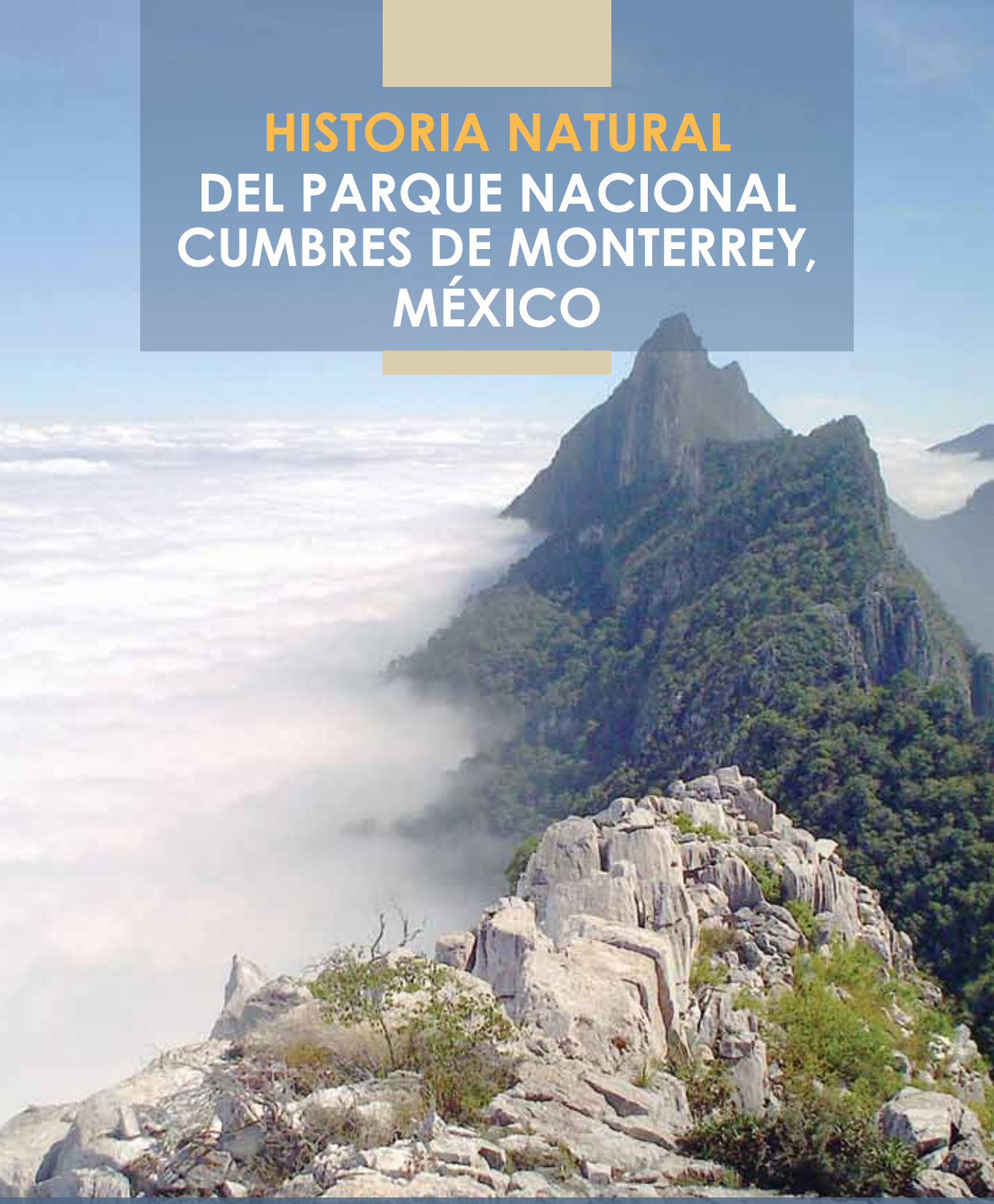
HISTORIA NATURAL
DEL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY, MÉXICO



Editores
César Cantú Ayala, Magdalena Rovalo Merino,
José Marmolejo Moncivais, Sadot Ortiz Hernández, Fernando Seriñá Garza

manejo y conservación de la biodiversidad
CONANP
pro natura noreste a. c.

HISTORIA NATURAL DEL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY, MÉXICO

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®

Jesús Áncer Rodríguez
Rector

Rogelio Garza Rivera
Secretario General

Juan Manuel Alcocer González
Secretario Académico

Mario César Salinas Carmona
Secretario de investigación,
Innovación y Posgrado

Javier Jiménez Pérez
Director Facultad de Ciencias Forestales

Editores

César Cantú Ayala

Magdalena Rovalo Merino

José Marmolejo Moncivais

Sadot Ortiz Hernández

Fernando Seriñá Garza

Diseño Gráfico
Hugo Malacara Malacara

DR © 2013
Facultad de Ciencias Forestales, UANL
Carretera Nacional 85,
km 145. CP 67700. Linares, N.L.

www.fcf.uanl.mx

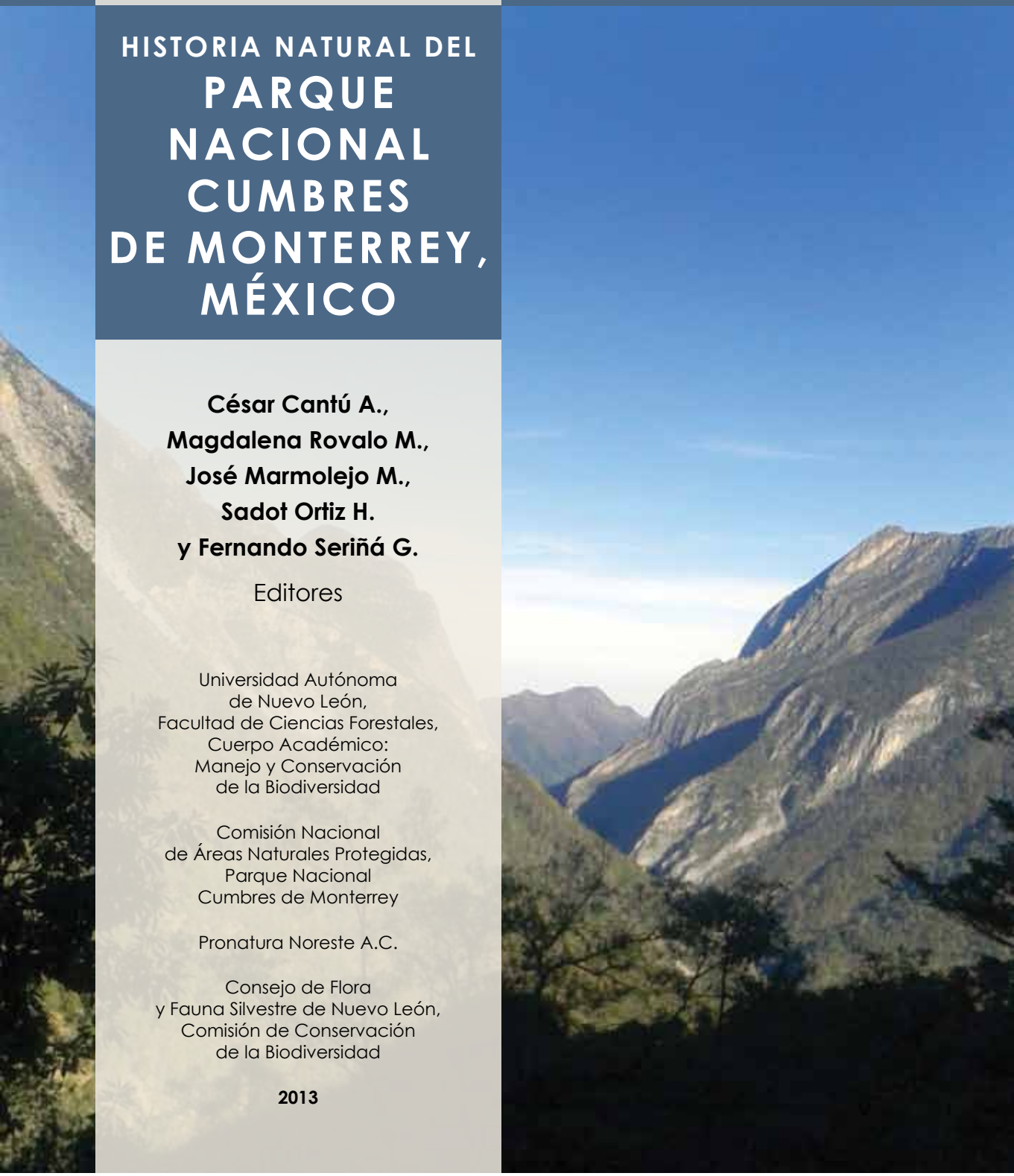
Foto Portada: Archivo Parque Nacional Cumbres de Monterrey (CONANP)

Primera edición, 2013

© César Cantú A., Magdalena Rovalo M.,
José Marmolejo M., Sadot Ortiz H.
y Fernando Seriñá G.
© Universidad Autónoma de Nuevo León

ISBN: 978-607-27-0074-2

HISTORIA NATURAL DEL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY, MÉXICO



César Cantú A.,
Magdalena Rovalo M.,
José Marmolejo M.,
Sadot Ortiz H.
y Fernando Seriñá G.

Editores

Universidad Autónoma
de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Forestales,
Cuerpo Académico:
Manejo y Conservación
de la Biodiversidad

Comisión Nacional
de Áreas Naturales Protegidas,
Parque Nacional
Cumbres de Monterrey

Pronatura Noreste A.C.

Consejo de Flora
y Fauna Silvestre de Nuevo León,
Comisión de Conservación
de la Biodiversidad

2013

PRÓLOGO

La presente obra reúne los estudios sobre el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) que realizaron 83 autores expertos en biodiversidad y recursos naturales, como resultado del Primer Congreso sobre el PNCM, efectuado del 14 al 16 de noviembre del 2012, dada la necesidad de contar con una fuente de información técnica confiable como herramienta de apoyo para conservar esta importante área protegida. Actualmente, el PNCM se encuentra severamente amenazado por las actividades humanas que se realizan principalmente, en sus inmediaciones. Su cercanía a la ciudad de Monterrey cuyo clima es preponderantemente semiárido, hacen de esta área protegida un sitio extraordinario, ya que dentro de sus límites, se registran las mayores precipitaciones de Nuevo León, además de concentrar una gran masa forestal de clima templado, por lo que resulta muy atractivo para la realización de proyectos urbanísticos.

No obstante la gran cantidad de información científica contenida en esta obra, muchos estudios sobre importantes tópicos que analizan las características físicas, biológicas y sociales del PNCM, no pudieron ser incluidos, por lo que de ninguna manera, esta obra puede ser considerada exhaustiva. Sin embargo, los trabajos que aquí se presentan, son fundamentales para comprender la importancia que representa esta área natural protegida para la sociedad regiomontana que dada su predominante visión pragmática y utilitaria, no ha sabido reconocer los múltiples beneficios que obtiene de sus ecosistemas silvestres. Es por ello, que la expansión de la ciudad de Monterrey ha venido desplazado al PNCM, tal como sucedió con las más de 67 mil hectáreas deforestadas entre 1939, año de su declaratoria oficial, y el año 2000 en que fue redelimitado, lo que representa una increíble tasa de pérdida de 3 hectáreas diarias durante 61 años.

Es por lo anterior, que resulta urgente que la sociedad regiomontana reconozca que su calidad de vida depende, en buena medida, del PNCM, y apoye a las autoridades de gobierno para que, anteponiendo el interés público, implementen todos los instrumentos legales disponibles para revertir la actual tendencia de destrucción que amenaza sus ecosistemas. Sólo de esta manera, será posible conservar al PNCM, fuente imprescindible de bienestar para la sociedad.

Los Editores

ÍNDICE

Capítulo 1. La Sierra Madre Oriental y su Relación con Monterrey 9

Capítulo 2. El Parque Nacional Cumbres de Monterrey en el Contexto Mexicano de la Conservación 15

Capítulo 3. Capital Natural, Áreas Protegidas y Prioridades de Conservación en el Noreste de México 27

Capítulo 4. Las Áreas Naturales Protegidas en México y el Parque Nacional Cumbres de Monterrey 37

Capítulo 5. Climas 41

Capítulo 6. Variabilidad Climática 53

Capítulo 7. Desarrollo Geológico: De Continentes Ancestrales y Océanos a Sierras 59

Capítulo 8. Suelos 79

Capítulo 9. Geología y Geohidrología 89

Capítulo 10. Paleobiología 99

Capítulo 11. Tipos de Vegetación 117

Capítulo 12. Micobiota 127

Capítulo 13. Gimnospermas 133

Capítulo 14. Angiospermas 141

Capítulo 15. Crustáceos 161

Capítulo 16. Arácnidos (Theraphosidae: Mygalomorpha) 175

Capítulo 17. Insectos 187

Capítulo 18. Peces 195

Capítulo 19. Anfibios y Reptiles 207

Capítulo 20. Aves 221

Capítulo 21. Mamíferos 237

Capítulo 22. Amenazas Demográficas Potenciales 253

Capítulo 23. Percepción Social sobre los Servicios Ambientales 261

Capítulo 24. Manejo Forestal 275

Capítulo 25. Actividades Pecuarias 287

Capítulo 26. Usos Tradicionales de los Recursos Naturales 297

Capítulo 27. Cambio Climático 325

Capítulo 28. Educación Ambiental 335

Capítulo 29. Contenido de Carbono en Especies Vegetales 349

Capítulo 30. Marco Jurídico del Parque Nacional Cumbres de Monterrey 357

Capítulo 31. Restauración Ecológica 371

Capítulo 32. El Pago de los Servicios Ambientales como Instrumento de la Política Pública en México 385

Capítulo 33. Servicios Ecológicos y Bienestar Humano 391

Capítulo 34. Parque Ecológico Chipinque 405

Capítulo 35. Consideraciones Finales 411



CAPÍTULO

1

LA SIERRA MADRE ORIENTAL

Y SU RELACIÓN CON MONTERREY

Fernando Seriñá Garza[1]

[1]Parque Nacional Cumbres de Monterrey (Conanp-Semarnat)

serinya99@hotmail.com

Seriñá-Garza, F. 2013. La Sierra Madre Oriental y su Relación con Monterrey, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 9-14.

La Sierra Madre Oriental y su Relación con Monterrey

Fernando Seriñá Garza

El inmenso macizo montañoso al sur de la ciudad de Monterrey corresponde al extremo septentrional de la Sierra Madre Oriental (SMO), la cual proviene desde el centro del país, allá donde se junta con el eje neovolcánico, recorriéndola de sur a norte, justamente al llegar la sierra a Monterrey se produce un cambio brusco de dirección hacia el poniente, formando así el famoso accidente geológico denominado Curva de Monterrey, la sierra continua hacia el oeste hasta las cercanías de Torreón en Coahuila ya en franco declive. Podemos decir que la SMO, como un macizo continuo, termina en Monterrey su recorrido hacia el norte, donde está dicha curvatura; luego se pueden encontrar algunas otras pequeñas sierras al norte, desprendidas del macizo de la SMO que también se consideran parte de ella, pero como un macizo de montañas continuas hasta el centro de México, donde comienzan, o terminan según se vea. Es posible empezar a subir las montañas de la SMO en Monterrey y no terminar sino hasta el sur del país, aunque hay unas pequeñas aberturas y sierras bajas a su paso por San Luis Potosí.

Los límites del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) corresponden precisamente a la Curva de Monterrey por el norte y con el área metropolitana de Monterrey (AMM), al oeste con la línea divisoria con Coahuila, al este con el cañón del Huajuco y al sur con el río Pilón, extensas 177,395 hectáreas dominadas por sierras, cañones y barrancos.

Las montañas rodean a Monterrey casi por todos sus flancos. Al sureste tenemos una pequeña sierra desprendida de la gran SMO que sigue paralela a la gran sierra, entre las dos se encuentra el cañón del Huajuco, hoy casi totalmente urbanizado. La Sierra de la Silla termina hacia el norte abruptamente con un hermoso ícono neoleonés, el famoso Cerro de la Silla, la figura más reconocida y parte del escudo de armas de Nuevo León, de Monterrey, otros dos Municipios, así como de cientos de logotipos empresariales y sociales que lo tienen de emblema.

Tanto el Cerro de la Silla como las montañas meridionales que corresponden a la SMO son algo muy especial, forman un espectáculo formidable y son parte inseparable de la ciudad de Monterrey, la SMO vista hacia el poniente en un atardecer es una obra maestra de luces y montañas, tantas veces repetido que casi nadie repara en él. La SMO es un macizo montañoso que se alza casi verticalmente desde el suelo formando una verdadera muralla que ha detenido, hasta ahora, el crecimiento de la ciudad en esa dirección. Su perfil es inconfundible, sinuoso y rocoso en las cumbres, con formaciones claramente identificables como la "M" símbolo de San Pedro Garza García que hoy forma parte del AMM.

Las presencias eternas tienen el inconveniente de convertir lo extraordinario en cotidiano y lo cotidiano en ignorado, de este modo los viajeros que ven por primera vez la sierra suelen ver un esplendor que rara vez detectan quienes han vivido aquí toda su vida.

En enero de 1828 pasó por Monterrey, la Comisión de Límites. Se trataba de una expedición del Gobierno Mexicano que proveniente desde la lejana ciudad de México, tenía la tarea de fijar los límites con los Estados Unidos. Texas era entonces territorio mexicano y la frontera quedaba mucho más lejos, hasta el río Sabines, hoy los límites entre Texas y Lousiana. Pero no era una expedición cualquiera, sus tareas no eran únicamente establecer donde terminaba aquel México. Debía hacer observaciones sobre el suelo, los minerales, hacer mediciones astronómicas, estudiar la flora y la fauna, así como las poblaciones del lejano norte y la situación de las diferentes tribus indias, que en aquel entonces aún deambulaban libremente por estos amplios territorios. La gran expedición era liderada por el General Manuel Mier y Terán quién además de militar era científico de vocación, había estudiado en la Escuela de Minería. Además de soldados, integraban este grupo; dibujantes, el Mineralogista Rafael Chowell y un joven Botánico suizo-francés que dejaría su nombre regado y latinizado en varias especies de flora y fauna que describiría en la expedición del noreste, su nombre era Louis Berlandier. La expedición contaba con un carruaje sólo para llevar los instrumentos científicos de la época. El teniente José María Sánchez y Tapia, además de sus dibujos, dejaría un testimonio escrito en su diario de viaje, el cual brinda una visión de los sitios visitados. Había algo en los hombres del siglo XIX que hemos perdido los de hoy en día, una gran capacidad

de observación, de asombro, de narración amena y de escritura descriptiva y casi poética.

Incluso antes, de que la expedición entrara al cañón que se forma entre la SMO y la Sierra del Fraile, una estribación de esta misma, en lo que es el camino entre Saltillo y Monterrey, el Teniente José María Sánchez y Tapia nos describe, desde la planicie al norte de Saltillo donde se vislumbra la Sierra Madre y el cañón que conduce a Monterrey, una visión desde el lejano 1828, misma que vale la pena transcribir, el sitio exacto es la Hacienda de Santa María todavía existente:

Enero cuatro de 1828. Hacienda de Santa María

Por el espacio de seis leguas se camina por el valle en un descenso continuo, desde Saltillo hasta la hacienda de Santa María, donde hicimos alto por estarse poniendo el sol. Al oriente se ve una cortadura en la sierra, no porque ésta termine, sino porque un ramal de ella se dirige hacia aquel rumbo: las crestas de estas montañas presentan desigualdades de figuras bien extrañas, y parece desde allí que han cambiado de dirección para precipitarse por aquella abertura a una profundidad enorme; que tal aparecía a la pálida luz de la luna que iluminaba aquellos montes y valles deliciosas. Espectáculo a la verdad magnífico, y que coloca el alma en una especie de enajenación que le trae sin querer a pensar en el ser eterno y desconocido que ha formado tales maravillas!

José María Sánchez y Tapia

Llama la atención que la vista desde ese lugar no es precisamente la mejor de la SMO, entrar por el cañón que lleva a Monterrey es aún más espectacular, desgraciadamente, a la expedición, al entrar al cañón rumbo a Santa Catarina les resultó cansadísimo transitar por veredas en las laderas, sufrieron de una terrible sed y hambre, se le rompió un eje al carro de los instrumentos, para colmo les cayó una noche oscurísima y algunos se perdieron en la noche, cuando llegaron a Santa Catarina sólo pueden cenar un poco de licor llamado mezcal, un pedazo de pan y otro de queso, finalmente el teniente Sánchez tiene que dormir dentro de uno de los coches. Sólo nos resta imaginar que habría descrito el teniente de las montañas y el cañón que existe entre Saltillo y Monterrey sí hubiera estado descansado, relajado y con un buen juego de luces matutino o una buena puesta de sol que le hubiera inspirado. Además, hubiera podido observar todo ello sin las cicatrices y lesiones de la carretera, la autopista y sin torres ni cables conductores de electricidad que hoy en día forman parte del paisaje de esta región. Más adelante, hace las siguientes observaciones ya desde Monterrey:

Grandes grupos de montañas, al parecer desprendidas de la sierra, rodean la ciudad menos por el oriente y norte, y la cordillera se pierde de vista hacia el oeste, por cuya razón y por la poca altura en que se halla situada la ciudad respectivamente al Saltillo, se siente demasiado calor, siendo al contrario en la estación invernal, pues desatados los furiosos vientos del NO., penetran a la población sin obstáculo alguno. A pesar de esto es agradable la ciudad, así por la buena índole de sus habitantes como por la fertilidad del terreno y paseos inocentes que este mismo proporciona. Las aguas que van desde el valle del Saltillo bajan por una corriente pequeña que se aumenta hasta Santa Catarina con algunas otras avenidas de la sierra, después de consumirse mucha parte en riego, se pierde entre el terreno desde aquel pueblo a Monterrey. Sin embargo, en algunos torrentes que en la estación de las lluvias serán temibles, por la extensión que tienen, cercan la ciudad por el NO., el S. y el SE., formados por los arroyos de las vecinas montañas, pero su origen a mi entender esta mas distante que Santa Catarina y la Rinconada, en parajes que no conozco. En la ciudad hay manantiales abundantes en que se han construido presas para darles cuerpo, y los pozos proveen de agua a diez varas de profundidad.

José María Sánchez y Tapia

Bien intuía el Teniente Sánchez que el origen de las aguas del río Santa Catarina, provenían de lugares distantes en lugares que no conocía, hoy sabemos que las aguas que alimentan la cuenca del histórico y caprichoso Santa Catarina provienen precisamente de la SMO, donde varios cañones y cordilleras montañosas surten un agua que hizo posible el establecimiento de Monterrey, pero también ocasional y recurrentemente le ha aportado tanta agua, que lo ha hecho casi desaparecer. Es lastimoso, que a esta extraordinaria expedición científica que arrojó resultados maravillosos en cuanto a información política, social y científica no se le haya dado más relevancia en nuestra historia.

Hubo un tiempo en que el río Santa Catarina llevaba agua permanente, había una próspera agricultura, había también bosques de galería, y en sus aguas un pez endémico, hoy extinto, el Platy de Monterrey *(Xiphophorus cochianus)*. Desde una perspectiva evolutiva, el río Santa Catarina acaba de morir, en el periodo de 1950 a 1963 se construyeron obras de captación de aguas subterráneas conocidos como Galería de Infiltración Huasteca, Túnel Huasteca y Galería Morteros, no sólo eso sino que de 1968 a 1981 se realizaron además, obras de perforación de pozos profundos, que permitieron el almacenamiento de las aguas subterráneas

que aprovechamos en épocas de estiaje. Sin embargo, el costo ambiental fue la desaparición de un río, sus bosques adyacentes, un pez endémico, los campos de cultivo que dependían de él y un hermoso paisaje convertido en un mar de piedras de río abrasadas por el sol, todo en aras de una ciudad creciente y su industria eternamente sedienta. En ocasiones, cuando hay abundantes lluvias en la sierra, el río Santa Catarina vuelve a existir efímeramente por unos cuantos días, sin bosques, ni campos de cultivo y curiosamente con algunos extraños peces que salen quién sabe de dónde.

La naturaleza, lejos de la necia e inocente imagen con que algunos desean pintarla, como una madre amorosa y generosa, es totalmente amoral e insensible, simplemente es como es, y nunca ha mostrado ni mostrará consideración alguna, estamos obligados a comprenderla por pura necesidad, necesitamos desarrollarnos en una nueva relación que nos permita vivir y seguir viviendo en el futuro sin pagar graves consecuencias por nuestra falta de adaptación a ella. La SMO le ha permitido a Monterrey fundarse, prosperar y crecer gracias a los aportes de agua que le ha proveído, pero también se ha inundado recurrentemente desde su fundación, sin embargo, sorprende como la memoria colectiva es tan pobre que a pesar del tiempo, Monterrey ha repetido los mismos errores a pesar de haberlos pagado tan caro. La historia de las inundaciones es un rosario de tragedias que se repiten dos o tres veces por siglo hasta nuestros días. Cuando el río Santa Catarina se llena se convierte en una imagen dantesca no carente de cierta e imponente belleza, es un amazonas rugiente pasando por Monterrey, pero con aguas embravecidas, rápidos furiosos y aguas rebotadas salpicando hacia arriba, caer ahí sería como caer en una licuadora inmensa puesta a toda velocidad, llena de agua, lodo, ramas, piedras y rocas. Cuando el Santa Catarina no lleva agua, que es su estado más frecuente, llama la atención de quiénes visitan Monterrey por primera vez, algunos preguntan qué es ese inmenso terreno… que porqué no construyen ahí.

El cronista de Santa Catarina, el Dr. Antonio Guerrero compiló en 2007 una excelente e interesante relación de las inundaciones de Monterrey:

La primera inundación de la que tenemos referencia, gracias a los registros históricos, es la de 1611 y otra en 1612. La primera destruyó la original ciudad de Monterrey que estaba cercana a los ojos de agua de Santa Lucía. Eso hizo que se trazara otra población en donde actualmente está la plaza Zaragoza. El cronista Alonso de León supo por testigos que la mitad de las casas quedó destruida.

En septiembre de 1636 se repitió una inundación, Alonso de León se refiere a ella tan destructiva que: parece se abrieron las cataratas del cielo y rompieron las fuentes del abismo de las sierras, según las bocas por ellas reventaron… llevándose las arboledas de sus riveras, desgajándose de sus sierras las peñas, causando pavor y miedo, derribó todas las casas de Monterrey y las iglesias, dejándolo hecho un desierto.

Por crónicas de la época se sabe que los ríos La Silla, Santa Catarina y Pesquería se desbordaron provocando muchas desgracias. Seis años después, en 1642 y 1648, después de unas fuertes lluvias, el río Santa Catarina volvió a salirse de su cauce y se repitieron en 1716, 1752, 1756, 1775 y 1782.

Ya en el siglo XIX, en 1810 y en 1881 el río Santa Catarina recuperó incontenible su cauce, causando destrozos de gran consideración. Y las fuertes lluvias que provocaron las inundaciones en 1909. Las más recordadas por sus efectos destructivos, pues se calcula que murieron cerca de 5 mil personas y muchos municipios quedaron prácticamente barridos, como General Bravo, Los Aldama, Rayones, Santa Catarina, Monterrey y especialmente el popular barrio de San Luisito, actualmente la colonia Independencia. Se dice que la inundación de 1909 es la más terrible de todas, pues proporcionalmente hubo más pérdidas humanas y materiales. Hace 100 años, Monterrey contaba con 80 mil habitantes y el estado de Nuevo León sumaba 300 mil personas. De acuerdo a testigos de la época, se decía que las causas de la gran inundación de 1909 eran dos: la situación de Monterrey en un valle rodeado de montañas y su posición con respecto a la entrada a la Sierra Madre conocida como la Boca del Potrero de Santa Catarina, conocida actualmente como el cañón de la Huasteca y porque el río Santa Catarina recoge el agua que cae en 32 cañones.

Precisamente en ese año, las aguas embravecidas del río Santa Catarina se llevaron todo lo que encontraron a su paso, se dice que eral tal la desolación, la destrucción y la tristeza imperante, los testimonios pueden verse en el libro El Río Fiera Bramaba de Osvaldo Sánchez y Alfonso Zaragoza que publicó el Archivo General del Estado de Nuevo León en 1989 y otro publicado por don Humberto Buentello Chapa. También en el año de 1910, llovió fuertemente en la región.

Las aguas del Santa Catarina también hicieron de las suyas el 28 de agosto de 1938, cuando las lluvias se presentaron todo el día y el nivel del agua subió hasta un metro, incluso en los lugares más altos de Monterrey. En el mes de septiembre de 1967 el huracán Beulah trajo también inundaciones sobre la ciudad y en 1978 copiosas lluvias inundaron el cauce del río.

Hace 21 años, el huracán Gilberto, que convertido en tormenta tropical, dejó sentir su fuerza entre el 15 y 16 de septiembre de 1988 cuando vació su furia en un gigante que estaba dormido.

Aparentemente, cada 20 ó 30 años, el río Santa

Catarina provoca inundaciones en Monterrey y sus municipios aledaños. La memoria y el temor a ellas, hacen que nuestros gobernantes realicen obras para evitar más problemas. Por ejemplo, siendo gobernador Ignacio Morones Prieto se iniciaron las obras de canalización del río Santa Catarina en 1953 y con Fernando Canales Clariond se inició la construcción de la llamada Cortina Rompepicos.

A mi juicio, seguimos expuestos a inundaciones pues toda la zona metropolitana está en cañadas y pasos naturales de arroyos que hemos urbanizado. Es incongruente que mientras en otras partes del mundo se pagan grandes cantidades de dinero por limpiar los ríos, aquí se empeñan en llenarlos de canchas, juegos y otras cosas que no vienen al caso. La cortina cuando mucho, recogerá la lluvia de algunos 20 cañones de la sierra, dejando a otro tanto sin control alguno. Además, no entendemos los ciclos que nos anuncian que debemos tener cuidado de las lluvias y de las inundaciones, pues todavía no tenemos la necesaria infraestructura hidráulica que evite tantos destrozos.

La última inundación, fue la de 2010, y se volvió a repetir la historia. Al paso de los años, mucha gente en Monterrey se acostumbró durante décadas a una idea equivocada, que el río era un espacio desperdiciado y sin utilidad alguna. Así, con esta idea infundada, durante años, se construyeron canchas, estacionamientos, parques lineales, campos de golf, grandes vialidades sobre el mismo cauce del río. El colmo es que poco a poco, el crecimiento urbano ha visto las riberas del río como un sitio apto para la urbanización. Se construyeron casas cerca e incluso dentro del cauce. Al paso de los años, después de una inundación la mayoría de la población se confía en que el Santa Catarina es inofensivo, luego aumenta el número de personas que ni siquiera han visto una inundación, se pierde el respeto por el río el cual en algunos tramos es un basurero a cielo abierto.

Veamos el diagnóstico de un desastre:

1° Atrás de Monterrey (al sur), hay una serie de muy extensos cañones y cordilleras montañosas de la SMO denominadas Cumbres de Monterrey, la zona excede en tamaño al AMM. El Rio Santa Catarina es el desagüe de esa extensa serie de cañones.

2° Cuando ocurren huracanes en el Golfo de México y llegan hasta Monterrey, lo que llega no son tanto los vientos huracanados, sino una carga de nubes con millones de toneladas de agua.

3° Cuando chocan estas pesadas nubes con las montañas descargan toda el agua en lluvias pertinaces durante varios días que saturan las montañas.

4° Las aguas bajan de manera brusca a los cauces y barrancos convirtiéndolos en feroces ríos.

5° En la zona de las Cumbres de Monterrey conocida como La Huasteca, los recién formados ríos se juntan y para salir de las montañas hacia Monterrey, pasan por una especie de embudo que concentra aún más las furiosas aguas precisamente en la entrada de La Huasteca, las cuales salen violentamente llenando el cauce del rio Santa Catarina, el cual se convierte en un peligro muy grave para la ciudad.

6° Finalmente, ponga en el cauce del río, casas, avenidas, canchas de futbol, parques lineales, mercados y cuanta infraestructura se le ocurra. Ahora sólo es cuestión de tiempo para esperar un desastre.

Pero no hay pretexto para la ignorancia. La historia de Monterrey, como vimos, es una crónica recurrente de desastres por inundaciones, esto históricamente desde que los seres humanos llevan registros escritos, pero geológicamente, también hay pruebas contundentes de que las inundaciones se han venido dando durante miles de años, el río Santa Catarina muestra claramente un registro geológico de inundaciones periódicas.

La ciudad de Monterrey desde sus orígenes a fines del siglo XVI, ha vivido literalmente de espaldas a las montañas, siempre afanosamente ocupada, en sobrevivir primero, en mantenerse como un poblado aislado y a veces asediado, pero ya desde entonces con el orgulloso mote de ciudad metropolitana. Pasaron casi tres siglos de aislamiento casi total, los contactos con el exterior fueron ocasionales, visitas de arrieros que traían noticias, ganado y diversos artículos de uso común, en ese lapso Monterrey también estuvo a punto de despoblarse y tener muchos altibajos. Quizá todo esto lo mantuvo trabajando para sobrevivir y lograr algunos progresos, sin embargo, sus pobladores también se ocuparon demasiado en sus problemas internos y poco en el medio externo que les rodeaba. Esta rudeza de circunstancias y una mentalidad totalmente occidental le hacen ver a la naturaleza como algo a vencer, conquistar y reducir. Hacia fines del siglo XIX, Monterrey logró convertirse en una importante ciudad por derecho propio, no sólo eso, la capital neoleonesa inició un vertiginoso crecimiento industrial, e incluso cultural, se convirtió en un polo de atracciónal cual llegaron gentes de distintas y lejanas partes del país, fenómeno por cierto, que no ha terminado.

De este modo, Monterrey, primero se ocupó de sobrevivir y posteriormente en prosperar; desde entonces ha sido una ciudad muy ocupada en trabajar, en crecer, expandirse y sostener un ininterrumpido auge económico. Su actual área metropolitana es hoy una megaciudad de más de 4 millones de habitantes, con vibrantes actividades industriales, comerciales, políticas y culturales. Paradójicamente, Monterrey ha estado tan ocupado que casi nunca ha reparado en las montañas que le ro-

dean. Para los viajeros que se dirigen al sur, han sido una cuña que los ha obligado a tomar una de las únicas dos rutas disponibles, la de Saltillo y el gran altiplano que lleva al centro del país, o bien la ruta de Linares que lleva igualmente al centro pero también al mar a través de la planicie costera.

Quizá la pregunta obligada es ¿y por qué Monterrey tiene que voltear a ver a sus montañas? La pregunta tiene varias respuestas, pero todas giran en un elemento indispensable: el agua. El agua que consume Monterrey proviene de las montañas, solamente tomando en cuenta las montañas comprendidas hoy dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, producen el 40% del agua total que consume la gran ciudad, el resto proviene de otras sierras y montañas que no forman parte del Parque Nacional, pero que sí son áreas naturales protegidas, en este caso estatales. Desde esta perspectiva, Monterrey ni siquiera hubiera existido sin los aportes de agua, mucho menos crecido o mantenido una pujante industria. Hoy, es tiempo de que Monterrey le devuelva algo a la naturaleza por los favores recibidos. Es elemental que se comprenda que las montañas y sus coberturas vegetales son las que hacen posible contar con agua permanente.

Son básicamente dos procesos del ciclo hidrológico por los que se obtiene el líquido para la megalópolis norteña, agua de escurrimientos superficiales, tales como riachuelos, ríos y presas, y, por otro lado el agua de los mantos freáticos o aguas subterráneas.

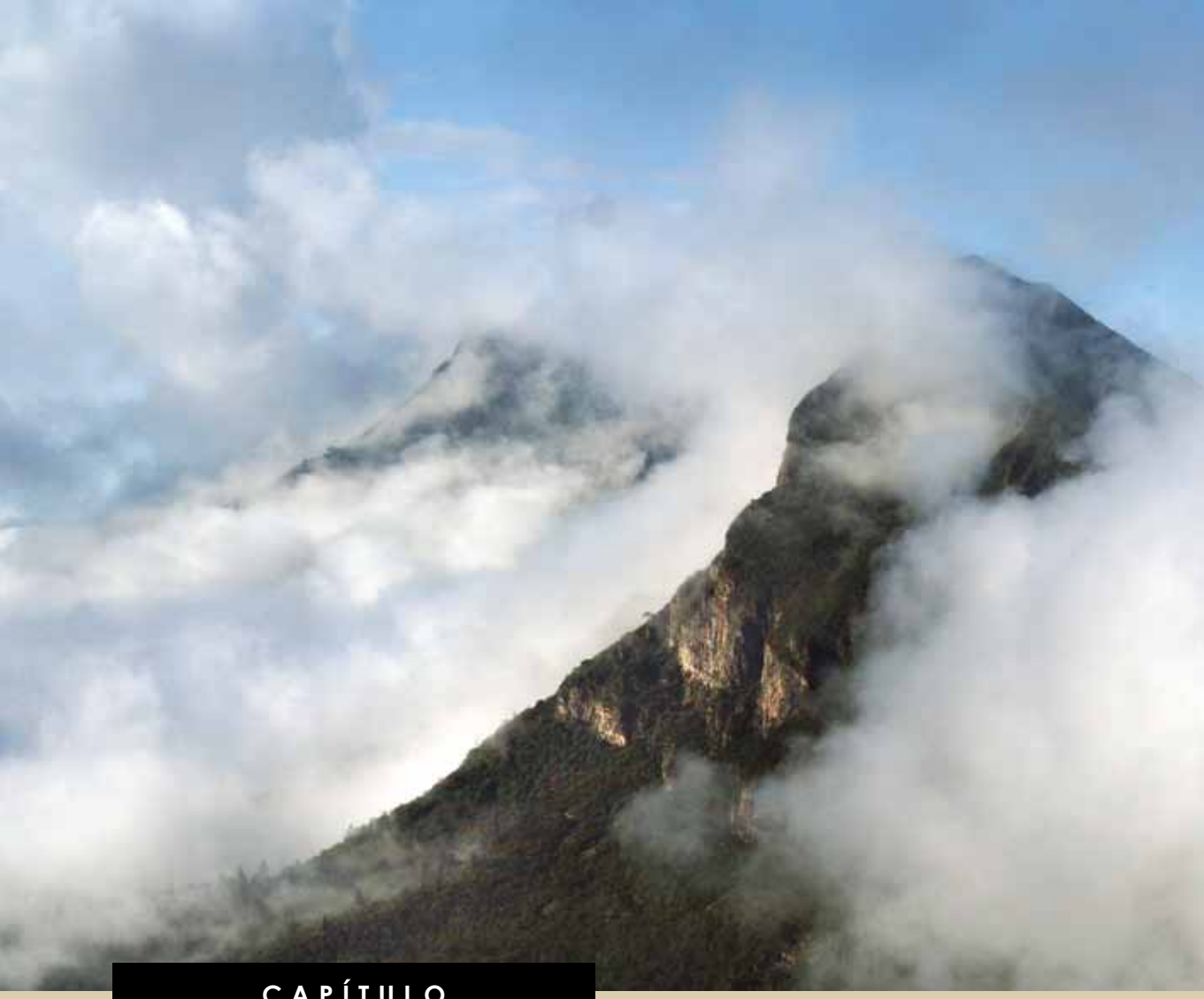
El extraordinario viaje del agua inicia originalmente en el mar done por evaporación forma nubes y humedad ambiental. Esta gran cantidad de agua en forma de nubes es detenida por las montañas, en nuestro caso por la SMO, este vapor pronto se convierte en agua líquida al entrar en contacto con la superficie de las plantas y las rocas, de este modo poco a poco estos ecosistemas se van llenando de agua, así empieza a escurrir para formar riachuelos, estos a su vez al unirse con otros forma ríos los cuales en el caso de Monterrey van llenando las presas de La Boca, Cerro Prieto y El Cuchillo. Las cuales no son más que grandes depósitos de agua. De esas presas, las aguas superficiales son entonces enviadas a la ciudad por enormes acueductos.

En el caso de las aguas subterráneas, la vegetación que cubre a las montañas retiene agua el suficiente tiempo para que ésta se infiltre dentro de la tierra y penetre decenas de metros bajo la superficie del suelo, se acumula entonces bajo la tierra formando enormes depósitos subterráneos, los cuales pueden aflorar incluso de las rocas, siendo agua de excelente calidad y pureza. La zona de La Huasteca con su acuífero Buenos Aires surte una importante cantidad de agua de primera calidad al AMM.

Es importante señalar que, aunque no se vea agua en la superficie, los bosques y matorrales actúan como una inmensa esponja que absorbe y retiene inconmensurable cantidades de agua, tanto en sus propios cuerpos como en el suelo, esta enorme esponja libera poco a poco el agua y los ríos se mantienen con agua aunque no sea época de lluvias, así también la cobertura vegetal permite que el exceso de agua se infiltre en la tierra. Si quitáramos los bosques y matorrales de las montañas pronto nos quedaríamos sin agua, pues ésta escurriría rápidamente, provocando inundaciones mucho más frecuentes, otra parte se evaporaría y no sería retenida en el ambiente montañoso, cuando cesara de llover, dejaríamos de tener agua, del mismo modo que una mesa mojada se seca rápidamente al sol, pero si tiene una gruesa toalla sobre su superficie, mantendría entonces la humedad por mucho más tiempo. Este último ejemplo es para indicar que esa "toalla" que cubre las montañas es su cubierta vegetal que mide miles de hectáreas y es de un grueso de varios metros de grosor.

A pesar de que la argumentación para la conservación de los ecosistemas montañosos es contundente, en Monterrey se han esforzado en construir temerariamente en sus laderas, o incluso en hacer planes para destruirlas con proyectos más propios de la irreflexión, que en comprender realmente lo que significan e implican. Reflexión que hubiera llevado ineludiblemente a concluir en la imperiosa necesidad de tener una convivencia armónica con el medio ambiente, situación que desgraciadamente aún no se ha dado.

Hoy se presenta una bifurcación en el camino de la historia de Monterrey, debemos de plantearnos seriamente adónde queremos ir; si Monterrey continua con una visión que ya no es para nada útil, de confrontarse con la naturaleza, o bien, iniciar el largo camino, el cual por cierto ya presenta mucho retraso, de atenuar, parar y revertir los procesos de deterioro ambiental, es decir el camino de la sustentabilidad. Esta situación de vital importancia para el futuro de la ciudad ha sido soslayada por los tomadores de decisiones. En este contexto, conservar el PNCM es un indicio que representa que camino se está tomando. Sí no se protege adecuadamente la principal área natural protegida de Nuevo León, su fuente más importante de agua, una región que está a la vista de todos, entonces sabremos que el camino elegido fue el equivocado.



CAPÍTULO

2

EL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY

EN EL CONTEXTO MEXICANO DE LA CONSERVACIÓN

César Cantú A.[1], José Marmolejo M.[1], Fernando González S.[1], José Uvalle S.[1] y Dino González U.[2]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Forestales
Carretera Nacional km 145, C.P. 67700, A.P. 41.
Linares, N.L.

[2]Departamento de Estadística y Cálculo,
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

cantu.ayala.cesar@gmail.com

Cantú-Ayala, C., J. Marmolejo-Moncivais, F. González-Saldivar, J. Uvalle-Sauceda y D. González-Uribe. 2013. El Parque Nacional Cumbres de Monterrey en el Contexto de la Conservación, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 15-26.

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey en el Contexto Mexicano de la Conservación

César Cantú A., José Marmolejo M., Fernando González S., José Uvalle S. y Dino Ulises González U.

2.1 INTRODUCCIÓN

Los orígenes del concepto Parque Nacional (PN) se esbozaron en el año 252 a.n.e. con el decreto del Emperador Asoka, para proteger los bosques, elefantes y vida silvestre del reino Maurya en la India (Sarkar, 2005; Grove, 1995), precedido de un largo proceso que se pierde en los albores de la historia de nuestra especie, cuando las antiguas comunidades cazadoras veneraban a los ecosistemas donde habitaban las presas de las que dependían para obtener su alimento. Nuestros ancestros, inventaron tabúes que normaban su conducta, asegurando el respeto por las presas y el éxito de los cazadores, como lo refieren diversas historias de los nativos de Norteamérica y la Siberia (Allen, 1999).

La declaratoria del Parque Nacional Yellowstone en los EE.UU. hace 140 años (1872), marcó el inicio de uno de los movimientos conservacionistas contemporáneos más importantes del mundo: el de las Áreas Protegidas (AP).

El concepto de PN se extendió rápidamente en los EE.UU, no así en otras partes del mundo. En México, sin embargo, el Presidente Sebastián Lerdo de Tejada decretó en 1876 como Zona de Reserva Forestal al Desierto de los Leones, que en 1917 fue modificado por el Presidente Venustiano Carranza para designarlo como el primer Parque Nacional de México y Latinoamérica (Melo, 1978; De la Maza y De la Maza, 2005; Chape *et al.,* 2008).

Sin embargo, no fue sino hasta el periodo 1934-1938, durante el mandato del presidente Lázaro Cárdenas, que México experimentó un verdadero auge conservacionista, al decretarse 1,636,824 hectáreas bajo protección legal. Entre éstas se crearon 36 PN, incluyendo al Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) (De la Maza y De la Maza, 2005).

En el siglo XIX y principios del XX se concebían a los PN como "islas" sin presencia humana para garantizar la protección de la vida silvestre, pero debido al crecimiento demográfico y la sofisticación del estilo de vida humano, con sus concomitantes efectos negativos en la naturaleza, obligaron a replantear esa idea, siendo Halffter (1984) quien delineó los alcances de uso y protección de los PN y Reservas de la Biosfera en México.

Actualmente, el concepto PN forma parte de una constelación de seis categorías de AP definidas en la 10ª Asamblea General de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) en 1969 y aprobadas en 1972 durante la Segunda Conferencia Mundial de Parques Nacionales. Las categorías I y II corresponden a protección estricta de especies y ecosistemas, mientras que las categorías de la III a la VI son reservas destinadas a la conservación mediante el manejo sostenible de los recursos naturales (Chape *et al.,* 2008). La categoría PN corresponde a la categoría II, y se define como aquellas áreas manejadas principalmente para la protección de ecosistemas y para la recreación, siendo áreas naturales de tierra y/o mar designadas para: a) proteger la integridad ecológica de uno o más ecosistemas para las generaciones presentes y futuras; b) excluir la explotación y ocupación adversa para los propósitos de designación del área, y c) servir de base para varias opciones espirituales, científicas, educacionales, recreacionales de sus visitantes (IUCN, 1994; UNEP-WCMC, 2010).

Actualmente, existen a nivel mundial alrededor de 120,000 AP, que abarcan una extensión de 21 millones de km^2 de tierra y mar. Mientras que las zonas terrestres protegidas que figuran en la Base de Datos Mundial de AP cubren el 12.2% de la superficie de la Tierra, las áreas marinas protegidas cubren en la actualidad el 5.9% de los mares territoriales y sólo el 0.5% de los mares extraterritoriales del planeta (UNEP-WCMC, 2008).

A nivel global, existen 4,022 PN (3.4% del total de AP del mundo) los cuales cubren una superficie de 4,475,000 km^2, es decir, 23.1% del total de AP del planeta, lo que convierte a los PN en la categoría de AP con mayor territorio a nivel mundial; localizándose en Norteamérica (Canadá, EE.UU. y México) el mayor número de PN del mundo con 1,349 unidades (33.5% del total mundial de PN) los cuales cubren la mayor superficie global de esta categoría de AP: 1,658,850 km^2, es decir, 37% de la superficie terrestre; lo cual obedece a que esta región incluye el PN Groenlandia, el más grande a nivel global con 972,000 km^2 (Chape *et al.,* 2008).

Según la Comisión Nacional de Áreas Naturales

Protegidas (CONANP), en México, las 174 AP de jurisdicción federal existentes cubren 25,334,353 hectáreas, lo que representa el 12.9% de su territorio (http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/). Sin embargo, Bezaury *et al.* (2009a) indican que las AP federales, estatales, municipales, sociales y privadas abarcan en conjunto 9.85% de la superficie terrestre de México, ya que excluyen del cálculo a la superficie protegida marina (4,741,980 hectáreas).

En México, existen seis categorías de AP federales, siendo la de PN la que cuenta con mayor número de unidades (67), sin embargo, dicha categoría ocupa el cuarto lugar en cuanto a la extensión territorial (1,432,024 ha). En México, sólo 2 PN no corresponden a la categoría II de la IUCN: Arrecife Alacranes, con 333,769 ha, de las cuales sólo 53 ha son terrestres, y Bahía de Loreto, con 206,581 ha, de las cuales sólo 21,692 ha (11%) son terrestres (Bezaury *et al.,* 2012). Estos dos PN marinos corresponden a la categoría IV de IUCN, cuyos objetivos de conservación se alcanzan a través del manejo activo de sus recursos (Chape *et al.,* 2008). Aún los PN más pequeños de México: Lago de Camécuaro de 5.4 ha en Tangancícuaro, Michoacán, decretado en 1940, y El Sabinal de 8 ha cuyo decreto data de 1938, en el municipio de Cerralvo, Nuevo León, corresponden a la categoría II de IUCN al igual que el PNCM.

El PNCM se localiza en la región central del estado de Nuevo León, y en su decreto original del año 1939 se argumentó como justificación principal para su creación, la protección de la cubierta vegetal de sus ecosistemas para regular las avenidas extraordinarias producidas por las lluvias torrenciales y con ello evitar inundaciones en la ciudad de Monterrey. Su extensión original fue de 245,000 hectáreas, pero el crecimiento de la ciudad de Monterrey provocó la invasión de su territorio por lo que en el año 2000 fueron modificados sus límites geográficos, quedando en 177,395 hectáreas, lo que representó una pérdida de 67,604 hectáreas, es decir, una tasa de pérdida promedio de tres hectáreas diarias durante 61 años (Cantú, *et al.,* 2010). No obstante lo anterior, el Cumbres de Monterrey continúa siendo el PN terrestre más extenso de México. Su territorio representa el 12.4% de la superficie nacional en PN del país.

En el año 2006, el PNCM fue reconocido como Reserva de la Biosfera por parte del Programa Man and Biosphere de la UNESCO. Dicho programa, iniciado en 1962, agrupa hoy en día 1,529 reservas ecológicas en 105 países, cubriendo más de 5 millones de km^2 (Chape *et al.,* 2008). Esta distinción se otorga a reservas de sistemas terrestres o marinos reconocidos internacionalmente por promover y demostrar una relación equilibrada entre los seres humanos y la naturaleza. Es así que la designación del PNCM como Reserva de la Biosfera resultó idónea dada su proximidad con el área metropolitana de Monterrey (AMM), a cuya población brinda múltiples beneficios a través de los servicios ambientales.

Con base en lo anterior, se planteó el presente estudio a fin de determinar el estatus que guarda el PNCM en el contexto de las AP del estado de Nuevo León, respecto a las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) a través de caracterizar su gradiente de elevación, su distribución a nivel municipal e identificar los vacíos y omisiones de conservación de sus tipos de vegetación y uso del suelo, dando especial énfasis a su importancia para la sociedad dentro de los nueve municipios que conforman el AMM.

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado siguiendo la metodología desarrollada por el programa de análisis de vacíos y omisiones de conservación (Gap) de los EE.UU. (Scott *et al.,* 1993, Cantú *et al.,* 2003, 2004, 2011a) que consiste en determinar en qué proporción de superficie las AP representan la diversidad biológica, considerando en este caso como indicadores las fitocenosis. Para ello se utilizaron las AP de jurisdicción federal y estatal (Bezaury *et al.,* 2012). El mapa digital de uso del suelo y vegetación Serie IV (INEGI, 2009), el mapa de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) de la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT (DGVS-SEMARNAT, 2008) y los mapas de división política estatal y municipal de México (CONABIO, 2008, INEGI, 2012). El análisis de elevación de las UMA, AP y tipos de vegetación se realizó a partir del modelo digital de elevación en formato reticulado de 1 km^2 de resolución (INEGI, 1998). Todas las cubiertas digitales fueron combinadas y analizadas usando los programas ArcGis® versión 10 y ArcView® versión 3.2, utilizando mapas vectoriales y raster con la proyección Cónica Conforme de Lambert y el Datum NAD27.

El criterio para definir el nivel de representatividad aceptable en AP para el presente estudio se basó en que la media protegida a nivel mundial es del 12% de la superficie continental (UNEP-WCMC, 2008). Con base en lo anterior, se consideró que cualquier tipo de vegetación no incluido dentro de las AP es un vacío de conservación, mientras que los tipos de vegetación representados en AP por debajo del 12% (media mundial y nacional protegida) es una omisión de conservación (Koleff *et al.,* 2009; Cantú *et al.,* 2011a).

2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estado de Nuevo León, con 64,175 km^2, representa el 3% de la superficie nacional; se extiende en un ran-

go de elevación que va de los 68 a los 3,700 metros sobre el nivel del mar (msnm), siendo esta última la mayor elevación del norte de México. Se localiza en una zona de transición entre los reinos biogeográficos Neártico y Neotropical, lo que determina una gran biodiversidad, con el registro, en la base de datos de CONABIO, de 1,091 (4.7%) de las 23,424 especies de plantas y 574 (10.5%) de las 5,488 especies de vertebrados existentes en México (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008). Un rasgo destacado de la biodiversidad de Nuevo León es que cuenta con el mayor número (18) de taxa del género *Pinus* de México, no obstante que sólo 11% de su territorio está cubierto por bosques templados (Perry, 1991).

2.3.1 ÁREAS PROTEGIDAS DE NUEVO LEÓN

Actualmente, Nuevo León cuenta con un total de 36 AP de las cuales nueve son de jurisdicción federal y 27 estatal. En suma, cubren 497,164 ha (7.3%) del territorio de Nuevo León. Las AP federales son el PNCM, el Área de Protección de Flora y Fauna: Porción Sierra de Arteaga, el Monumento Natural: Cerro de La Silla, el PN: El Sabinal y cinco AP sociales Zonas de Restauración Ecológica del lobo mexicano en el Sur de N.L., las cuales suman 309,373 hectáreas. El PNCM representa el 57.3% de esta superficie. Por su parte, las 27 AP estatales suman 157,427 hectáreas y representan el 2.5% del territorio de N.L. (Figuras 2.1 y 2.2).

Nuevo León es el estado que cuenta con la menor superficie en AP del noreste de México, ya que en Coahuila se protege más del 13% de su territorio, con casi 2.4 millones de hectáreas, y en Tamaulipas se destina más del 10% de su superficie a la conservación, con aproximadamente 790 mil hectáreas en AP (Cantú *et al.*, 2011a).

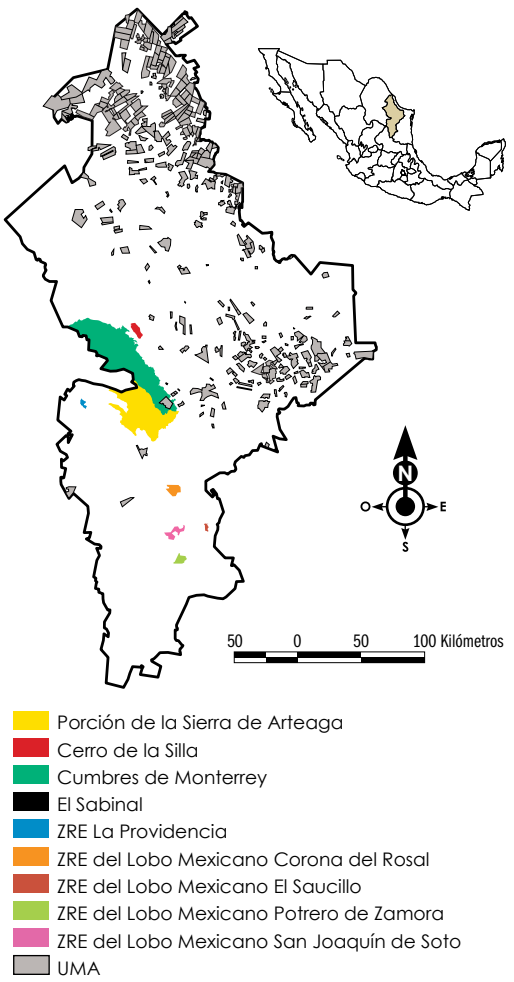


Figura 2.1 Áreas naturales protegidas de jurisdicción federal y las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de Nuevo León.

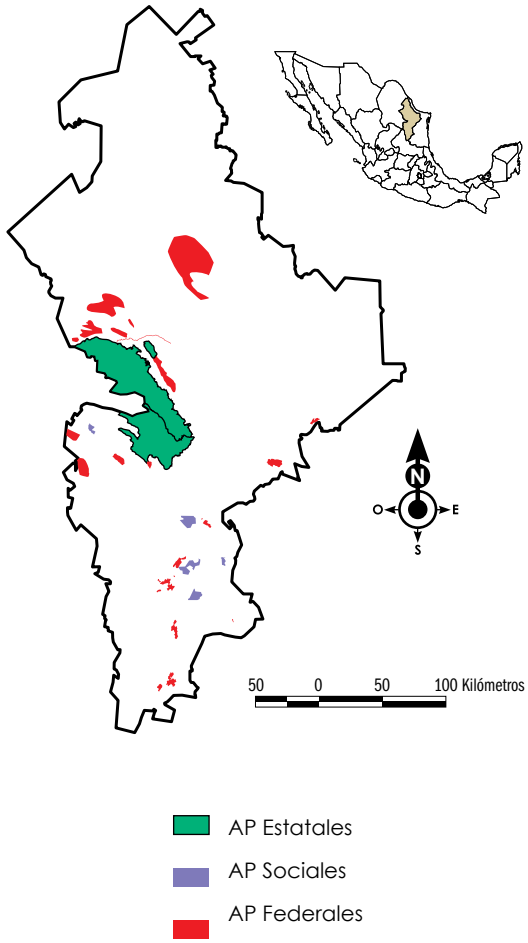


Figura 2.2 Áreas protegidas de Nuevo León de jurisdicción estatal y federal, de estas últimas diferenciando las AP sociales.

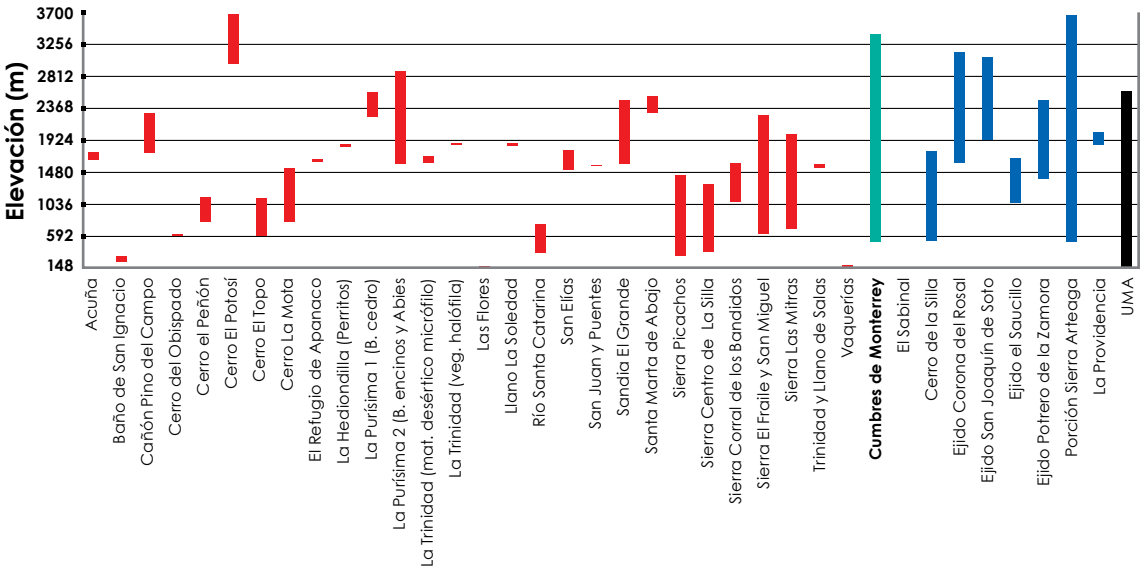


Figura 2.3 Gradiente de elevación de las 36 áreas protegidas (AP) (barras rojas) y federales (barras azules y verde: PNCM), así como las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) (barra negra) de Nuevo León.

2.3.2 MARCO FÍSICO Y ECOLÓGICO DE LAS AP DE NUEVO LEÓN

Las 36 AP de Nuevo León cubren un rango de elevación que va de los 68 msnm (Vaquerías) a los 3,700 msnm (Cerro El Potosí y Porción de la Sierra de Arteaga). El PNCM abarca con 2,932 metros el mayor rango de elevación de las AP de N.L., siendo sólo superado por el AP Porción de la Sierra de Arteaga con 3,103 metros, decretada en 2007. Mientras que las UMA se extienden desde los 77 hasta los 2,580 msnm, ocupando con 2,503 metros el tercer lugar de N.L. (Figura 2.3). Un aspecto a destacar es que Nuevo León y Coahuila cuentan con los picos montañosos (3,700 msnm) más altos del Norte de México: Cerro El Potosí y La Viga, ambos incluidos en AP (Moreno, 2005).

La relación entre elevación y diversidad biológica fue analizada por Koleff *et al.,* (2009), registrando que las ecorregiones con mayor rango de elevación y superficie tienden a tener más tipos de vegetación primaria (CONABIO *et al.,* 2007); sin embargo, la ecorregión 13.3.1.1 en la Sierra Madre Oriental, presenta el mayor número (24) de tipos de vegetación natural en México, no obstante que sólo abarca cerca de 4,796,070 hectáreas (ubicada en el lugar 13 por su tamaño a nivel nacional) y un gradiente altitudinal de los 486 a los 3,700 msnm, por lo que es superada por el Eje Neovolcánico Transversal.

La cubierta digital de vegetación y uso del suelo (INEGI, 2009) de Nuevo León, presenta 45 categorías de usos del suelo y tipos de vegetación, 22 de los cuales son tipos de vegetación natural que cubren el 67.6% de la superficie estatal, por debajo de la cobertura nacional de 73% (Cantú *et al.,* 2011b)., esto significa que un tercio del territorio de Nuevo León está cubierto por zonas agropecuarias, vegetación inducida, zonas urbanas y asentamientos humanos, muy por encima de los valores equivalentes a nivel mundial y nacional de 24% y 27%, respectivamente (MEA, 2005; Cantú *et al.,* 2011b). En Nuevo León se registran 21 tipos de vegetación primaria que cubren el 59.7% de la superficie estatal, muy por encima del 49.3% registrado a nivel nacional (Cantú *et al.,* 2011b) (Tabla 2.1).

A nivel nacional, el 89.9% del territorio de todas sus AP contiene vegetación natural y el 11.1% restante se destina a usos antrópicos. Por otra parte, el 73.3% del territorio en AP de México está cubierto por vegetación primaria. En Nuevo León, el 94.6% de su superficie en AP está cubierto por vegetación natural, es decir, que 5.4% de su extensión ha sido modificado antropogénicamente. El 78.9% del territorio de AP está cubierto por vegetación primaria (Cantú *et al.,* 2011b) (Tabla 2.1).

En cuanto al PNCM, el 97.8% de su extensión cuenta con vegetación natural, es decir, sólo el 2.2% de su territorio se destina a usos antrópicos; mientras que el 79% de su superficie está cubierto por vegetación primaria (Tabla 2.1); esto significa que el PNCM supera estos valores de las AP de México y Nuevo León, lo que es indicador de su buen estado de conservación.

2.3.3 LOS VACÍOS Y OMISIONES DE CONSERVACIÓN DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN NUEVO LEÓN

Diez tipos de vegetación natural, que cubren 132,645 ha (2.1% de la superficie de Nuevo León), no están

Tabla 2.1 Relación de la cobertura de los tipos de vegetación natural (**P**: primaria; **S**: secundaria; **ND**: no determinado) y uso del suelo (INEGI, 2009) en las AP de México y Nuevo León con especial énfasis al PNCM.

Vegetación y Uso del Suelo (INEGI, 2009)	Mex (ha)	AP Mex (ha)	AP Mex (%)	NL (ha)	AP NL (ha)	AP NL (%)	PNCM (ha)	PNCM (%) de AP NL
Bosque de oyamel (P)	124,508	77,057	61.9	91	**0**	**0**	0	0
Matorral espinoso tamaulipeco (S)	871,495	26,676	3.1	92,688	**0**	**0**	0	0
Mezquital desértico (S)	345,014	1,662	0.5	15,286	**0**	**0**	0	0
Pastizal gispófilo (S)	88	0	0	88	**0**	**0**	0	0
Pastizal halófilo (P)	1,705,937	79,460	4.7	5,681	**0**	**0**	0	0
Pastizal natural (S)	3,774,364	93,035	2.5	5,992	**0**	**0**	0	0
Selva baja espinosa caducifolia (S)	474,772	8,371	1.8	1,422	**0**	**0**	0	0
vegetación halofila xerófila (S)	170,261	1,469	0.9	5,541	**0**	**0**	0	0
Bosque de tascate (P)	146,133	8,676	5.9	5,856	**0**	**0**	0	0
Matorral espinoso tamaulipeco (P)	2,530,311	85,610	3.4	866,532	**709**	**0.1**	0	0
Mezquital desértico (P)	2,057,798	20,584	1.0	263,570	**271**	**0.1**	0	0
Pastizal cultivado	12,836,317	422,254	3.3	1,037,890	**2,497**	**0.2**	8	0.3
Pastizal natural (P)	6,104,696	437,296	7.2	18,449	**52**	**0.3**	0	0
Cuerpo de agua	1,274,463	187,158	14.7	15,138	**59**	**0.4**	0	0
Chaparral (P)	1,797,470	253,350	14.1	20,821	**108**	**0.5**	0	0
Asentamientos humanos	476,385	10,425	2.2	32,188	**232**	**0.7**	0.1	0.1
Bosque de mezquite (P)	246,539	6,602	2.7	1,586	**12**	**0.7**	0	0
Matorral desértico micrófilo (P)	19,140,649	1,446,450	7.6	674,439	**5,036**	**0.7**	234	4.6
Zona urbana	1,120,287	25,491	2.3	56,471	**574**	**1.0**	2	0.3
Matorral desértico micrófilo (S)	2,127,059	50,444	2.4	47,676	**546**	**1.1**	0	0
Bosque de oyamel (S)	24,531	17,533	71.5	927	**19**	**2.0**	0	0
Agricultura de temporal	22,145,904	889,427	4.0	481,894	**9,946**	**2.1**	1,779	17.9
Sin vegetación aparente (ND)	973,713	506,860	52.1	8,602	**205**	**2.4**	0	0
Agricultura de riego	9,840,039	244,000	2.5	314,675	**8,400**	**2.7**	656	7.8
Pastizal inducido (ND)	6,051,151	520,363	8.6	121,675	**3,275**	**2.7**	1,381	42.2
Bosque de encino (S)	4,617,788	674,876	14.6	63,265	**2,093**	**3.3**	831	39.7
vegetación halofila xerófila (P)	2,361,249	857,379	36.3	112,780	**4,275**	**3.8**	0	0
Bosque de tascate (S)	188,482	35,869	19.0	12,253	**484**	**4.0**	0	0
Matorral submontano (S)	409,110	60,037	14.7	116,870	**4,762**	**4.1**	781	16.4
Matorral desértico rosetófilo (S)	344,340	3,927	1.1	14,891	**825**	**5.5**	0	0
Matorral desértico rosetófilo (P)	10,324,489	1,613,827	15.6	696,180	**44,948**	**6.5**	16,838	37.5
Bosque de pino-encino (P)	5,306,942	931,794	17.6	177,562	**29,457**	**16.6**	24,293	82.5
Selva baja espinosa caducifolia (P)	226,453	16,408	7.2	8,547	**1,728**	**20.2**	0	0
Bosque de pino-encino (S)	2,020,960	148,761	7.4	27,185	**7,043**	**25.9**	6,001	85.2
Matorral submontano (P)	2,350,694	602,539	25.6	625,971	**167,955**	**26.8**	48,694	29.0
Bosque de encino-pino (P)	2,974,999	611,568	20.6	61,005	**19,487**	**31.9**	13,511	69.3
Bosque de pino (P)	5,112,416	594,554	11.6	122,331	**41,759**	**34.1**	9,988	23.9
Pastizal gispófilo (P)	41,340	6,919	16.7	19,765	**6,869**	**34.8**	0	0
Bosque de encino (P)	6,620,471	1,027,567	15.5	106,344	**39,790**	**37.4**	21,905	55.1
Tular (ND)	911,503	524,244	57.5	1,794	**763**	**42.5**	0	0
Bosque de encino-pino (S)	2,627,394	283,246	10.8	10,968	**5,830**	**53.2**	5,300	90.9
Bosque de pino (S)	2,491,862	351,288	14.1	84,306	**49,182**	**58.3**	17,653	35.9
Bosque de ayarín (S)	13,623	5,590	41.0	2,077	**2,077**	**100.0**	2,020	97.3
Matorral de coníferas (S)	328	328	100.0	66	**66**	**100.0**	0	0
Bosque de ayarín (P)	26,336	13,768	52.3	1,621	**1,621**	**100.0**	1,559	96.2
TOTAL	**145,330,663**	**13,784,739**	**9.5**	**6,360,958**	**462,949**	**7.3**	**173,434**	**37.5**

representados en sus AP, es decir son vacíos de conservación (Tabla 2.1, Figura 2.4).

Por otra parte, son 14 los tipos de vegetación reportados como omisiones de conservación, es decir, con coberturas en AP por abajo de la media nacional protegida (12%), entre los que destacan el matorral espinoso tamaulipeco, el matorral desértico rosetófilo y el matorral desértico micrófilo como las fitocenosis con la mayor cobertura en Nuevo León con 13.6%, 10.9% y 10.6%, respectivamente (Tabla 2.1, Figura 2.4).

Los bosques templados (bosque de ayarín, bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de táscate y chaparral) cubren el 11% de la superficie de Nuevo León; mientras que estos mismos tipos de vegetación representan el 59.5% de la superficie total del PNCM (Tabla 2.1).

El 98% del PNCM está cubierto por vegetación natural de cuyos tipos destaca el matorral submontano primario por tener la mayor cobertura (28%) dentro del Parque, seguido del bosque de pino-encino primario (14%), bosque de encino primario (12.5%) y bosque de pino secundario (10.2%) (Tabla 2.1, Figura 2.4).

Con base a lo anterior, se deduce que sólo 10 de los 22 tipos de vegetación natural de Nuevo León, que cubren sólo el 19.6% de su territorio, están representados en sus AP por encima de la media nacional protegida (Tabla 2.1, Figura 2.4).

En lo que hace a los 21 tipos de vegetación primaria registrados en Nuevo León, 8 se encuentran dentro de los límites del PNCM.

En cuanto a la representatividad de los tipos de vegetación natural en las AP, sólo tres tipos (bosque de oyamel, bosque de táscate y pastizal halófilo) cuya cobertura es marginal en el Estado, son vacíos de conservación. Debe destacarse que sólo dos de los tres tipos de matorrales xerófilos en condición primaria (matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo), presentes en el PNCM, son omisiones de conservación en N.L. La cobertura del resto de los tipos de vegetación presentes en el PNCM, están representados por encima de la media nacional protegida (Tabla 2.2 y Figura 2.4).

Otro importante instrumento político de conservación en N.L. lo constituyen sus 969 Unidades para el Manejo y Conservación de la Vida Silvestre (UMA), cuya cobertura de 1,058,943 ha superan por mucho a las AP del estado (Cantú *et al.,* 2011a). Las UMA incorporan principalmente cuatro tipos de vegetación que son omisiones de conservación: matorral espinoso tamaulipeco, mezquital desértico, pastizal natural y vegetación halófila xerófila, que en suma representan 40% de las 731,735 ha de las UMA registradas en la base de datos cartográficos del presente estudio (Figura 2.5).

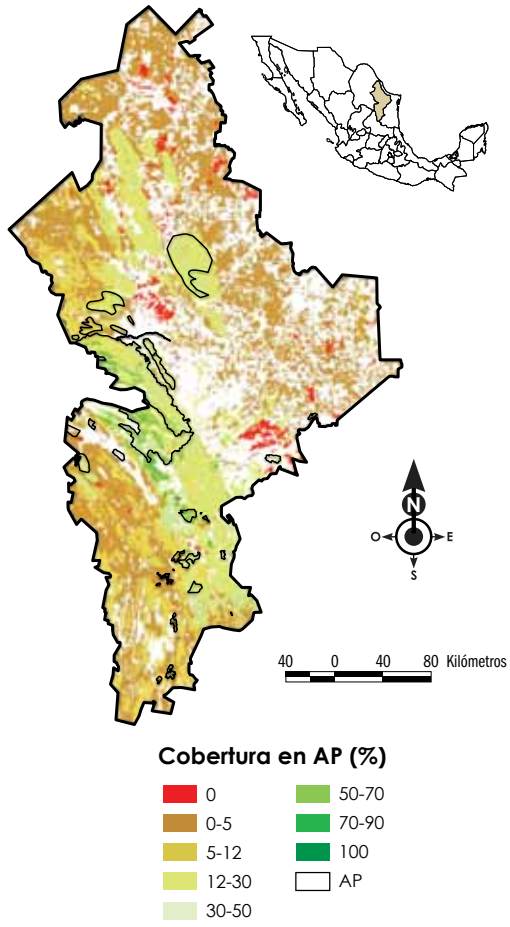


Figura 2.4 Cobertura de los tipos de vegetación natural en las AP del estado de Nuevo León.

Las UMA de Nuevo León tienen una cobertura territorial que duplica la superficie en AP. Sin embargo, sólo se dispone de información cartográfica de 358, de las 969 UMA existentes (DGVS-SEMARNAT, 2008). No obstante, estas 358 UMA cubren 611,970 hectáreas, equivalentes al 9.5% de la superficie estatal. Si se añade a la superficie de las AP la de las UMA, se alcanzan las 731,735 ha (Figura 2.5).

Las UMA contribuyen a superar las actuales omisiones de conservación de cuatro tipos de vegetación en condición primaria: pastizal natural, matorral espinoso tamaulipeco, mezquital desértico y vegetación halófila xerófila, así como a incrementar la superficie de las AP de otros 6 tipos de vegetación primaria (Figura 2.5).

Por otra parte, se debe considerar que las UMA se extienden desde los 77 hasta los 2,580 msnm, cubriendo un gradiente de elevación de 2,503 metros más amplio que todas las AP de NL, exceptuando el AP Porción Sierra de Arteaga y el PNCM. Dentro del PNCM, destaca la presencia de la UMA particular La

Tabla 2.2 Relación de la cobertura de los tipos de vegetación primaria (INEGI, 2009) en las AP de México y Nuevo León con especial énfasis al PNCM.

Vegetación y Uso del Suelo (INEGI, 2007)	Mex (ha)	AP Mex (ha)	AP Mex (%)	NL (ha)	AP NL (ha)	AP NL (%)	PNCM (ha)	PNCM (%) de AP NL
Bosque de oyamel	124,508	77,057	61.9	91	**0**	**0.0**	0	0.0
Pastizal halófilo	1,705,937	79,460	4.7	5,681	**0**	**0.0**	0	0.0
Bosque de tascate	146,133	8,676	5.9	5,856	**0**	**0.0**	0	0.0
Matorral espinoso tamaulipeco	2,530,311	85,610	3.4	866,532	**709**	**0.1**	0	0.0
Mezquital desértico	2,057,798	20,584	1.0	263,570	**271**	**0.1**	0	0.0
Pastizal natural	6,104,696	437,296	7.2	18,449	**52**	**0.3**	0	0.0
Chaparral	1,797,470	253,350	14.1	20,821	**108**	**0.5**	0	0.0
Bosque de mezquite	246,539	6,602	2.7	1,586	**12**	**0.7**	0	0.0
Matorral desértico micrófilo	19,140,649	1,446,450	7.6	674,439	**5,036**	**0.7**	234	4.6
Sin vegetación aparente	973,713	506,860	52.1	8,602	**205**	**2.4**	0	0.0
Vegetación halófila xerófila	2,361,249	857,379	36.3	112,780	**4,275**	**3.8**	0	0.0
Matorral desértico rosetófilo	10,324,489	1,613,827	15.6	696,180	**44,948**	**6.5**	16,838	37.5
Bosque de pino-encino	5,306,942	931,794	17.6	177,562	**29,457**	**16.6**	24,293	82.5
Selva baja espinosa caducifolia	226,453	16,408	7.2	8,547	**1,728**	**20.2**	0	0.0
Matorral submontano	2,350,694	602,539	25.6	625,971	**167,955**	**26.8**	48,694	29.0
Bosque de encino-pino	2,974,999	611,568	20.6	61,005	**19,487**	**31.9**	13,511	69.3
Bosque de pino	5,112,416	594,554	11.6	122,331	**41,759**	**34.1**	9,988	23.9
Pastizal gipsófilo	41,340	6,919	16.7	19,765	**6,869**	**34.8**	0	0.0
Bosque de encino	6,620,471	1,027,567	15.5	106,344	**39,790**	**37.4**	21,905	55.1
Tular	911,503	524,244	57.5	1,794	**763**	**42.5**	0	0.0
Bosque de ayarín	26,336	13,768	52.3	1,621	**1,621**	**100.0**	1,559	96.2
TOTAL	**71,084,645**	**9,722,510**	**13.7**	**3,799,528**	**365,042**	**9.6**	**137,022**	**37.5**

Mora cuya superficie comprende 4,566 hectáreas en el municipio de Montemorelos, N.L. (Figuras 2.1 y 2. 3).

2.3.4 LOS VACÍOS Y OMISIONES DE GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Actualmente, las 37 AP de Nuevo León se pueden considerar vacíos u omisiones de administración, ya que aquellas que cuentan con Programas de Manejo (las AP estatales) están desactualizados al haber sido concluidos en el año 2002. Mientras que las AP federales, o carecen de Programa de Manejo (Zonas de Restauración de Lobo Mexicano y El Sabinal), está en proceso (Monumento Natural Cerro de La Silla) o bien, como en el caso del PNCM, no ha sido publicado.

El principal problema en la gestión de las AP es que los gobiernos destinan un escaso presupuesto a los aspectos ambientales. En los 35 países que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el gasto público que se destina al ambiente no supera el 2% del PIB (PNUMA, 2010), mientras que en México el gobierno Federal sólo destina el 1.48% de su Gasto Público a la SEMARNAT, lo que equivale aproximadamente al 0.15% del PIB nacional (CDHCU, 2011). En el caso de Nuevo León, la situación es aún peor, ya que de cada 100 pesos que gasta el Gobierno Estatal, destina sólo 1.26 pesos a la Secretaría de Desarrollo Sustentable, lo que significa que por cada 100 pesos de riqueza que se genera en el Estado, se le retornan al ambiente menos de 13 centavos de dinero público (SGGNL-CAJ, 2011).

2.3.5 EL PNCM EN EL CONTEXTO DEL AMM

De los 51 municipios de N.L., 18 carecen de AP, los cuales representan el 30% del territorio estatal. Por el contrario, los municipios de Rayones, Santa Catarina y Santiago tienen la mayor cobertura de AP con 90.3%, 87.5% y 78.8%, respectivamente (Figura 2.6).

Nuevo León ha tenido un crecimiento urbanístico desordenado. El AMM consta de 9 municipios que suman 3,148.1 kilómetros cuadrados, lo que representa el 5% del territorio estatal, siendo ahí donde se encuentra una cuarta parte (119,721 ha) de la superficie en AP de Nuevo León, de las cuales 84,109 ha (70%) corresponden al PNCM; de ahí su gran importancia como una reserva ecológica estratégica, proveedora de los servicios ambientales para la sociedad y particularmente

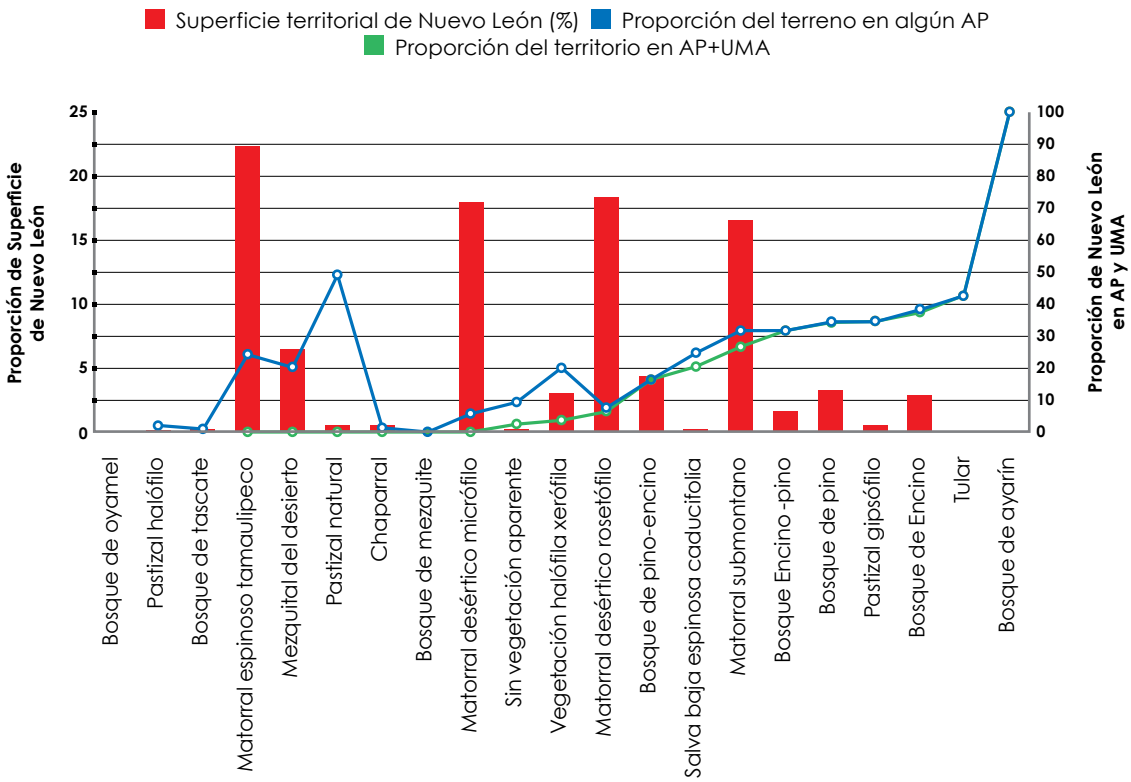


Figura 2.5 Relación proporcional de los tipos de vegetación natural primaria (INEGI, 2009) en Nuevo León respecto a su cobertura en AP y UMA.

para los habitantes del AMM (Figura 2.7).

La mancha urbana del AMM se extiende sobre 718 kilómetros cuadrados en donde viven 4.1 millones de los 4.6 millones de habitantes de Nuevo León; es decir, en tan sólo el 1% de la superficie estatal vive el 89% del total de sus habitantes del estado. Actualmente, la densidad poblacional del AMM es de 1,103 habitantes por kilómetro cuadrado si se considera la extensión total del AMM y 5,710 habitantes por kilometro cuadrado si sólo se toma en cuenta la mancha urbana, muy cerca de los 5,937 habitantes por kilómetro cuadrado del Distrito Federal que es la entidad con mayor densidad poblacional del país (INEGI, 2010). El incremento más importante en el número de habitantes del AMM ocurrió en el periodo de 1990-1995, en el que la población creció en 414,454 personas (Plan Estatal de Desarrollo de la Región Periférica del Estado de Nuevo León, 2008). Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010), en el lapso de una generación humana, es decir, para el año 2030, Nuevo León tendrá aproximadamente un millón de nuevos habitantes, 90 por ciento en el AMM; lo que agudizará sus ya de por sí graves problemas ambientales: escasez de agua, contaminación, pérdida de áreas verdes, riesgos geológicos e hidrológicos, hacinamiento, congestionamientos viales, inseguridad, entre muchos otros. Proyecciones realizadas por expertos sobre el crecimiento poblacional del AMM, establecen que alcanzará su límite en los 8 millones de habitantes, el doble de la población actual, lo que representa una seria amenaza para sus áreas silvestres adyacentes y, por consiguiente, un enorme reto para la viabilidad de la ciudad (Cantú *et al.,* 2010).

Sin lugar a dudas, la amenaza más importante para el PNCM es el acelerado desarrollo urbanístico de sus áreas adyacentes. La falta de una regulación efectiva ha propiciado la especulación de empresarios que pretenden urbanizar los cañones del PNCM, entre los que destaca Valle de Reyes en las proximidades de la Huasteca. No obstante que la empresa Agua y Drenaje de Monterrey ha reconocido que en los pozos localizados en estos cañones se extrae, al menos, 10% del agua que consumen los habitantes del AMM.

Si se llegara a realizar alguno de estos proyectos urbanísticos dentro del PNCM en aras de continuar el crecimiento del AMM, se afectaría aún más la ya de por sí deteriorada condición ecológica del AMM en

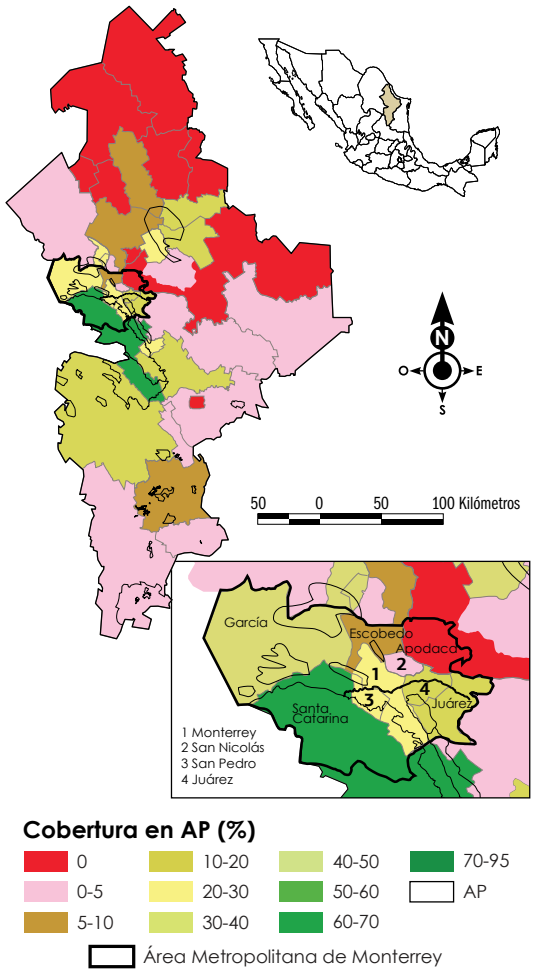


Figura 2.6 Cobertura de las AP en los municipios de Nuevo León, destacando en el recuadro los nueve municipios del AMM.

cuyas estribaciones encontramos todavía especies y ecosistemas silvestres que proveen invaluables servicios ambientales a la sociedad regiomontana.

Estudios recientes sobre la función de las AP como reservorios de agua, indican que un tercio de las 105 ciudades más pobladas del mundo protegen sus bosques por ser la fuente de abastecimiento de agua para sus habitantes. En la ciudad de Los Ángeles, California, 265,400 hectáreas de bosques protegidos abastecen el 98% del agua que consumen sus 4 millones de habitantes. En la ciudad de Tokio, Japón, el 97% del agua que consumen sus 8 millones de habitantes proviene de ríos cuyas cuencas están en 263,200 hectáreas de bosques protegidos. En Melbourne, Australia, el 90% del agua que consumen sus 4 millones de habitantes proviene de 110,900 hectáreas de bosques protegidos. De igual manera sucede en otras grandes ciudades, tales como Yakarta, Nueva York, Karachi, Río de Janeiro, Mumbai y Johannesburgo (Dudley y Stolton, 2003).

De manera similar, el 98% del agua potable (48.3 m3/segundo) que usan los más de 8 millones de habitantes de la ciudad de Nueva York, y más de 1 millón de personas de sus alrededores, procede del sistema montañoso Catskill/Delaware al Oeste del Río Hudson. Dicha cuenca cubre un total de 510,750 hectáreas y es objeto de un escrupuloso programa de conservación por parte de las autoridades de la ciudad de Nueva York para garantizar el abastecimiento de agua para sus habitantes (NY-DWS, 2005).

En México, las AP aportan casi 3.4 mil millones de dólares anuales en servicios ambientales, lo que representa que por cada dólar de gasto público federal se recuperan 52 dólares en servicios ambientales. De estos 3.4 mil millones de dólares en servicios ambientales, 135.6 millones de dólares (4%) corresponden a la provisión de agua para consumo humano (Bezaury-Creel, 2009b).

No obstante que la empresa Agua y Drenaje tiene ya un proyecto para traer agua (20 metros cúbicos por segundo) del sur de México, a fin de abastecer la creciente

demanda del AMM, que según algunos urbanistas tendrá su límite de crecimiento en los 8 millones de habitantes, por lo que podrían subestimar al PNCM, sin embargo, los múltiples servicios ambientales que provee, además de ser el reducto más importante de ecosistemas silvestres del AMM que vinculan a los regiomontanos con la naturaleza, lo hacen imprescindible.

2.4 CONCLUSIONES

El PNCM es por su extensión y proximidad al AMM el AP más importante de Nuevo León, además de proveer invaluables servicios ambientales a la sociedad y particularmente a los regiomontanos.

El 97.8% de la extensión del PNCM cuenta con vegetación natural, es decir, sólo el 2.2% de su territorio se destina a usos antrópicos; mientras que el 79% de su superficie está cubierto por vegetación primaria.

Los bosques templados de ayarín, de encino, de encino-pino, de oyamel, de pino, de pino-encino, de táscate y chaparral cubren el 59.5% de la superficie del PNCM, mientras que de Nuevo León representan sólo el 11% del total de su superficie.

En el AMM se encuentran 119,721 ha (25%) de la superficie de AP de Nuevo León, de las cuales 84,109 ha (70%) corresponden al PNCM.

El PNCM es una reserva estratégica como fuente de servicios ambientales para el AMM, su conservación es determinante en la calidad de vida de los regiomontanos por lo que es urgente que sociedad y gobierno trabajen conjuntamente en aras de su protección.

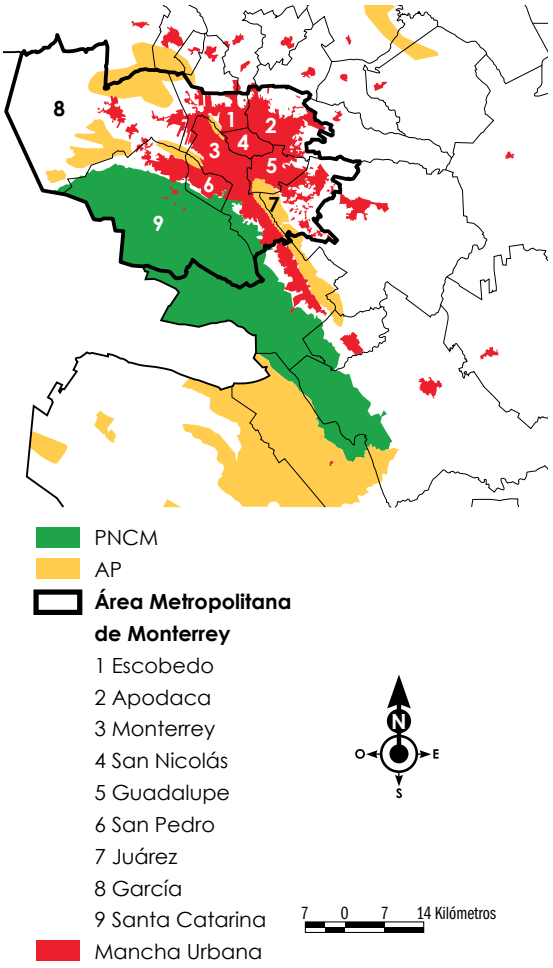


Figura 2.7 Mancha urbana del AMM y municipios vecinos respecto a la cobertura de las AP, destacando el PNCM.

2.5 LITERATURA CITADA

Allen, W. 1999. International Handbook of National Parks and Nature Reserves. Greenwood Press, Greenwood, CT, USA.

Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres. L.M. Ochoa Ochoa. 2012. Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Federales y Áreas Bajo Manejo de Conservación Federal en México, Modificada y adaptada de CONANP 2012 - Versión 2.0, 06/30/2012. 8 capas ArcGIS 9.2 + 3 capas Goggle Earth KMZ + 1 Archivo de metadatos Word. En: Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres, L.M, Ochoa-Ochoa, M. Castro-Campos. 2012. Áreas Naturales Protegidas y Otros Espacios Destinados a la Conservación, Restauración y Uso Sustentable de la Biodiversidad en México. The Nature Conservancy-México. Capas ArcGIS en formato CD.

Bezaury-Creel, J., D. Gutiérrez Carbonell et al. 2009a. Áreas Naturales Protegidas y Desarrollo Social en México, en Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, Pp. 385-431.

Bezaury-Creel, J. E. 2009b. El Valor de los Bienes y Servicios que las Áreas Naturales Protegidas Proveen a los Mexicanos. The Nature Conservancy Programa México – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. Pp. 32.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (CDHCU). 2011. Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2012. DOF. Diciembre 2011. Pp. 197.

Cantú, C., R.G. Wright, J.M. Scott y E. Strand. 2003. Conservation assessment of current and proposed reserves of Tamaulipas state, Mexico. Natural Areas Journal 23: 220-228.

Cantú, C., R.G. Wright, J.M. Scott y E. Strand. 2004. Assessment of current and proposed nature reserves of Mexico based on their capacity to protect geophysical features and biodiversity. Biological Conservation 115: 411-417.

Cantú, A. C; González, S. F; Koleff, O. P; Uvalle, S. J; Marmolejo, M. J; García H. J; Rentería A.L; Delgadillo V. J; Resendiz I. C. & Ortíz H. E. 2011a. El Papel de las UMA en la Conservación de los tipos de vegetación de Coahuila, México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. México. Vol. 2. Nr. 6. Pp. 113-124.

Cantú, C., J. Marmolejo, J. Uvalle, F. González, A. Moreno. 2011b. Diseño de Corredores en el Estado de Guerrero, México. Rporte Técnico CONABIO-CBM. México. Pp. 62.

Cantú, C., F. González, J. Marmolejo y J. Uvalle. 2010. Paisaje y Aspectos Turísticos, en: Cantú, C. *et al.* (eds.), Biodiversidad y Conservación del Monumento Natural Cerro de La Silla, México. UANL-CONABIO-CONANP. México. Pp. 106-133.

Chape, S., Spalding, M. y Jenkins, S. 2008. The World's Protected Areas. Status, Values and Prospects in the 21st Century. UNEP-WCMC, Cambridge, England.

CONABIO, 2008. División, política, estatal, 1:250,000 entidades, federativas, estados. México.

C**ONABIO, CONANP, TNC, PRONATURA y UANL.** 2007. Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Programa México Pronatura.

CONAPO. 2010. Consejo Nacional de Población. Disponible en *http://www.conapo.gob.mx.* (julio de 2010).

De la Maza, R. y J. De la Maza. 2005. Historia de las áreas naturales protegidas en México. Programa agua, medio ambiente y sociedad. Documento de trabajo Núm. 5. El Colegio de México Fundación Gonzalo Río Arronteunam, México.

Dirección General de Vida Silvestre, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (DGVS-SEMARNAT). 2008. Base de datos de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) de México. México. D.F.

Dudley, N. y S. Stolton. 2003. Can protected areas quench our thirst? Conservation in Practice. Vol. 4. Nr. 4. Pp. 30-31.

Grove, R. 1995. Green Imperialism: Colonial Expansion, Tropical Island Edens and the Origins of Environmentalism, 1600-1860. Cambridge University Press, UK.

Halffter, G. 1984. Las Reservas de la Biosfera: Conservación de la Naturaleza para el Hombre. Acta Zoológica Mexicana. Nr. 5. 50 pp. Instituto de Ecología, A.C. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2012. Áreas Geoestadísticas Municipales. http://mapserver.inegi.gob.mx/data/mgm/

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1998. Modelo digital del terreno. Escala 1:250,000, Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2009. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, Serie 4 (continuo nacional), escala 1:250,000. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. Resultados Preliminares del Censo Demográficos 2010. INEGI, Aguascalientes, México.

IUCN. 1994. Guidelines for Protected Areas Management Categories. UICN. Cambridge, UK and Gland, Switzerland. Pp. 261.

Koleff, P., M. Tambutti, I. J. March, R. Esquivel, C. Cantú, A. Lira-Noriega et al. 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, Pp. 651-718.

Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, Pp. 283-322.

MEA, 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press. England.

Melo, C. 1978. Ensayo metodológico para la planificación del Parque Nacional Desierto de los Leones, D.F. Tesis de Maestría en Geografía. Colegio de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. Pp.162.

Moreno, P. 2005. Gran atlas de México. Ed. Planeta. Pp. 146.



CAPÍTULO

3

CAPITAL NATURAL

ÁREAS PROTEGIDAS Y PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN EN EL NORESTE DE MÉXICO

Patricia Koleff Osorio[1], Sylvia P. Ruiz González[1], Tania Urquiza Haas[1] y Wolke Tobón[1]

[1]Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio-Semarnat)

pkoleff@conabio.gob.mx

Koleff-Osorio, P., S. Ruiz-González, T. Hurquiza-Haas y W. Tobón. 2013. Capital Natural, Áreas Protegidas y Prioridades de Conservación en el Noreste de México, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 27-35.

Capital Natural, Áreas Protegidas y Prioridades de Conservación en el Noreste de México

Patricia Koleff Osorio, Sylvia P. Ruiz González, Tania Urquiza Haas y Wolke Tobón

3.1 INTRODUCCIÓN

Los cambios en el planeta como resultado de la forma de desarrollo de las diferentes sociedades modernas, con un incremento acelerado de la población y de la demanda de recursos y energía, han llevado a la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas. Tal es la magnitud de la huella humana en los ecosistemas, y la tasa a la que ocurre la pérdida de la diversidad biológica, que se ha introducido el término Antropoceno para denominar la era geológica actual (Crutzen, 2002). Lo anterior ha puesto en el centro de diversas discusiones la importancia de transmitir el valor fundamental de los bienes y servicios ambientales que brindan los ecosistemas a los seres humanos (MA, 2005; Conabio, 2008-2009).

Los procesos y funciones en los ecosistemas, particularmente aquellos en buen estado de conservación, permiten la regulación de diversos servicios ambientales, como la purificación del aire y del agua, la mitigación de las sequías e inundaciones, la generación y conservación de los suelos, el reciclaje de nutrientes, la polinización de cultivos, y el control de pestes agrícolas y de enfermedades, entre otros (MA, 2005). Asimismo, obtenemos beneficios directos, los llamados servicios de provisión, como son el agua dulce, la madera, las fibras, los combustibles y los alimentos producidos en sistemas agrícolas y pecuarios que se derivan de la acción humana (Balvanera *et al.,* 2009). Todos los servicios ambientales que nos brindan los ecosistemas, tanto los tangibles como los intangibles, son indispensables para mantener las condiciones de vida en el planeta y el bienestar humano. Al conjunto de ecosistemas en un país, los organismos que contienen, y los bienes y servicios ambientales que generan como resultado de sus procesos naturales se le denomina capital natural (Sarukhán *et al.,* 2012).

El concepto de valorar el capital natural, y medir el costo asociado a su pérdida, es cada día más un elemento crucial a considerar en el desarrollo económico y social de los países; ya que constituye la base necesaria para mantener la actividad productiva generada por otros capitales (Figura 3.1). Durante mucho tiempo se consideraron sin valor (o gratuitos) los beneficios indivisibles de la naturaleza. Esta concepción simplista y de corto plazo ha puesto en riesgo el bienestar y la supervivencia misma de la humanidad (TEEB, 2010). Las decisiones acerca de cómo modificar los ecosistemas para incrementar algunos bienes y servicios ambientales a costa de la pérdida de otros se denominan transacciones en el manejo de ecosistemas (trade-offs, en inglés). Por ejemplo, transformar un sistema natural en un sistema agrícola con uso de fertilizantes y plaguicidas, incrementa el servicio de provisión de alimentos, pero disminuye la calidad y fertilidad del suelo, contamina los sistemas acuáticos, entre otras afectaciones, por lo que disminuye el suministro de otros servicios ecosistémicos en diferentes escalas de tiempo y espacio (Rodríguez *et al.,* 2006).

Figura 3.1. El capital natural y sus derivaciones en la sociedad es el que provee las condiciones que hacen posible la vida, a partir del cual se derivan otros capitales. Tomada de Forum from the future (2011).



De esta manera, se estima que entre 1976 y 2007 se perdieron casi diez millones de hectáreas de vegetación primaria y ocho millones de hectáreas de vegetación secundaria en México (Cuevas *et al.,* 2010). Los tipos de vegetación que han perdido mayor cobertura en este tiempo son las selvas, los bosques y los matorrales xeròfilos (Semarnat, 2008; Cuevas *et al.,* 2010). Esto es particularmente grave si se considera que el país alberga entre 10 y 12% de la biodiver-

Tabla 3.1 Superficie y número de municipios de tres estados del Noreste de México. Se muestra la cobertura de uso del suelo y el estado de conservación de la vegetación natural de los tres estados de este estudio, indicando la superficie en km² (y porcentaje de área) de las diferentes coberturas (Fuente: INEGI, 2009).

	Coahuila		Nuevo León		Tamaulipas		Total	
Superficie (km²)	**150,606**		**63,609**		**76,999**		**291,215**	
No. de municipios	**38**		**51**		**43**		**132**	
Vegetación total (km²)	**139,703**		**44,227**		**38,781**		**222,711**	
Vegetación primaria	120,446	(80.0%)	37,683	(59.2%)	26,409	(34.3%)	**184,537**	**(63.4%)**
Vegetación secundaria	12,945	(8.6%)	5,015	(7.9%)	11,390	(14.8%)	**29,350**	**(10.1%)**
Uso agrícola, pecuario, forestal	9,849	(6.5%)	18,345	(28.8%)	35,968	(46.7%)	**64,162**	**(22.0%)**

sidad del mundo, en específico las selvas húmedas albergan la mayor parte de la biodiversidad del país y las selvas secas y los matorrales concentran una gran cantidad de especies endémicas (Semarnat, 2008; Sánchez-Colón *et al.,* 2009; Sosa y De-Nova, 2012; Trejo y Dirzo, 2002). A pesar de ello, la pérdida de vegetación se ha dado en todo el país. Se ha descrito que esta pérdida ha sido fundamentalmente causada por la expansión de coberturas de uso de suelo, asociados a la ganadería (aproximadamente 50%), la agricultura (aproximadamente 48%) y la urbanización (aproximadamente 2%) (Bravo-Peña *et al.,* 2010; Cuevas *et al.,* 2010). Aunque esto varía de acuerdo a los diferentes tipos de vegetación; por ejemplo, en los bosques y selvas, las principales causas de pérdida de cobertura vegetal son las actividades agrícolas y pecuarias (que muchas veces utilizan el fuego para abrir campos viejos), mientras que en los matorrales xerófilos las actividades ganaderas han causado la degradación de zonas muy extensas de esta vegetación por el sobrepastoreo (Semarnat, 2008; Sánchez-Colón *et al.,* 2009). Además, en los distintos tipos de vegetación la extracción desmedida de los recursos forestales (ej. mezquites para carbón y leña) y no forestales (ej. extracción excesiva de cactáceas, cacería de fauna silvestre) causa afectaciones directas a las poblaciones de flora y fauna, lo que puede tener consecuencias importantes en el funcionamiento de estos ecosistemas (Naranjo *et al.,* 2010; Semarnat, 2008).

Es importante destacar que, si bien el crecimiento urbano representa el menor porcentaje en cobertura de uso del suelo, actualmente es el que presenta una mayor tasa de expansión en algunas regiones de país (Semarnat, 2008). El desarrollo y crecimiento de las zonas urbanas ocasionan cambios importantes sobre los ecosistemas originales; cambiando sus características parcial o completamente (Mohar y Rodríguez Aldabe, 2008). Sin embargo, el mayor impacto ocasionado por las zonas urbanas es indirecto. Esto se debe a que al ser sistemas cerrados requieren de otras zonas para satisfacer las necesidades de recursos y servicios ambientales por parte de la población que habita en ellas, como alimentos, energía, recreación, disposición de residuos, etc. Para esto se transforman grandes extensiones de diferentes ecosistemas que pueden estar adyacentes o bien estar alejados de las ciudades (Pisanty *et al.,* 2009).

En los tres estados del noreste del país considerados en este documento (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas), también ha habido grandes cambios en el uso del suelo (Figura 3.2). Como se describe en el Tabla 3.1, la pérdida de cobertura vegetal ha sido mayor en Tamaulipas, donde la vegetación primaria representa tan solo 34% de la vegetación total y la secundaria un poco menos de 15%. Esto ha amenazado la permanencia de la gran diversidad biológica de la región, resultado de las características orográficas del noreste del país que han dado como resultado un gran número de paisajes que contienen una gran diversidad de especies y endemismos (Semarnat *et al.,* 2008; Sosa y DeNova, 2012). Entre los principales factores de cambio en este estado se encuentran las actividades de extracción petrolera. En Coahuila la agricultura y ganadería han ido incrementando su presencia, ocupando actualmente 6.5% de la vegetación original y poniendo en riesgo sitios únicos como el Valle de Cuatrociénegas -un sistema de humedales dentro del desierto Chihuahuense- que destaca en el ámbito mundial por contar con una diversidad y un grado de endemismo extraordinarios, similar al de las Islas Galápagos. Asimismo, es considerado como el único sitio en el mundo que cuenta con las condiciones para estudiar la evolución temprana de la vida en la Tierra (Souza *et al.,* 2004; Cortés *et al.,* 2009).

Nuevo León, considerado como uno de los estados más vanguardistas que alberga una de las mayores metrópolis del país, ha tenido junto con su desarrollo industrial, de negocios e infraestructura, un crecimiento urbanístico desordenado[1] (Cantú *et al.,* 2010). Todo ello ha ocasionado la pérdida de la cobertura vegetal original; la vegetación primaria del estado ocupa cerca

de 59% de territorio y la secundaria 8% (Tabla 3.1). Este crecimiento urbano ha causado presiones fuertes sobre las áreas protegidas (AP) que rodean a las ciudades. Una tercera parte de la superficie protegida en el estado (11 de las 38 AP) rodea el área metropolitana de Monterrey. El cambio de uso del suelo en esta zona traería consecuencias negativas para los habitantes de la ciudad, ya que los bosques son la fuente principal de abastecimiento de agua de muchas ciudades (entre 90 y 98%) (Dudley y Stolton, 2003). Aunque no se ha estudiado con detalle la captación de agua en las AP del área metropolitana de Monterrey, se estima que tan sólo en la porción de la Huasteca (dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey) se produce al menos 10% del agua que demanda el área metropolitana (Cantú *et al.,* 2010). Además, se estima que los árboles de la región boscosa del Noreste del país cuentan con una alta capacidad de captura de carbono (alrededor de 50% de su volumen total es carbono) (Conafor, 2008). Por último, se considera que la reducción de las áreas verdes en las ciudades disminuye la calidad de vida de sus habitantes, ya que estas regulan de manera directa la calidad del aire, la temperatura y el ruido (PNUMA, 2008). Todo esto indica que los impulsos de la generación de riqueza material que se requieren para crear empleos e ingresos económicos para la población, tienen costos ambientales significativos que no se han considerado, ya que no se habían valorado las transacciones en el manejo de los ecosistemas, ni su valor económico.

La idea de valorar económicamente los servicios ambientales es muy reciente (MEA, 2005; Semarnat, 2008). A pesar de que no es posible obtener un valor económico para todos los bienes y servicios ambientales, existen diversos métodos para estimar el valor económico de algunos de ellos. Éstos consisten en estimar el valor económico que se genera gracias a ciertos servicios ambientales; por ejemplo, el valor de la polinización se puede estimar a partir de las ganancias económicas generadas por la producción de cultivos agrícolas que dependen de dicho servicio ambiental. Otro método, consiste en calcular los gastos que se tienen que realizar para revertir los daños ocasionados por la pérdida de uno o varios servicios ambientales, por ejemplo, en restaurar ecosistemas, combatir plagas y enfermedades, etc. De esta manera, se ha calculado que el valor económico de los servicios ambientales en el mundo se encuentra alrededor de 38 trillones de dólares americanos (actualizado al valor de los dólares para el año 2000) (Costanza *et al.,* 1997; Balmford *et al.,* 2002). Sin embargo, es probable que este valor esté subestimado debido a que, como se mencionó anteriormente, existen muchos servicios ambientales que no se pueden valorar con estos métodos.

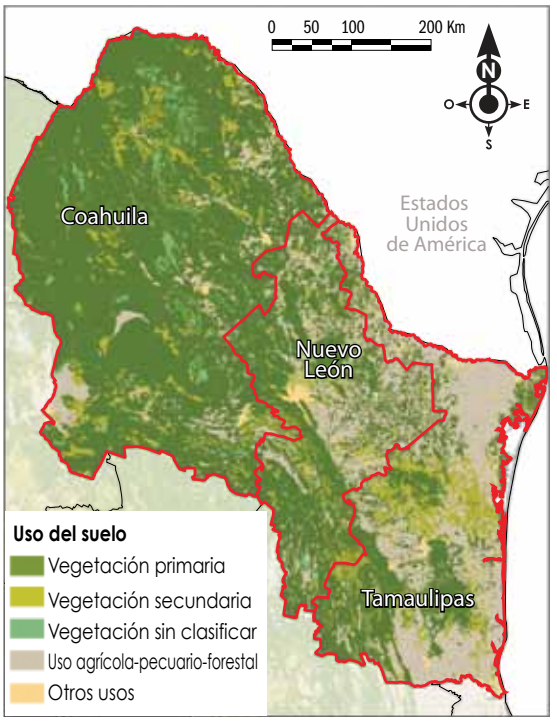


Figura 3.2 Uso del suelo y vegetación en el Noreste de México (INEGI, 2009).

En el caso de México, existen ya varios ejemplos dónde se han valorado servicios ambientales. Uno de ellos es en el Golfo de California, donde se ha encontrado que la producción de peces y cangrejos se encuentra directamente relacionada con la abundancia de los manglares; el valor económico de esta producción se estima entre 37,500 dólares por hectárea por año de manglar (Aburto-Oropeza *et al.,* 2008). Otro ejemplo es que en los últimos diez años se han gastado más de 1,200 millones de pesos para erradicar plagas y enfermedades que se han expandido como consecuencia de la reducción y homogeneización de la biodiversidad en los paisajes agropecuarios (Balvanera y Cotler *et al.,* 2009). En el ámbito nacional, se calcula que el costo del deterioro ambiental en el periodo de 1996 a 2010 fue de entre 7 y 10% del PIB (INEGI, 2012).

[1] El área metropolitana de Monterrey comenzó a crecer incorporando municipios periféricos a partir de 1960. En el periodo de 1970 a 2005 pasó de una extensión de 245,611 a 324,880 hectáreas (López Estrada, 2009). En 2010 esta área contaba con aproximadamente 3,896,479 habitantes, es decir, alrededor de 87.3% de la población de Nuevo León (INEGI, 2010).

Tabla 3.2 Superficie en km² (y porcentaje de área) de las áreas protegidas: ANP (Conanp, 2011) áreas protegidas: AP (Conabio *et al.*, 2010), sitios prioritarios terrestres: SPT (Conabio *et al.,* 2007), sitios prioritarios acuáticos epicontinentales: SPAE (Conabio-Conanp, 2010), sitios de atención prioritaria 10% de la superficie del país (SAP10), sitios de atención prioritaria 20% de la superficie del país (SAP20), sitios de atención prioritaria 30% de la superficie del país (SAP30) (Conabio, 2012).

	Coahuila		Nuevo León		Tamaulipas		Total	
	km²	(%)	km²	(%)	km²	(%)	km²	(%)
ANP	23,227	(15.4)	2,853	(4.5)	3,405	(4.4)	**29,485**	**(10.1)**
AP	23,983	(15.9)	4,633	(7.3)	5,514	(7.2)	**34,129**	**(11.7)**
SPT	49,386	(32.8)	9,931	(15.6)	29,577	(38.4)	**88,894**	**(30.5)**
SPAE	19,261	(12.8)	18,399	(28.9)	29,841	(38.8)	**67,502**	**(23.2)**
SAP10	20,805	(13.8)	4,420	(6.9)	7,750	(10.1)	**32,976**	**(11.3)**
SAP20	51,208	(34.0)	12,269	(19.3)	15,354	(19.9)	**78,833**	**(27.1)**
SAP30	73,588	(48.9)	17,436	(27.4)	18,924	(24.6)	**1,099,48**	**(37.8)**

3.2 LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y LOS SITIOS PRIORITARIOS

Es claro que hay que reconocer el valor que tienen las áreas protegidas y los remanentes de vegetación para la provisión de bienes y servicios ambientales. Para proteger estas áreas, se han comenzado a implementar varias estrategias e instrumentos de conservación. Hasta ahora, las áreas protegidas se consideran la estrategia más importante en el país (Bezaury-Creel *et al.,* 2009). No obstante, aunque el sistema de áreas protegidas ha crecido considerablemente en los últimos años y han aumentado las capacidades de gestión de las mismas (Conanp, 2010), su extensión no puede asegurar la conservación de la biodiversidad -particularmente en un país megadiverso como el nuestro- ni generar los bienes y servicios ambientales que demandan las sociedades humanas.

Además, en muchas ocasiones estas áreas se han delimitado por motivos como su atractivo estético, para mantener algún servicio ambiental (por ejemplo captación de agua) o simplemente por oportunidad, sin estudios que evaluaran la representación de la biodiversidad en las mismas (Koleff y Urquiza-Haas, 2011). Considerando esto y con el objetivo de crear y mantener sistemas de áreas protegidas eficaces y representativas, la Conabio y la Conanp, con la participación de otras instituciones y numerosos especialistas coordinaron varios trabajos donde se analizaron los vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad para los ambientes terrestres marinos y acuáticos. En estos trabajos se han identificado, bajo una perspectiva nacional, diversas áreas prioritarias para la conservación de la diversidad terrestre, acuática epicontinental y marina con el fin de orientar las estrategias para la conservación en el país (Tabla 3.2) (Conabio *et al.,* 2007a y 2007b; Conabio y Conanp, 2010).

En el ámbito nacional, se han decretado 176 áreas protegidas, de jurisdicción federal tanto en los ambientes terrestres como acuáticos. Éstas, junto con las de jurisdicción estatal y municipal, las áreas privadas, voluntarias y certificadas por las entidades federativas (que denominaremos AP en su conjunto) suman más de 28,700,000 ha (Conabio, 2011; Conanp, 2013). A pesar de que en los últimos 30 años ha aumentado casi cinco veces la superficie de AP en país (Conanp *et al.,* 2007a y Conanp, 2010b), los análisis realizados en un estudio anterior revelan que hasta el 2010, cuatro de las 96 ecorregiones del país no contaban con ninguna protección y que 56 estaban sub-representadas (INEGI *et al.,* 2007; Conabio, 2011) (Figura 3.3).

En los estados del noreste de México existen 42 AP decretadas que cubren una superficie de 3,412,953 ha (Figura 3.3); la mayor proporción de ellas de jurisdicción federal (2,948,493 ha), estas áreas protegen cerca de 10% de la superficie de los tres estados y las AP en conjunto abarcan casi 12% de la superficie de los tres estados. Sin embargo, hay diferencias notables entre las tres entidades, ya que en Coahuila, la cobertura de AP, en particular las de jurisdicción federal, es considerablemente mayor, mientras que en Nuevo León y Tamaulipas las de jurisdicción estatal y municipal incrementan considerablemente la proporción de áreas dedicadas a la conservación, que aún se encuentra por debajo del valor medio nacional y mundial de 12% (UICN-PNUMA-WCMC, 2012). De acuerdo con los análisis de vacíos y omisiones en conservación, coordinados por la Conabio, la superficie prioritaria del Noreste del país ocupa en total 47.5% de la región, considerando los ambientes terrestres y acuáticos epicontinentales (Figuras 3.4-3.5) (Conabio *et al.,* 2007a; Conabio y Conanp, 2010; Conabio, 2012). De manera que solamente 14.4% de

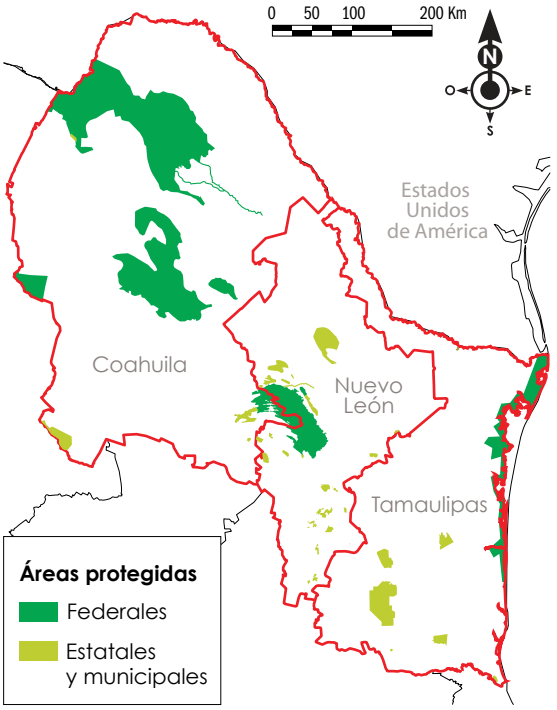


Figura 3.3 Áreas protegidas en el noreste de México (Bezaury-Creel *et al.,* 2007a; Conanp 2011).

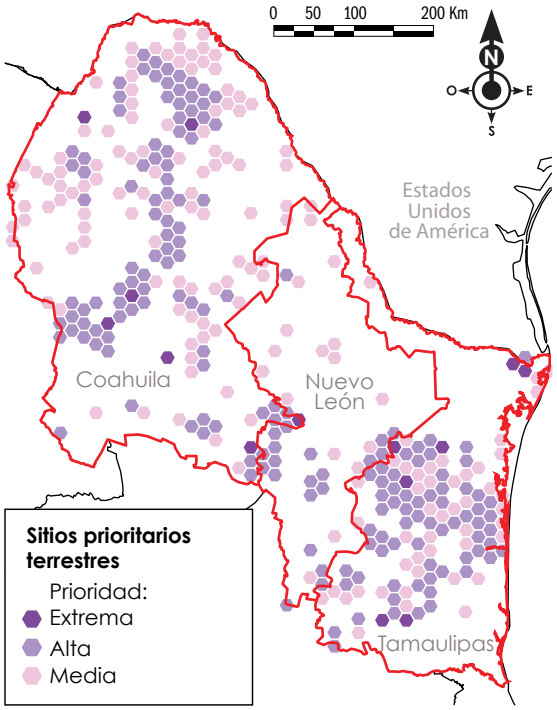


Figura 3.4 Sitios prioritarios terrestres en el noreste de México (Conabio *et al.,* 2007).

esta superficie se encuentra cubierta por algún área protegida.

Lo anterior resalta la importancia de que además de los esfuerzos para establecer nuevas AP se requieren implementar otros instrumentos y estrategias enfocados en el uso sustentable de los ecosistemas, por ejemplo el manejo forestal comunitario, la reconversión productiva, las unidades de manejo ambiental (UMA), el ecoturismo, las pesquerías sustentables y la restauración ambiental (Bezaury-Creel *et al.,* 2009; March *et al.,* 2009; Anta Fonseca *et al.,* 2008). De esta manera, se podrá incrementar la superficie del país donde se conserve la biodiversidad y los bienes y servicios ambientales que ésta nos provee.

Es importante resaltar que existen varios ejemplos de casos en los que se ha logrado conservar, restaurar y manejar sustentablemente el capital natural, muchos de los cuales están descritos en la obra Patrimonio Natural de México. *Cien casos de éxito* (Carabias *et al.,* 2010). Estos casos dejan claro que es posible establecer instrumentos y programas para conservar la biodiversidad eficientemente.

3.3 CONCLUSIONES

El noreste de México presenta imágenes muy contrastantes. Por un lado, se encuentran ciudades reconocidas como progresivas e industrializadas, y por otra, grandes extensiones de áreas naturales, que si bien, por mucho tiempo se calificaron como de bajo disturbio, actualmente y al igual que en otras partes del país, su cobertura ha sido alterada, removida, fragmentada y sustituida, sin considerar las consecuencias que esta pérdida puede traer en el futuro, en particular en relación al bienestar social. Cada día hay más información que sustenta que es fundamental encontrar y mantener el balance y equilibrio en el uso y manejo que hacemos de los ecosistemas, si queremos seguir recibiendo los beneficios que éstos nos proveen, esenciales para el desarrollo humano.

A pesar de que, bajo esta nueva visión se han comenzado a establecer políticas, estrategias y acciones que promueven la conservación de los ecosistemas, aún hay un largo camino por recorrer. Para esto es esencial compartir esta información y dar acceso amplio al público general, para promover una cultura que conozca y valore la biodiversidad y los servicios ambientales en nuestro país. Esto permitirá que la sociedad cuente con una mejor comprensión del significado que tienen las transacciones en el manejo de los ecosistemas. De esta manera, se podrá empezar a cambiar la visión tradicional con la que se toman las decisiones que afectan a los ecosistemas hacia una visión multisectorial.

La obra *Capital Natural de México (*Conabio, 2008-

2009) es una contribución importante a estos objetivos ya que compila y evalúa de manera organizada la información del estado de conservación de la biodiversidad en México con énfasis en los servicios ambientales que nos proporciona, para comenzar a plantear y diseñar soluciones a los principales factores de presión identificados. El concentrar esta información en una obra de esta magnitud, ha fomentado la difusión de este conocimiento. De esta manera, diversos sectores de la población mexicana pueden contar con una base sólida para tomar decisiones informadas acerca de los temas referentes a la biodiversidad.

Entre las conclusiones principales de esta obra destaca el hecho de que en México la biodiversidad se ha utilizado de una manera excesiva e ineficiente ya que se ha generado una considerable degradación ambiental sin obtener bienestar social. Esto ha ocasionado un severo deterioro en los ecosistemas así como de los bienes y servicios ambientales que nos proveen. De no detener y revertir estos daños perderemos las condiciones ambientales que permiten nuestra existencia.

Para lograr este objetivo de manera efectiva y a largo plazo, será necesario definir y llevar a cabo diversas acciones y estrategias, principalmente: 1) aumentar el área destinada para la conservación en México, con el fin de que la riqueza biológica se encuentre representada y mantener la calidad y cantidad de servicios ambientales que demanda la sociedad, 2) alinear estratégicamente los programas de administración pública de los tres órdenes de gobierno, del sector ambiental, y de otros sectores, 3) que los planes de gestión se lleven a cabo con la participación de las comunidades locales, rurales e indígenas de cada región, 4) evaluar los diferentes instrumentos y las áreas dedicadas a la conservación, e identificar los factores de éxito y fracaso de estos instrumentos para fortalecerlos, y finalmente 5) lograr que la sociedad, particularmente de las zonas urbanas como gran demandante de bienes y servicios ecosistémicos, participe activamente y se involucre en programas relacionados con la valoración, conservación y el uso sustentable de la biodiversidad.

Uno de los mayores retos a futuro, será proveer alimento a las siguientes generaciones con el menor impacto ecológico adicional posible. Éste será el factor más determinante, de qué tanto capital natural podremos preservar. También es indispensable considerar los cambios y consecuencias que traerá el cambio climático, particularmente en el noreste de México, para llevar a cabo las estrategias para la conservación y el manejo sustentable de nuestros recursos.

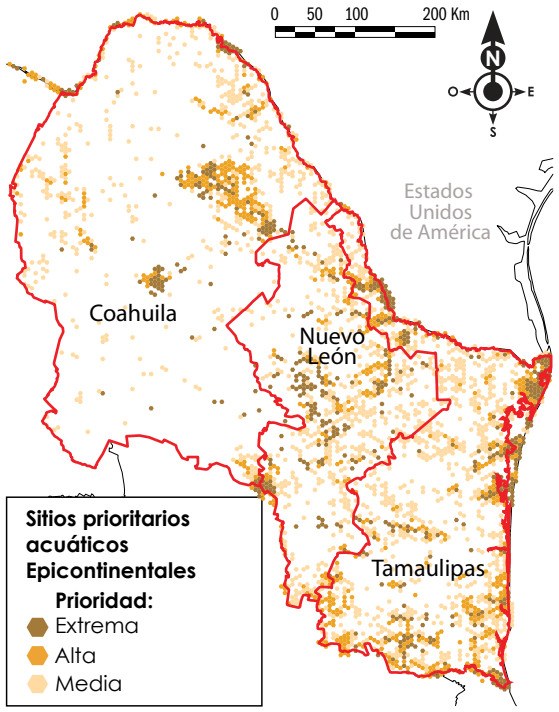


Figura 3.5 Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales en el noreste de México (Conabio y Conanp, 2010).

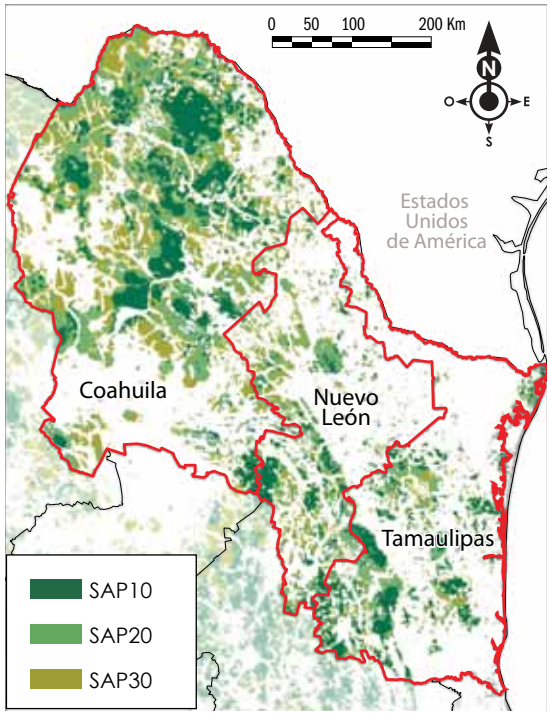


Figura 3.6 Sitios de atención prioritaria en el noreste de México (Conabio, 2012). Las categorías en el mapa no son excluyentes, los SAP20 y SAP30 deben incluir los sitios señalados en las categorías de SAP10, y SAP10 y SAP20, respectivamente.

3.4 LITERATURA CITADA

Aburto-Oropeza, O., E. Ezcurra, G. Danemann, V. Valdez, J. Murray y E. Sala. 2008. Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. Proceedings of National Academy of Sciences 105:10456-10459.

Anta Fonseca, S., J. Carabias et al. 2008. Consecuencias de las políticas públicas en el uso de los ecosistemas y la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabiidad. Conabio, México, pp. 87-153.

Balmford, A., A. Bruner, P. Cooper, R. Costanza, S. Farber, R.E. Green, M. Jenkins, P. Jefferiss, V. Jessamy, J. Madden, K. Munro, N. Myers, S. Naeem, J. Paavola, M. Rayment, S, Rosendo, J. Roughgarden, K. Trumper y R. K. Turner. 2002. Economic reasons for conserving wild nature. Science 297:950-953.

Balvanera, P., H. Cotler et al. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 185-245.

Bezaury-Creel, J., D. Gutiérrez Carbonell et al. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, Pp. 385-431.

Bravo Peña, L., O.S. Doode Matsumoto, A.E. Castellanos Villegas y I. Espejel Carbajal. 2010. Políticas rurales y pérdida de cobertura vegetal. Elementos para reformular instrumentos de fomento agropecuario relacionado con la apertura de praderas ganaderas en el noroeste de México. Región y sociedad 48:3-35.

Cantú, C., F.N. González, J.M. Marmolejo, J.L. Uvalle, D.D. Conty, G. Alanís y D. Lazcano. 2010. Consideraciones finales, en C. Cantú, F.N. González. J.I. Uvalle y J.G. Marmolejo (eds.) Biodiversidad y conservación del Monumento Natural Cerro de la Silla, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Pp. 168-174.

Carabias, J., J. Sarukhán, J. de la Maza y C. Galindo (coord.). 2010. Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Conabio. 2008-2009. Capital natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad; Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio; Vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Conabio (comp). 2011 Mapa de áreas protegidas para los análisis de vacíos y omisiones en conservación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Conabio. 2012. Desarrollo territorial sustentable: programa especial de gestión en zonas de alta biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Conabio, Conanp, TNC, Pronatura y FCF-UANL. 2007a. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-The Nature Conservancy, Programa México-Pronatura, A.C.-Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Conabio, Conanp, TNC, Pronatura. 2007b. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-The Nature Conservancy, Programa México-Pronatura, A.C., México.

Conabio y Conanp. 2010. Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinental de México: cuerpos de agua, ríos y humedales. Escala: 1:000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.

Conafor. 2008. Catálogo de contenido de carbono en especies forestales de tipo arbóreo del noreste de México. Disponible en http://conafor.gob.mx/biblioteca/fichas_de_contenido_de_carbono1.pdf.

Conanp. 2010. Informe de logros 2010. 10 años sembrando semillas, cosechando logros. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.

Conanp. 2011. Cobertura de las áreas naturales protegidas federales de México y áreas destinadas voluntariamente a la conservación certificadas por la Comisión Nacional de Áreas Protegidas de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Morelia.

Conanp. 2013. Áreas protegidas decretadas, en <http://conanp.gob.mx/que_hacemos/>(consultado en noviembre de 2013).

Cortés Mendoza, E., M. A. Marcos García y J. Goolsby. 2009. Buscando el antídoto natural en la lucha contra el "carrizo gigante". Cuadernos de Biodiversidad. 29:20-24.

Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farberk, M. Grasso, B. Hannon,K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton y M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387:253-260.

Crutzen, P.J. 2002. Geology of mankind. Nature 415: 23.

Cuevas, M.L., A. Garrido, J.L. Pérez Damián y D. Iura González. 2010. Procesos de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural, en Cotler Ávalos H (coord.). Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Instituto Nacional de Ecología- Fundación Río Arronte, México, Pp. 96-103.

Dudley, N., y S. Stolton. 2003. Can protected areas quench our thirst? Conservation in practice 4:30-31.

Forum for the future. 2011. The five Capitals, en <http:// forumforthefuture.org/project/five-capitals/overview> (consultado en diciembre de 2012).

INEGI. 2009. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1:250 000, serie IV (continuo nacional). Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes.

INEGI. 2010. Censo de población y vivienda 2010, en <http://censo2010.org.mx/>.

INEGI. 2012. Sistema de cuentas nacionales de México. Cuentas económicas y ecológicas de México 2006-2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

INEGI, Conabio e INE. 2007. Ecorregiones terrestres de México. Escala 1:1000000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática -Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad- Instituto Nacional de Ecología, México.

Koleff, P., y T. Urquiza-Haas. 2011. Conservación de la biodiversidad de México: planeación, prioridades y perspectivas, en Koleff, P., y T. Urquiza-Haas (coords.). Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.

López Estrada, R. E. 2009. Crecimiento económico, incremento demográfico, pobreza y medio ambiente: las tensiones de la sustentabilidad del medio ambiente en el área metropolitana de Monterrey, N.L., en de la Cruz Rock, J.L., Argüello Zepeda, F.J. y Tello Iturbe, A. (coords.) Sociedad, conflicto y ambiente. Universidad Autónoma del Estado de México-Universidad Autónoma de Tamaulipas-Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). 2005. Ecosystems and human well-being. Current state and trends. Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington, D.C.

March, I. J., M.A. Carvajal, R.M. Vidal, J.E. San Román, G. Ruiz et al. 2009. Planificación y desarrollo de estrategias para la conservación de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, Pp. 545-573.

Mohar, A., e Y. Rodriguez Aldabe. 2008. El papel de las ciudades en los procesos causales que determinan el uso y la conservación de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. Conabio, México, Pp. 43-84.

Naranjo, E. J., J. C. López-Acosta y R. Dirzo. 2010. La cacería en México.Biodiversitas 91:6-10.

Pisanty, I., M. Mazari, E. Ezcurra et al. 2009. El reto de la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, Pp. 719-759.

PNUMA. 2008. Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades. Programade las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente. Disponible en <http:// pnuma.org/deat1/pdf/metodologiaelaboracioninformes.pdf >.

Rodríguez, J.P., T. Douglas Beard Jr., E.M. Bennett, G.S. Cumming, S. J. Cork, J. Agard, A. P. Dobson y G. D. Peterson. 2006. Trade-offs across space, time and ecosystem services. Ecology and Society 11:28-41.

Sánchez Colón, S., A. Flores Martínez, I.A. Cruz-Leyva y A. Velázquez. 2009. Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 75-129.

Sarukhán, J., et al. 2012. Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Semarnat. 2008. Informe de la situación del medio ambiente en México Compendio de estadísticas ambientales. Disponible en <http://semarnat.gob.mx/informacionambiental/documents/sniarn/index_informes.html >.

Semarnat, INE y Pemex. 2008. Ordenamiento ecológico región cuenca de Burgos, resumen ejecutivo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología-Petróleos Mexicanos, México.

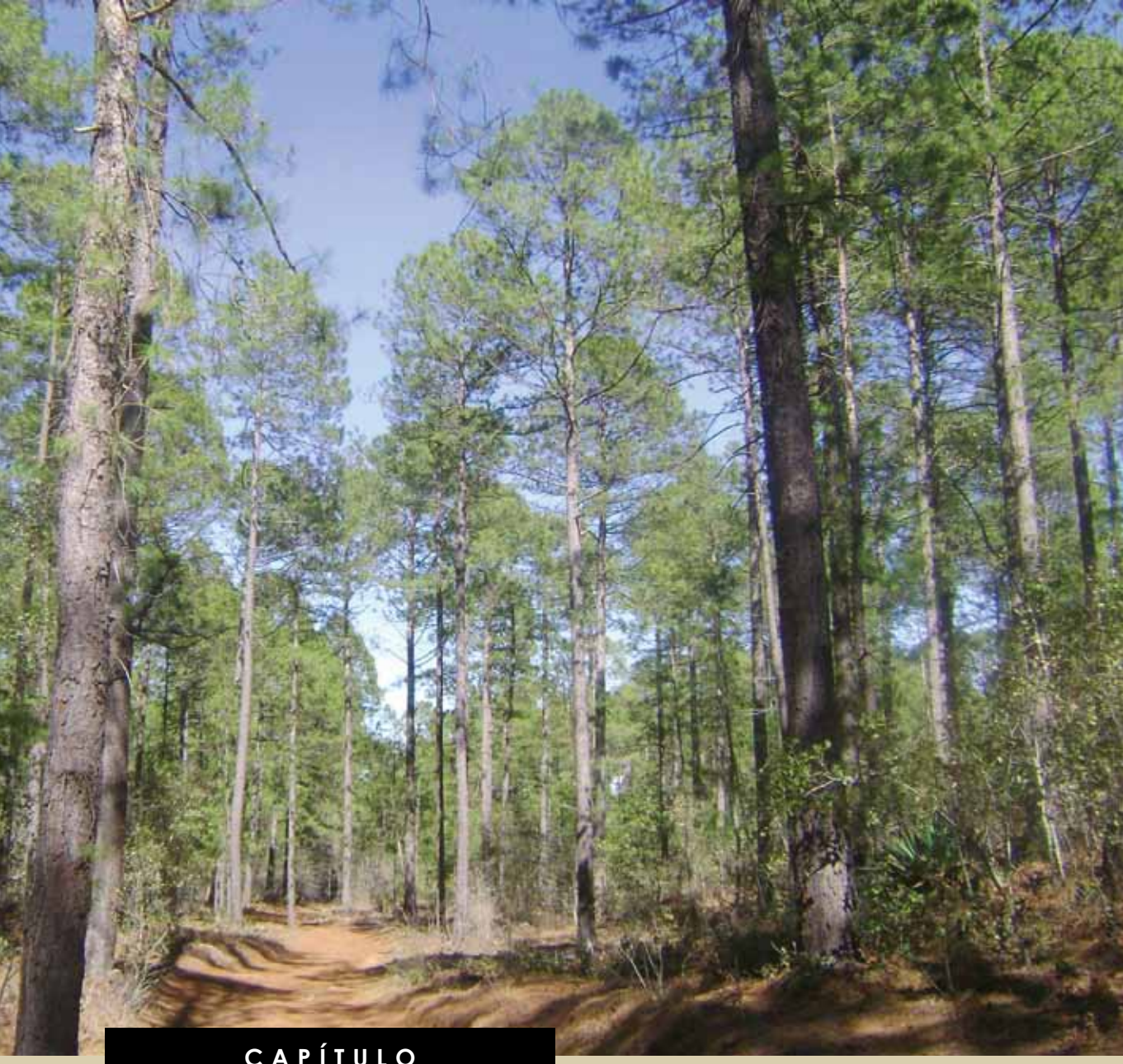
Sosa, V. y J. A. De-Nova. 2012. Endemic angiosperm lineages in Mexico: hotspots for conservation. Acta Botánica Mexicana 100:293-315.

Souza, V., A. Escalante, L. Espinoza, A. Valera, A. Cruz, L.E. Eguiarte, F. García Pichel y J. Elser. 2004. Cuatro Ciénegas un laboratorio natural de astrobiología. Ciencias 75:4-12.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. Biodiversity and Conservation 11:2063-2084.

TEEB. 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Local and Regional Policy Makers. Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente, Comisión Europea.

UICN-PNUMA-WCMC. 2012. The World Database on Protected Areas (WDPA): February 2012. UNEP-WCMC: Cambridge, UK.



CAPÍTULO

4

LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

EN MÉXICO Y EL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY

Luis Fueyo Mac Donald[1]

[1]Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp-Semarnat)

lfueyo@conanp.gob.mx

Fueyo-Mac Donald, L. 2013. Las Áreas Naturales Protegidas en México y el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 37-40.

Las Áreas Naturales Protegidas en México y el Parque Nacional Cumbres de Monterrey

Luis Fueyo Mac Donald

México es uno de los países con mayor biodiversidad del planeta, su conservación es una tarea titánica en cuyo cumplimiento juega un papel destacado el establecimiento y administración de áreas naturales protegidas. Esa estrategia constituye uno de los mejores instrumentos para garantizar la conservación del capital natural de nuestro país.

Garantizar la permanencia de los servicios ambientales y generar beneficios sociales a las comunidades locales, son dos de los resultados más relevantes de una adecuada política de conservación de los recursos naturales.

La conservación de la biodiversidad basada en el establecimiento de áreas dedicadas prioritariamente a esta tarea se inició a finales del siglo XIX; durante el siglo XX, fueron creadas una serie de categorías para designar estas áreas y fueron atendidas por diversas instituciones en el transcurso de las diferentes administraciones federales, hasta que de manera muy reciente, el 5 de junio de 2000 fue creada la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

La CONANP es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) del gobierno federal y es la responsable de la administración de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales[1].

Ha existido un crecimiento constante en el número de área naturales protegidas federales, hasta contar hoy con 175 áreas que cubren una superficie de 25.3 millones de hectáreas (Figura 4.1).

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las ANP son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o

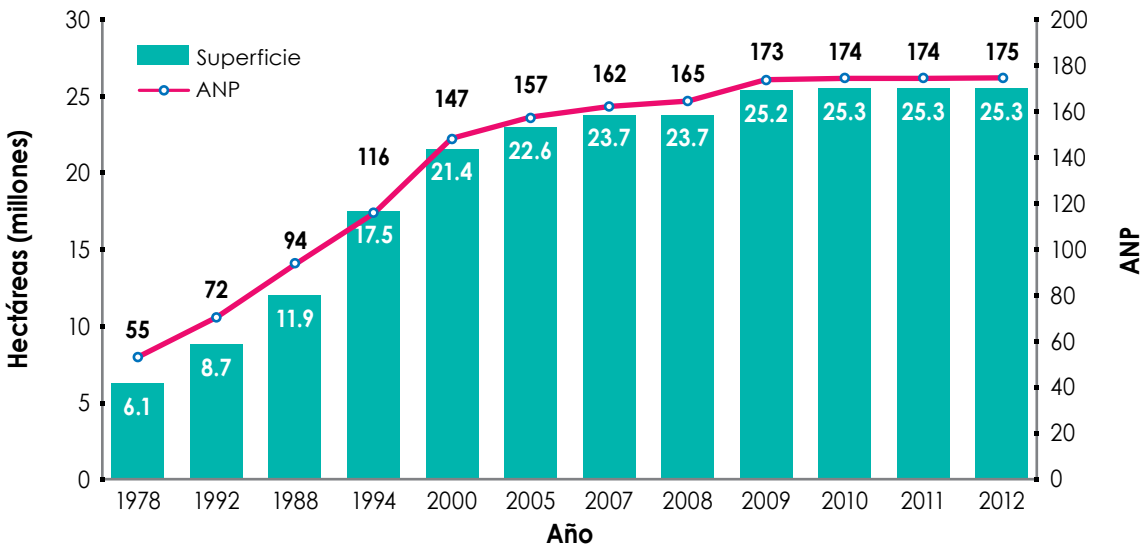


Figura 4.1 Relación del incremento en número y superficie bajo régimen en Área Natural Protegida en México para el periodo 1978 y 2012.

[1] La CONANP es responsable de las ANP a nivel federal. En México también hay áreas naturales protegidas estatales y municipales que están bajo la jurisdicción de los Gobiernos de los Estados y Municipios.

que requieren ser preservadas y restauradas.

Las categorías que señala la LGEEPA se establecen de acuerdo al tipo de ecosistema que se quiere conservar, su representatividad, grado de alteración, las necesidades para su preservación y restauración, especies y su estatus de riesgo, belleza escénica, valor científico, histórico, educativo y recreativo.

En México también se promueve el establecimiento de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). De esta forma, los pueblos indígenas, organizaciones sociales y particulares pueden destinar de manera voluntaria para la conservación los predios de su propiedad. Actualmente se cuenta con un total de 317 áreas certificadas con una superficie total de 357,316 ha.

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) es una de las ANP que contienen el extraordinario mosaico de ecosistemas y diversidad biológica que integran las áreas federales. Igual que CONANP, el PNCM cumple doce años de existencia, teniendo en su haber importantes logros para la conservación y en el futuro innumerables retos por superar.

De las categorías de ANP vigentes, justamente la de Parque Nacional fue la primera establecida en nuestro país, aplicándose en 1917 al Desierto de los Leones; si bien los antecedentes de esta decisión datan de 1876 cuando son expropiados dichos terrenos por causa de utilidad pública debido a la presencia de 14 manantiales que abastecían a la ciudad de México. Apenas cuatro años antes de aquella expropiación se había decretado el primer parque nacional en el mundo, el Yellowstone en EE.UU. en 1872.

Desde entonces, el ritmo de creación de parques nacionales en nuestro país ha variado considerablemente, teniendo una fuerte actividad durante la administración del presidente Lázaro Cárdenas, cuando fueron decretados 36 parques nacionales, entre ellos el PNCM en 1939. Actualmente, existen 67 parques nacionales en México.

La definición vigente de parque nacional, señala que se constituirán, tratándose de representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones análogas de interés general (Artículo 50, LGEEPA). Señala además, que solamente se permitirán actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna, y en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como la investigación, recreación, turismo y educación ambiental.

El PNCM cumple plenamente con la definición señalada, incluye ecosistemas de bosque de pino-encino, bosque de pino, bosque de encino-pino y bosque de encino, además de los matorrales micrófilo, submontano y rosetófilo en las que podemos encontrar una gran diversidad biológica que incluye a la cotorra serrana oriental (*Rhynchopsitta terrisi*), el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundí*) y el oso negro (*Ursus americanus eremicus*). El PNCM comprende ocho municipios del estado de Nuevo León y es, con sus 177,396 hectáreas, el parque nacional terrestre de mayor extensión en México.

Tabla 4.1 ANP por categoría, superficie y porcentaje que representan del territorio nacional.

Categoría	Número	Superficie (ha)	Porcentaje de la superficie del territorio nacional
Reserva de la Biosfera	41	12,652,787	6.44
Parque Nacional	67	1,432,024	0.73
Monumento Natural	5	16,268	0.01
Área de Protección de Recursos Naturales	8	4,440,078	2.26
Área de Protección de Flora y Fauna	36	6,646,942	3.40
Santuario	18	146,254	0.07
Total	**175**	**25,372,182**	**12.92**

El decreto original dotaba al PNCM de una extensión mayor a la actual, que se perdió debido al crecimiento urbano y la falta de una sólida base legal que contuviera ese crecimiento y los impactos negativos sobre el área. La redelimitación del PNCM para reducir su poligonal se realizó en el año 2000, el 17 de noviembre de ese año se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto correspondiente.

Entre las principales amenazas que enfrenta el PNCM y que pueden poner en riesgo el trabajo de conservación del mismo, podemos señalar a) el crecimiento urbano que continúa amenazando el polígono del parque y su zona de influencia, b) el desarrollo de actividades recreativas y turísticas que desbordan la capacidad de control y rebasan las restricciones establecidas, c) la inseguridad, d) problemas de sanidad forestal, e) problemas con los residuos sólidos y f) incendios forestales. Estos seis problemas destacan como los más urgentes de atender para contener la degradación de los ecosistemas y proteger su biodiversidad.

No obstante lo anterior, este parque nacional, como en general las ANP existentes, contribuyen de manera sustancial a la preservación de nuestros recursos naturales, a la conservación de la biodiversidad, y a mantener los servicios ambientales, todo lo cual tiene

beneficios locales, como la posibilidad de contar con agua, necesaria para el desarrollo de las actividades productivas de Monterrey, y beneficios globales, como la posibilidad de mitigación del cambio climático.

La estrategia de conservación de la biodiversidad a través de las ANP es hoy el principal instrumento de conservación en México. El PNCM, enfrenta las adversidades de una dinámica de desarrollo que devora estos recursos y degrada los ecosistemas y, por ello, se ratifica como una de las ANP más importante que tiene CONANP para salvaguardar el patrimonio natural.



CAPÍTULO

5

CLIMAS

José Uvalle S.[1], César Cantú A.[1], Fernando González S.[1] y José Marmolejo M.[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Forestales
Carretera Nacional km 145, C.P. 67700, A.P. 41.
Linares, N.L.

jose.uvallesc@uanl.edu.mx

Uvalle-Sauceda, J., C. Cantú-Ayala, F. González-Saldivar y J. Marmolejo-Moncivais. 2013. Climas, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 41-51.

Climas

José Uvalle S., César Cantú A., Fernando González S. y José Marmolejo M.

5.1 INTRODUCCIÓN

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son espacios delimitados por el gobierno con objeto de hacer posible la conservación tanto de la diversidad de genes, especies, ecosistemas, paisajes y formaciones geológicas notables, como parte del patrimonio cultural del país para beneficio de las actuales y futuras generaciones. El manejo de tales áreas es un enorme desafío que busca lograr el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, así como, la adecuada protección y conservación de los ecosistemas.

Una de las ANP de mayor relevancia en Nuevo León es el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) localizado en el oeste-centro del estado, en la Sierra Madre Oriental, cordillera que consiste en un sistema montañoso que ocupa una extensión considerable del territorio mexicano, desde la frontera septentrional en Nuevo León hasta el Sistema Neovolcánico Transmexicano (Lugo-Hubp, 1990). El PNCM tiene colindancia con el estado de Coahuila, forma parte de la cuenca hidrográfica del Río Bravo y entre sus características sobresalientes se encuentran las comunidades vegetales de gran valor ecológico en Nuevo León, como lo son: bosque de coníferas y latifoliadas, chaparrales, matorral desértico rosetófilo, matorral submontano y bosque de galería, con, al menos, 1,368 especies de flora y fauna, de las cuales 73 son consideradas en riesgo de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

En tanto que las características físicas del PNCM, tales como su amplio gradiente altitudinal, la exposición a la insolación, la influencia de masas de aire húmedo, la diversidad de suelos y la disponibilidad de humedad en el suelo, constituyen un complejo sistema de regulación del clima, así como áreas para captación de agua, la cual es de suma importancia para el suministro al Área Metropolitana de Monterrey (AMM). Por lo tanto, es necesario asegurar por todos los medios la preservación de estos terrenos montañosos con el fin de contribuir a la conservación este patrimonio natural y mantener la provisión de servicios ambientales para la sociedad.

El 28 de abril de 1937, Lázaro Cárdenas declaró inafectables en materia de dotaciones y restituciones ejidales a los Parques Nacionales. En 1939 se decretó el PNCM a fin de proteger la vegetación natural de sus ecosistemas y contener las lluvias torrenciales que ocasionalmente causan inundaciones en el AMM.

El PNCM se localiza en la porción centro-oeste del estado de Nuevo León, en las estribaciones del AMM; encontrándose delimitado por una poligonal de 335 km de longitud periférica, 788 vértices geodésicos y una superficie al interior de 177,396 hectáreas. La versión del decreto del PNCM de 1939, incluía a los municipios de García, General Escobedo, Apodaca, San Nicolás de los Garza, Monterrey, San Pedro Garza García, Santa Catarina, Santiago y Allende. En la actual delimitación decretada en el año 2000, se eliminaron General Escobedo, Apodaca, San Nicolás y Guadalupe, y se agregaron Montemorelos y Rayones (Valdez *et al.,* 2004).

Los objetivos de dicho decreto fueron: mantener el equilibrio hídrico de la región, a través de conservar su cubierta vegetal; evitar la erosión en los terrenos en declive y los cambios climáticos de la zona, a fin de controlar los riesgos de inundaciones en el AMM por el desbordamiento del río Santa Catarina, así como evitar derrumbes en las laderas de las montañas circunvecinas y conservar los recursos naturales de esta ANP. No obstante, la claridad del Decreto y su amplio apoyo jurídico, continuaron las presiones para disponer de tierras y productos contenidos en los linderos de este Parque Nacional.

De acuerdo a Cano y Servín (2009), en el decreto de 1939, se consideran al PNCM como parte del sistema de montañas culminantes del territorio nacional, y se considera su importancia como preservador del equilibrio climático de las poblaciones que como la ciudad de Monterrey, cuenta con un clima riguroso. Se considera en este decreto la importancia hidrológica, forestal, para evitar la erosión, y para la buena salud de sus pobladores.

En junio 24 de 1942, el presidente Manuel Ávila Camacho, emitió un decreto con relación al PNCM, al considerar que había perjuicio a la economía de la región, toda vez que el ordenamiento anterior prohibía el cultivo de terrenos agrícolas aún enmontados; por ser interés de la nación se deberían aprovechar todos los terrenos susceptibles de cultivo para incremento de la producción agrícola, incluidos los terrenos con pendiente menor del 10 por ciento que pudiesen

ser desmontados y cultivados, además, los núcleos de población deberían ser dotados de aguas suficientes, tierras y bosques, en la extensión que necesitaran. Sin embargo, el decreto fue claro al señalar en su articulado que no podrían emprenderse sino cultivos y trabajos agrícolas que no fueran susceptibles de causar perjuicio a las ideas medulares que inspiraron la creación de los Parques Nacionales en general y en particular del PNCM.

A principios de 1993, la Dirección General de Aprovechamiento Ecológico de los Recursos Naturales, a cargo del Dr. Exequiel Ezcurra, solicitó abordar los problemas del PNCM. La Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), en colaboración con Ducks Unlimited de México, A.C. (DUMAC) enviaron a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) del gobierno de la república, dos proyectos de trabajo para la redelimitación del PNCM y el establecimiento de un programa de manejo. Los trabajos en forma iniciaron en noviembre de 1993. La propuesta, planteó la necesidad de redelimitar el PNCM, además, propuso cambiarlo a la categoría de Reserva de Flora y Fauna, para incorporar una normativa de manejo y protección de los ecosistemas y su biodiversidad acorde con las actividades económicas, crear un programa general de manejo con base en una zonificación que discriminara los sitios más apropiados para el uso agrícola, pecuario, urbano, de protección y restauración ecológica, diversificar las formas de uso y aprovechamiento dentro del PNCM para lograr un crecimiento racional y un manejo integral. Sin embargo, la propuesta no procedió de manera inmediata, y el ITESM, interesado por el destino de la Sierra Madre Oriental, aún sin plan de manejo como ANP, elaboró en 1996 una propuesta de ordenamiento ecológico y modelos para el desarrollo sostenible de la misma, con lo que incrementó su zona de estudio a los municipios de Arteaga, parte de Ramos Arizpe y Saltillo, en el estado de Coahuila.

En respuesta a la petición del gobierno del estado de Nuevo León, en noviembre de 2001, se publicó el decreto por el que se redelimitó el PNCM, basándose en la propuesta de ordenamiento ecológico realizada por la UANL-ITESM, con lo cual se derogaron los decretos de 1939 y 1942.

El PNCM se localiza en el sistema montañoso de la Sierra Madre Oriental, y se ubica en la provincia del mismo nombre, dentro de la subprovincia de la Gran Sierra Plegada, constando de una serie de sierras menores de estratos plegados, formando cañones, amplios valles y zonas de topografía accidentada; presenta además, condiciones variables de topografía, pendientes y orientación de laderas, las cuales tienen efectos importantes en la distribución de la vegetación. El rango de elevación del PNCM va desde los 600 hasta los 3,400 msnm. La flexión de las rocas en las crestas las estira y las fractura, haciéndolas más susceptibles a los procesos erosivos. Es por ello que en su estado actual de desarrollo, son comunes en esta sierra las estructuras constituidas por dos flancos residuales de un anticlinal, con un valle al centro. El modelo del relieve de la vertiente oriental se trata de una zona de altiplanicie y transicional al desierto formando valles intermontanos paralelos en donde la precipitación media anual es de 500-600 mm en las partes altas de las montañas y de 200-300 mm en la base de las mismas (Lugo-Hubp, 1990; García, 1973).

En general, el PNCM se encuentra dentro de la zona árida y semiárida de México, contiene la segunda mayor concentración de especies de pinos y encinos del país y contribuye con endemismos de ambas especies. Ocupa el segundo lugar en riqueza de especies y endemismos para la flora fanerogámica con unas 3,600 especies endémicas y el primer lugar para endemismos de avifauna (Toledo, 2002).

El noreste de México, se ha caracterizado por su progreso, con dominancia de la actividad industrial, lo que ha derivado en un dinámico cambio de uso de suelo que, aunado al aprovechamiento irracional de los recursos forestales, han modificado los ciclos hidrológicos, la recarga de los mantos acuíferos, el hábitat natural de la fauna silvestre y ha aumentado la pérdida de suelo por erosión. Esto ha traído aumento de temperatura, mayor tasa de evaporación, baja precipitación pluvial y por lo tanto, disminución del aporte de agua al subsuelo y a las corrientes superficiales. El agua es el servicio ambiental más importante que proporciona el PNCM se estima que aporta el 40% del agua que consumen los habitantes del AMM. Sus funciones en la provisión de servicios ambientales para la sociedad son fundamentales. Por lo anterior, es imprescindible prestar atención a éste macizo montañoso, el cual brinda además, un escenario espectacular por sus paisajes y permite disfrutar de los elementos vitales para la existencia (Contreras, 2007).

5.2 CLIMAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA

El clima es una serie habitual de estados del tiempo climático que caracterizan un lugar como cálido, templado o frío. Köppen, propuso un sistema para clasificar los climas del mundo, basándose en cinco grandes zonas climáticas, cada una determinada por su promedio de temperaturas en el mes más cálido y en el mes más frío, así como por su promedio de precipitación anual. De esas observaciones resultaron las siguientes zonas climáticas: A (tropical), B (seco), C (templado), D (frío) y E (polar) (Contreras, 2007).

En amplias zonas de México están representados los grupos de climas A, B y C de Köppen; los climas D no existen en un país tropical como el nuestro, y los climas

E se encuentran sólo en áreas muy reducidas, en el caso de México, en las cúspides de las altas montañas (García, 2003). Los grupos de climas A (tropicales lluviosos, con temperatura media del mes más frío mayor de 18 ºC) se extienden a lo largo de las vertientes mexicanas del Océano Pacífico y del Golfo de México. En el caso de este último, comprenden desde el paralelo 23º norte hacia el sur a lo largo de la llanura costera y de la base de los declives correspondientes de la Sierra Madre Oriental.

Los grupos de los climas C (templados lluviosos, con temperatura media del mes más frío entre los 3 y los 18ºC la del mes más caliente mayor de 10ºC), existen en México en amplias zonas que se localizan en las zonas montañosas o llanuras de altitud superior a 800 ó 1000 m, en lugares en donde la temperatura media mensual, por lo menos, desciende por debajo de los 18ºC.

Los grupos de clima B (secos) existen en México debido a su situación con respecto a la zona subtropical de alta presión, y a la orientación general de sus principales sierras, especialmente en su mitad septentrional, amplias regiones con climas áridos BW o BS. Tomando en cuenta que los climas BS, lluvias de verano, denominados por García (2003) como climas secos o áridos en donde la vegetación más dominante consiste en asociaciones de cactáceas, matorrales espinosos o inermes, etc; en tanto que los climas BW lluvias invernales, a los cuales denomina climas muy áridos o muy secos, considerando el hecho de que los desiertos, en la correcta acepción de la palabra (lugares deshabitados), pueden no corresponder precisamente con zonas áridas, sino que pueden existir en otras condiciones ambientales.

Los climas BW se localizan en la parte norte de la Altiplanicie Mexicana a elevaciones menores de 1,500 msnm, así como la porción de la llanura costera del Pacífico situada al norte del paralelo 25º y en las zonas litorales de la península de Baja California, si se exceptúa el extremo noroeste de la misma, en donde el clima es del tipo BS.

Los climas BS se encuentran bordeando a los BW en la parte norte de la Altiplanicie, así como en los declives de la Sierra Madre Occidental que se elevan de la llanura costera del Pacífico al norte del paralelo 23º, y en la porción central y noroeste de la península de la Baja California. Se extienden, además, en las zonas interiores del centro y sur del país que se encuentran menos expuestas a la influencia de los vientos húmedos del mar, como sucede en algunas porciones de la parte sur de la Altiplanicie.

5.3 METODOLOGÍA

Se revisó el mapa de climas escala 1:1,000,000 el cual representa los diferentes tipos de climas de la república mexicana de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García, elaborado por García-CONABIO (1998). Para su elaboración los autores tomaron datos del Sistema Meteorológico Nacional, Comisión Federal de Electricidad y Comisión Nacional del Agua; contando con un total de 3,037 estaciones climatológicas. El mapa contiene dos campos en los cuales se describe el tipo de clima de acuerdo a las características de temperatura y precipitación.

5.4 RESULTADOS

En México se puede identificar 61 fórmulas climáticas (García-CONABIO, 1998), sobresaliendo las relacionadas a los grupos climáticos A, B y C por la superficie que ocupan. Respecto al grupo de climas E (fríos con temperaturas media del mes más caliente menor a 10ºC) en México se encuentran en áreas reducidas correspondientes a la parte más alta de las grandes montañas del centro del país, en donde la temperatura media del mes más caliente, debido al considerable aumento de altitud, desciende por debajo de 10ºC.

Se debe subrayar que los grupos de climas A se extienden a lo largo de las vertientes del Golfo de México y comprenden desde el paralelo 23º norte hacia el sur a lo largo de la llanura costera y de la base de los declives correspondientes de la Sierra Madre Oriental. Las montañas actúan como barreras que impiden la penetración de toda la humedad acarreada por los vientos de las capas bajas de la atmósfera al interior del país, al mismo tiempo que hacen aumentar la cantidad de lluvia en sus vertientes expuestas a vientos húmedos, así como en sus partes más elevadas del interior, por ascenso y enfriamiento adiabático del aire (García, 1973).

Climas de Nuevo León

En Nuevo León predominan los climas semisecos extremosos. De acuerdo a la Tabla 5.1, el 68% de la superficie del estado presenta un clima seco y semiseco. La precipitación pluvial es en general bastante escasa, aunque cuenta con regiones que registran lluvias anuales mayores de 800 mm. La media general anual del estado oscila entre 300 y 600 mm. Los climas secos y semisecos se distribuyen principalmente en la región nororiental, la cual forma parte de la Gran Llanura de Norteamérica; y en la región suroccidental, separada de la primera separada por las alturas de la Sierra Madre Oriental. En áreas menores de la región de la sierra, en la zona del centro y sur de la entidad y en gran parte de la cuenca del río San Juan se registran los climas semicálidos, templados y semifríos (INEGI, 1986). Los climas BS son los más extendidos en el estado de Nuevo León, predominando, los BSo(h')(x'), BS1(h')(x'), BS1(h')w, BSok(x'), BS1hw (Figura 5.1 y 5.2).

Climas del Parque Nacional Cumbres de Monterrey

De acuerdo al Programa de Conservación y Manejo del PNCM (CONANP, En Prensa); éste se encuentra localizado dentro de la zona subtropical de alta presión; esta posición de latitud y de altitud sobre el nivel del mar determinan el patrón climático influido por masas de aire marino, continental y de circulación superior que dan lugar a un sólo máximo térmico, típico de las zonas subtropicales, así como a un amplio rango térmico, característico de estas regiones.

El documento señala que durante el verano la influencia de la circulación general de los vientos dentro del PNCM, se debe al movimiento estacional del centro anticiclónico Bermuda-Azores, el cual se desplaza hacia el norte, sobre el Golfo de México, genera una circulación superficial y profunda de los vientos alisios, de fuerte intensidad y amplitud. Esta circulación es de vientos húmedos, por ser marinos, que penetran en el país por las costas del Golfo, alcanza alturas mayores a los 4,000 msnm. Al chocar con la Sierra Madre Oriental se produce una abundante precipitación, razón por la que la humedad se encuentra en la pendiente noreste de la Sierra Madre Oriental y la vertiente suroeste es afectada por el efecto de sombra de lluvia; sin embargo el viento de gran altura que logra sobrepasar dicha barrera se desplaza hacia gran parte de la Altiplanicie Mexicana y sólo en el extremo norte, la precipitación es mayor. Además, señala que en esta estación del año se tiene la mayor ganancia de energía, lo que significa temperaturas más altas, que llegan a su máximo durante los meses de julio y agosto. A partir de septiembre, la temperatura se ve amortiguada con el aumento de la precipitación por la influencia ciclónica. Este descenso continúa hasta llegar a su mínimo en los meses de diciembre y enero, al presentarse la circulación invernal.

La circulación de invierno empieza a influir a partir de finales del otoño al desplazarse hacia el sur la zona subtropical de alta presión, la circulación ciclónica decrece e inicia el predominio de la circulación ciclónica de los vientos del oeste, típicos de la circulación en latitudes medias. En su base, estos vientos son menos húmedos que los alisios e imprimen al aire la sequedad que predomina en la mayor parte de la mitad fría del año. En esta época se presentan invasiones de masas de aire polar que originan fuertes descensos térmicos y que corresponden a las masas de aire continental generadas en el centro norte de EE.UU. y Canadá.

La circulación invernal presenta una modificación con la prevalencia de la circulación meridional y, por ello, existe un aumento creciente de frentes fríos que provocan las precipitaciones de tipo frontal existentes en el PNCM, cuya presencia provoca la humedad que

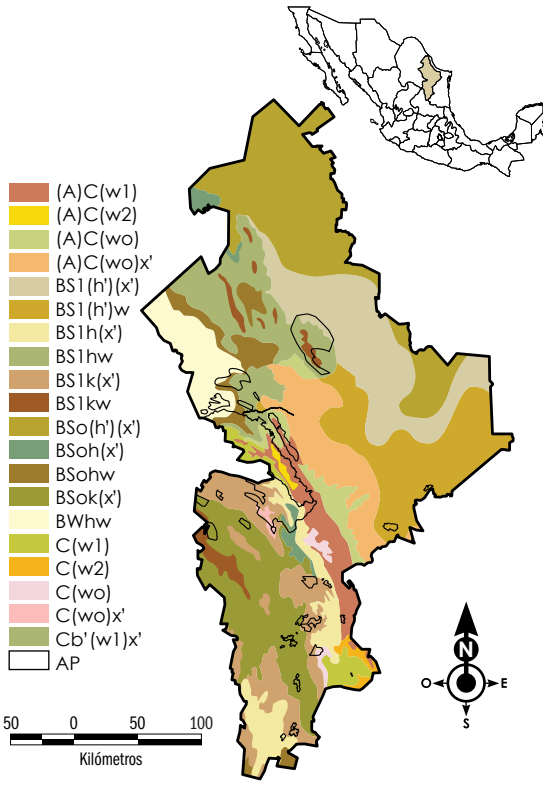


Figura 5.1 Climas del estado de Nuevo León (García-CONABIO, 1998).

amortigua los descensos térmicos durante el invierno.

Estos factores de circulación del viento, orografía, entre otros ocasionan que en el PNCM predominen diferentes tipos de clima. De acuerdo al análisis de los datos presentados por García-CONABIO (1998), los climas identificados son (A)C(w1), C(w1), BSohw, BS1hw, (A)C(w2) ocupando las siguientes superficies (en hectáreas) por cada tipo: 55,077; 36,778; 22,996 y 21,980; 14,031 hectáreas, respectivamente. En tanto los menos representados son: (A)C(wo), BWhw, BS1k(x'), BS1h(x'); ocupando en forma respectiva la siguientes superficie por cada tipo: 13,833; 6,671; 2,394 y 785 hectáreas, respectivamente (Tabla 5.1 y Figura 5.1).

El Programa de Conservación y Manejo del PNCM (CONANP, En Prensa), también hace mención que se presenta un máximo térmico coincidente con la posición del sol durante el verano. Esto significa que existe un almacenamiento creciente de energía desde la estación de invierno. En los meses de diciembre y enero se presentan las menores temperaturas en el área. El máximo térmico y de radiación solar se presentan en el mes de julio. A partir de entonces, la temperatura queda sujeta a modificaciones provocadas por la invasión de masas de aire más frío y húmedo, de manera que los descensos térmicos son de alrededor de 3°C

hacia el mes de septiembre.

En octubre y noviembre, se inicia la penetración de las masas frías del norte, que incrementan el enfriamiento normal del suelo, por lo que en diciembre y enero se alcanzan los mínimos térmicos entre los 13 y 15°C en la mayoría de las estaciones meteorológicas.

La parte norte de México es una zona de lluvias escasas donde la aridez responde a la situación geográfica respecto a la faja subtropical de alta presión. Los diagramas ombrotérmicos, señalan que casi toda la región tiene mayor influencia de las lluvias estacionales de verano, donde las precipitaciones originan fuertes chubascos de tipo convectivo y sólo hacia el sur y suroeste, las lluvias presentes son de tipo orográfico por lo que también son abundantes. Al activarse la circulación ciclónica en septiembre, se vuelve a sentir en el PNCM la influencia de masas de aire húmedo que tienen cada vez mayor importancia como productoras de lluvia en la región (Figura 5.2).

Diagramas ombrotérmicos elaborados a partir de datos disponibles para el periodo 1971-2000 de diez estaciones climatológicas (Figura 5.4), localizadas hacia el interior del PNCM o en sus cercanías y considerando valores de precipitación, temperatura, y evaporación potencial muestran un primer patrón climático del PNCM (SMN, 2012).

De esta manera, se observan dos periodos de lluvia; el primero de ellos inicia en el mes de mayo, presentando su máximo en el mes de junio y el segundo con ocurrencia en el mes de septiembre. Este último, es el más importante de acuerdo a la cantidad de precipitación que presenta, en el que se observa un pico de lluvia sobresaliente. Entre los factores que afectan las condiciones de precipitación para Nuevo León y para México en general, se encuentran las perturbaciones en el verano de los alisios del este sobre México en concordancia con la posición de la zona de convergencia que en esta época se desplaza hacia el norte; la influencia de los ciclones que se originan en relación con las "ondas del este" (easterly waves) y producen gran parte de la precipitación del verano y principios del otoño; y la influencia de las depresiones ciclónicas asociadas con los vientos del oeste de las latitudes medias que atraviesan la parte norte del país en invierno; pudiéndose añadir la presencia de los Nortes que son vientos producidos por las masas de aire frío que se desplazan en invierno desde Canadá y EE.UU. hacia el sur (Wallen, 1955, citado por García, 2003); el noreste de México constituye la transición entre los climas con régimen de lluvias de verano del centro y sur del país y los de régimen de lluvias uniformemente repartidas del sureste de los EE.UU. (García, 2003).

La evolución mensual de las temperaturas medias refleja que en el PNCM, el verano es largo y cálido ya que la temperatura inicia una tendencia ascendente desde el mes de mayo y es hasta septiembre que se aprecia un descenso en las mismas. Las temperaturas más altas ocurren en el verano (en los meses de junio, julio y agosto), en tanto las más bajas ocurren en el periodo invernal (Figura 5.4).

Vargas (2012) menciona que se puede hacer referencia a la influencia en el área de las masas de aire húmedo provenientes del Golfo de México, como se aprecia en los valores de precipitación reportados por las estaciones meteorológicas de la porción este de la Sierra Madre Oriental (Allende, La Boca), sensiblemente más elevados que el resto de las estaciones; así como la estación El Cerrito ubicada dentro del municipio de Santiago (Tabla 5.3 y Figura 5.3).

Las montañas del PNCM son un factor importante y de marcada influencia en la distribución espacial de la precipitación. La orografía juega un papel fundamental en la cantidad y distribución de la lluvia (García, 2003). De acuerdo al mapa de la CONAGUA de la precipitación media anual para la república mexicana en un periodo de 64 años (1941-2005), la superficie que corresponde al PNCM en la Sierra Madre Oriental recibe la mayor precipitación de casi todo el Noreste de México con un promedio pluviométrico anual de 750 mm (Tabla 5.3 y Figura 5.3).

5.4 CONCLUSIONES

Los sitios decretados como ANP, como es el caso de PNCM, son una parte importante del entorno de los habitantes del estado de Nuevo León, cada uno posee valores escénicos, turísticos, recreativos, científicos y ecológicos únicos e importantes para el desarrollo integral de nuestra sociedad. Además, representan una importante fuente de recursos para las comunidades que se encuentran en su zona de influencia, y que entre sus múltiples funciones sirve como moderador del clima (Uvalle *et al.,* 2010).

Mediante el análisis de datos presentado en este capítulo se muestran los diferentes rasgos climáticos que presenta el PNCM, quedando de manifiesto la importancia que tiene esta ANP como indiscutible regulador del clima de la región. Se presenta como el área que recibe mayor precipitación en Nuevo León, debido a su situación geográfica, orografía y altitud, entre otros, ocasionando lo anterior que en él se presenten nueve tipos de climas diferentes: (A)C(w1), C(w1), BSohw, BS1hw, (A)C(w2), (A)C(wo), BWhw, BS1k(x'), y BS1h(x'). Lo anterior es de gran importancia particularmente para el AMM, ya que representa el mayor captador de agua que existe en Nuevo León y es fundamental, porque produce alrededor del 40% del agua que consume la ciudad de Monterrey (CONANP, 2012).

No hay que olvidar que la pérdida de biodiversi-

Tabla 5.1
Fórmulas climáticas reportadas en el estado de Nuevo León y para el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (García-CONABIO, 1998).

Fórmula climática (FC)	Superficie de NL (ha)	%	Superficie de ANP (ha)	Superficie del PNCM con la FC (ha)	Proporción del PNCM (%)
(A)C(w1)	264,813	4.2	75,971.7	55,077	20.8
C(w1)	104,882	1.6	39,384.8	36,778	35.1
BSohw	218,707	3.4	31,469.1	22,996	10.5
BS1hw	575,808	9.1	87,965.9	21,980	3.8
(A)C(w2)	14,031	0.2	14,030.7	14,031	100
(A)C(wo)	164,434	2.6	17,575.6	13,833	8.4
BWhw	286,483	4.5	20,803.9	6,671	2.3
BS1k(x')	502,857	7.9	59,381.7	2,394	0.5
BS1h(x')	278,659	4.4	37,285.5	785	0.3
BSo(h')(x')	1,058,485	16.6	0.0	0	0
BS1(h')(x')	801,042	12.6	12,439.0	0	0
BS1(h')w	727,262	11.4	5,468.4	0	0
BSok(x')	662,044	10.4	22,842.3	0	0
(A)C(wo)x'	432,374	6.8	332.7	0	0
BS1kw	111,336	1.8	13,088.2	0	0
BSoh(x')	74,618	1.2	13,660.3	0	0
C(w2)	35,548	0.6	0.0	0	0
C(wo)	32,515	0.5	1,741.5	0	0
C(wo)x'	14,031	0.2	9,266.2	0	0
Cb'(w1)x'	387	0.01	137.2	0	0

FC= Fórmula climática. NL= Nuevo León. PNCM= Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

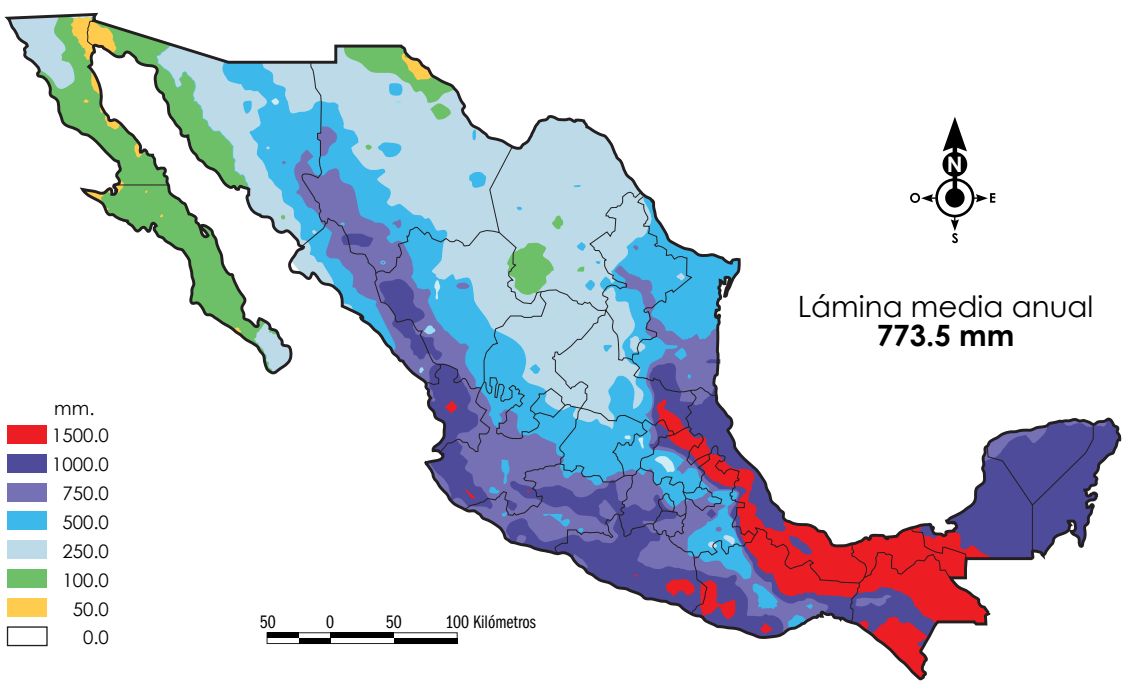


Figura 5.2 Distribución espacial de la precipitación media anual para la República Mexicana en el periodo de 1941-2005.
(Tomado de: *http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=112*).

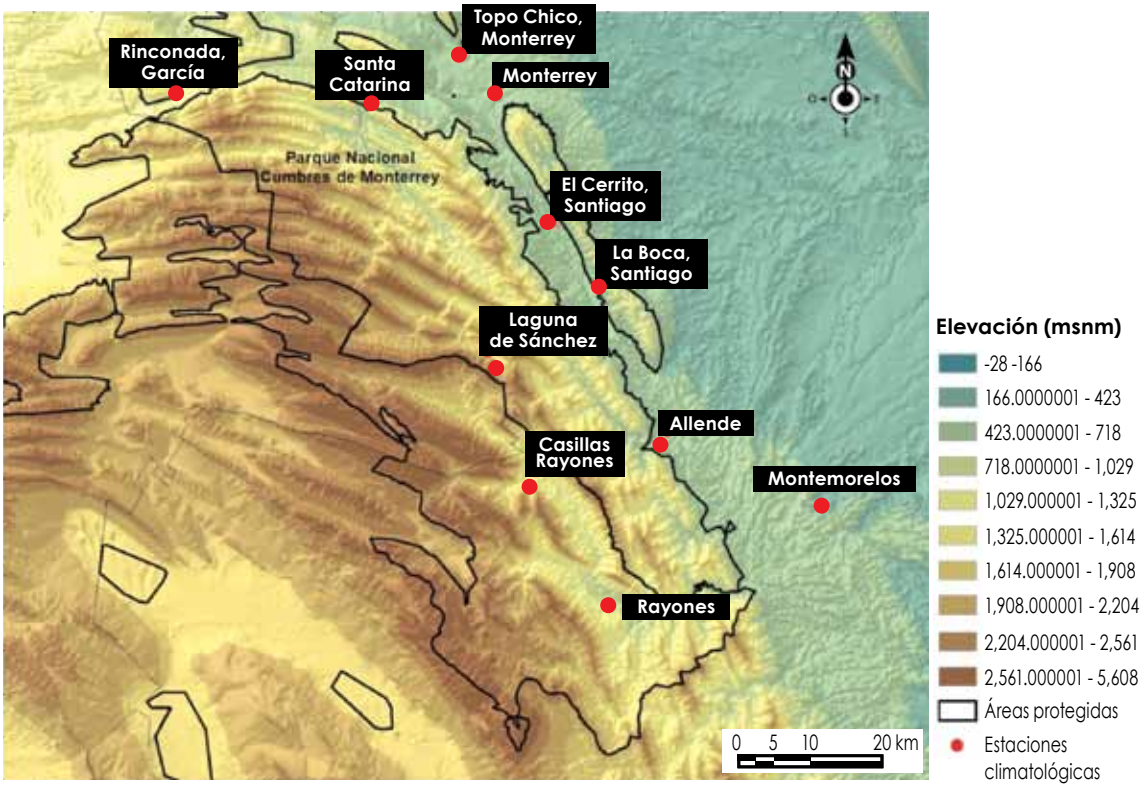


Figura 5.3 Ubicación del PNCM y las estaciones climatológicas situadas dentro de sus límites e inmediaciones.

dad es uno de los resultados más contundentes de la acción humana durante el último siglo. La pérdida de cobertura forestal ocasiona la pérdida de la biodiversidad, lo que incluye los servicios ambientales de los ecosistemas como la regulación del balance hidrológico, la fertilidad de los suelos, la protección de la biodiversidad y retención de carbono, entre otros. Los procesos de cambio registrados, se podrían explicar por diferentes factores pero sin lugar a dudas el factor humano ha sido el principal agente causal de dichos cambios (Duran *et al.,* 2007).

Al respecto, SEMARNAT (2010) hace mención que la destrucción de ecosistemas forestales ha sido un factor importante en la generación de emisiones de gases de efecto invernadero, responsables del cambio climático y presenta esta situación como un reto ambiental que más amenaza a la especie humana y a la intrincada red de transacciones naturaleza-economía que integran las bases de la civilización humana.

Con base en lo anterior, se puede afirmar que el PNCM juega un papel determinante para mantener el equilibrio hídrico de la región (ITESM, 2012), por lo que es imperativo tomar todas las medidas de conservación necesarias para mantener en buen estado funcional los diferentes ecosistemas con que cuenta el PNCM.

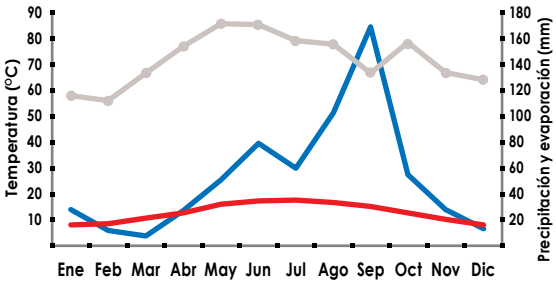
Tabla 5.3 Diagramas ombrotérmicos de las estaciones meteorológicas que se encuentran dentro o en las cercanías al PNCM, elaboradas con datos de temperatura, precipitación y evaporación de 30 años. *(http://smn.conagua.gob.mx/climatologia/normales/estacion/catalogos/cat_nl.html).*

Simbología: Temperatura — Precipitación — Evaporación

Estación Laguna de Sánchez

Promedios:
T°C: **13.2**
Prec: **643 mm**
Evap. pot.: **1739.5 mm**

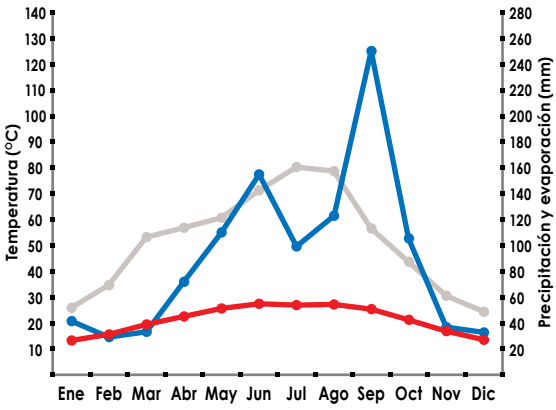
Periodo: **1971-2000**
Elevación: **1940 m.s.n.m**
Coordenadas: **25°20'46" N**
100°16'48" O



Estación Allende

Promedios:
T°C: **21.2**
Prec: **1084.9**
Evap. pot.: **1231.5 mm**

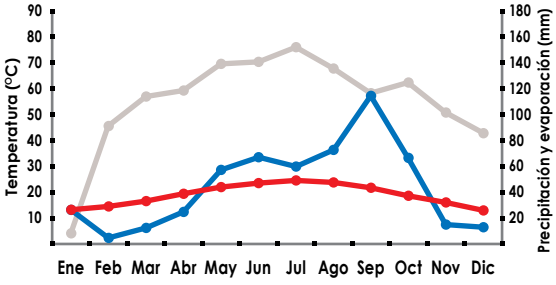
Periodo: **1971-2000**
Elevación: **474 m.s.n.m**
Coordenadas: **25°14'52" N**
100°01'53" O



Estación Casillas, Rayones

Promedios:
T°C: **19.3**
Prec: **540.5 mm**
Evap. pot.: **1342.6 mm**

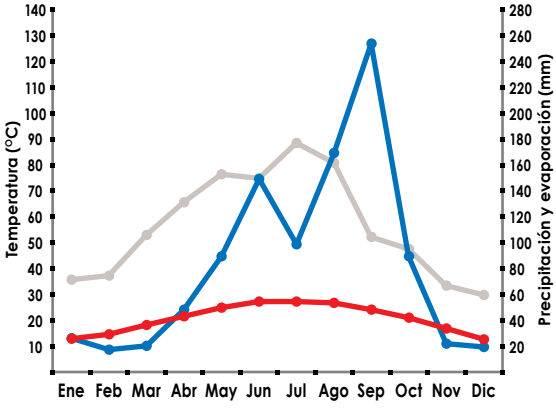
Periodo: **1971-2000**
Elevación: **1260 m.s.n.m**
Coordenadas: **25°11'47" N**
100°12'51" O



Estación El Cerrito, Santiago

Promedios:
T°C: **20.5**
Prec: **996.5 mm**
Evap. pot.: **1343.8 mm**

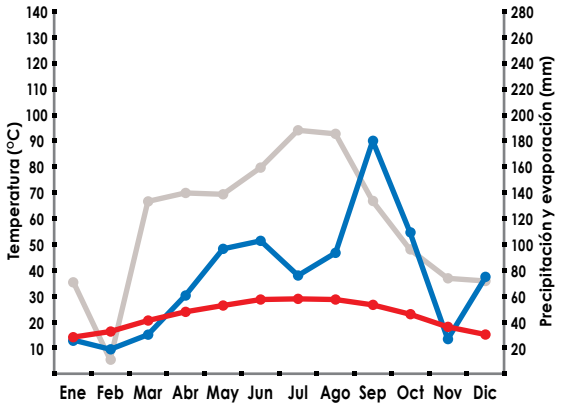
Periodo: **1971-2000**
Elevación: **510 m.s.n.m**
Coordenadas: **25°30'36" N**
100°11'36" O



Estación Montemorelos

Promedios:
T°C: **22.6**
Prec: **894 mm**
Evap. pot.: **1403.4 mm**

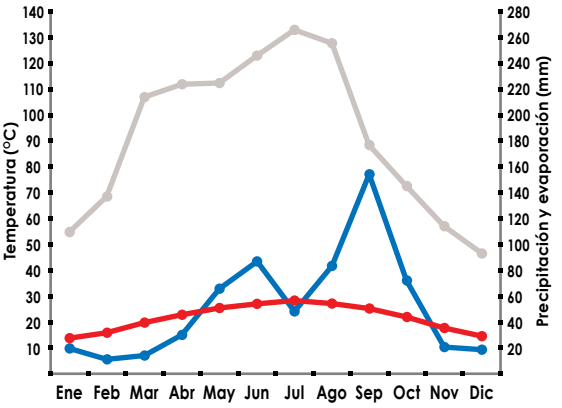
Periodo: **1971-2000**
Elevación: **375 m.s.n.m**
Coordenadas: **25°10'55" N**
099°49'56" O



Estación Monterrey

Promedios:
T°C: **22.3**
Prec: **631.4 mm**
Evap. pot.: **2213.2 mm**

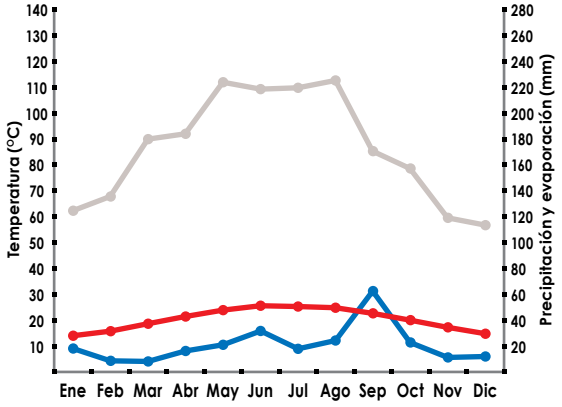
Periodo: **1971-2000**
Elevación: **495 m.s.n.m**
Coordenadas: **25°40'57" N**
100°16'01" O



Estación Rinconada, García

Promedios:
T°C: **20.3**
Prec: **251.2**
Evap. pot.: **2074.4 mm**

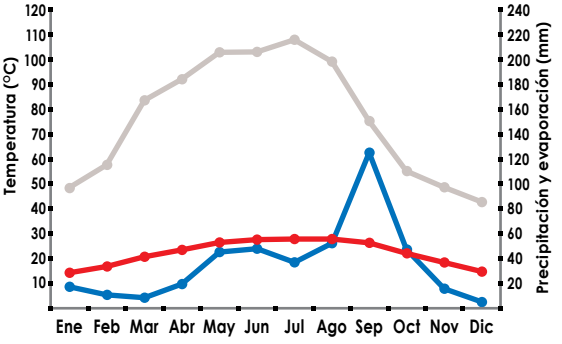
Periodo: **1971-2000**
Elevación: **1000 m.s.n.m**
Coordenadas: **25°40'52" N**
100°43'03" O



Estación Santa Catarina

Promedios:
T°C: **21.4**
Prec: **413.8 mm**
Evap. pot.: **1763.7 mmv**

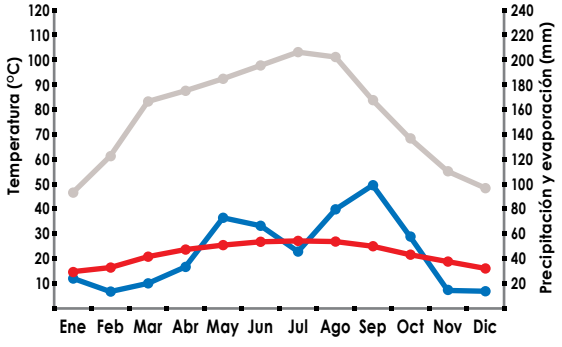
Periodo: **1971-2000**
Elevación: **700 m.s.n.m**
Coordenadas: **25°39'26" N**
100°26'44" O



Estación Rayones

Promedios:
T°C: **21.01**
Prec: **515.1 mm**
Evap. pot.: **1788.3 mm**

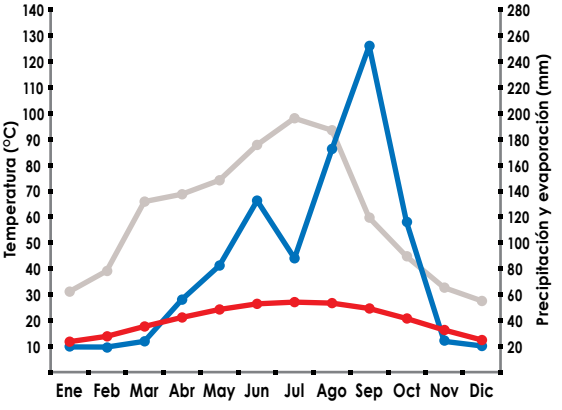
Periodo: **1971-2000**
Elevación: **840 m.s.n.m**
Coordenadas: **25°01'15" N**
100°04'38" O



Estación La Boca, Santiago

Promedios:
T°C: **20.5**
Prec: **1009 mm**
Evap. pot.: **1456.6 mm**

Periodo: **1971-2000**
Elevación: **460 m.s.n.m**
Coordenadas: **25°25'46" N**
100°07'44" O



5.5 LITERATURA CITADA

Cano, A. y B. Servín H. 2009. Medio Ambiente y Política Pública en Nuevo León: Análisis Crítico del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, en: De la Cruz R., A. Zepeda y T. Iturbe. 2009. Sociedad, Conflicto y Ambiente, Edición electrónica gratuita. Texto completo en www.eumed.net/libros/2009a/476.

CONANP (En Prensa). Programa de Manejo del Parque Nacional Cumbres de Monterrey 179 pp.

Contreras, C. 2007. Geografía de Nuevo León. Fondo Editorial de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León. México. Pp. 229.

Durán, E., F. Gopar, A. Velázquez, F. López, A. Larrazabal y C. Medina. 2007. Análisis de cambio en las coberturas de Vegetación y Usos del Suelo en Oaxaca. II Simposio Biodiversidad de Oaxaca. Oaxaca, México. 25 al 27 de abril de 2007.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana.

García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. Climas (clasificación de Koeppen, modificado por García). Escala 1:1,000,000. México. Disponible en el sitio de red: //www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/climas/clima1mgw. Revisado el 23 de octubre de 2012.

García, E. 2003. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. No. 50. Pp. 67-76.

ITESM, 2012. http://albers.mty.itesm.mx/proyectos/cumbres/indexcumbres_es.html.

CONANP, 2012. http://cumbres_mty.conanp.gob.mx/cumbres.php.

Sistema Metorológico Nacional (SMN) 2012. http://smn.cna.gob.mx/climatologia/sequia/2012/sequia0312.pdf.

Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1986. Síntesis geográfica de Nuevo León. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, D.F. Pp. 170.

Lugo-Hubp, J. 1990. El relieve de la República Mexicana. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geología. Revista, vol. 9 núm. 1, Pp. 82-111.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana. NOM–059–SEMARNAT–2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres – Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación 2a Sección, 30 de diciembre del 2010.

Toledo, A. 2002. El agua en el tercer milenio. Gaceta Ecológica. Instituto Nacional de Ecología, No. 64. Diciembre, México, 2002.

Uvalle, J., C. Cantú, F. González y J. Marmolejo. 2010. Cambios de Uso de Suelo, en: Cantú, C. et al. (eds), Biodiversidad y Conservación del Monumento Natural Cerro de la Silla, México. UANL-CONABIO-CONANP. México. Pp. 136-149.

Valdez. V., R. Foroughbakhch, J. De la Garza. 2004. Criterios fitogeográficos en la redelimitación del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Ciencia UANL. Vol. VII, No. 1. Enero-Marzo 2004. Pp. 29-34.

Vargas, M. F. 2012. Parques Nacionales de México. Parque Nacional Cumbres de Monterrey [Internet]. Disponible en el sitio de red: http://www.planeta.com/ecotravel/mexico/parques/nuevoleon.html. Revisado el 9 de octubre de 2012.



CAPÍTULO

6

VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Jorge Méndez González[1]

[1]Departamento Forestal,
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Calzada Antonio Narro No. 1923,
C.P. 25315, Buenavista, Saltillo, Coah.

jorgemendezgonzalez@gmail.com

Méndez-González, J. 2013. Variabilidad Climática, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 53-57.

Variabilidad Climática

Jorge Méndez González

6.1 INTRODUCCIÓN

Se ha evidenciado que los principales modos de variabilidad climática anual e interanual en varias partes del mundo son el fenómeno "ENSO" (El Niño/Oscilación Sur) (Ropelewski y Halpert, 1987) y Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) (Mantua *et al.,* 1997), los cuales modifican los patrones espacio-temporales de precipitación y temperatura. Hare y Mantua (2000), notaron que existe una correspondencia entre eventos ENSO y respuestas climáticas "tipo-ENSO" de la PDO, siendo el ejemplo más claro el excepcional Niño del 1998.

Una teleconexión es una correlación temporal significativa entre dos variables, ubicadas en puntos geográficos distantes (IPCC, 2007). Evaluar teleconectividad y tendencias climáticas es importante puesto que permite conocer y prever impactos sobre el clima futuro (Mantua y Hare, 2002). Los objetivos de este estudio fueron: 1) evaluar las teleconexiones del ENSO (representadas por el MEI, Multivariate Enso Index) y de la PDO, a precipitación y temperatura 2) analizar eventos extremos de estas variables y 3) evaluar sus tendencias históricas y actuales.

6.2 METODOLOGÍA

En este estudio se utilizaron datos de 12 estaciones climatológicas (Ec), distribuidas dentro y adyacentes al Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM). La información fue proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional y corresponde a datos diarios de precipitación (PP), temperatura máxima (TMAX) y mínima (Tmin), mismos que corresponden al periodo 1944 a 2011. La teleconectividad ENSO, PDO, a los datos estandarizados de PP, TMax y Tmin, fue evaluada a través de análisis de correlación lineal (r) al 90%. Para evaluar la magnitud de la teleconectividad de los índices a variables climáticas, se realizó una prueba de F y se aplicaron pruebas de medias de Tukey (95%). Se analizaron registros de eventos extremos de PP, TMax y Tmin. Para detectar tendencias o cambios graduales de variables climáticas en el PNCM, se aplicó la prueba no-paramétrica de Mann-Kendall (MK) (95%). Esta prueba ha sido sugerida para estudios ambientales (Hirsch *et al.,* 1982). Usando el índice de la PDO, se reconstruyeron algunas variables climáticas del PNCM.

6.3 RESULTADOS

Los resultados mostraron que la variabilidad de temperaturas, registradas en el PNCM, estuvo gobernada en gran medida, por el fenómeno del ENSO y de la PDO; la precipitación que registró menor influencia. La teleconectividad promedio ($-1 \leq r \leq 1$) del MEI y de la PDO se dio, de la siguiente manera: 37.5 (TMAX) > 27.1 (PP) > 22.2 (Tmin); 32.6 (TMAX), 31.9 (Tmin) > 18.8 (PP) por ciento, respectivamente. La correlación de ambos índices fue positiva con precipitación (Figuras 6.1A y 6.1D) y negativa con temperatura (Figuras 6.1B y 6.1C; 6.1E y 6.1F), siendo de noviembre a mayo, el periodo de mayor teleconectividad.

La teleconectividad más fuerte, evaluada mediante análisis de varianza ponderada por varianza desigual (Pr = 0.0132; F = 3.1113) se registró de la PDO con Tmin ($|r| = 0.3960 \pm 0.1223$) y con TMAX ($|r| = 0.3837 \pm 0.0856$), la correlación más débil fue de la PDO con precipitación ($|r| = 0.3197 \pm 0.0691$) (Figura 6.2).

De mayo a septiembre el MEI y la PDO registraron fases (positivas / negativas) opuestas (Figuras 6.3A y 6.3B), existiendo periodos (~30 años) en la misma fase. Las condiciones imperantes: sequía y altas temperaturas de los últimos cinco años, en el noreste del país, han sido causadas parcialmente por la PDO (fase negativa) y eventualmente por la fase positiva del MEI. Si estas condiciones (PDO: fase negativa; MEI: fase positiva) prevalecen durante las próximas décadas, se podrían tener sequías prolongadas, con temperaturas por arriba del promedio, en gran parte del norte de México. No obstante, estos índices pueden representar tanto lluvia (PDO/fase positiva) o sequía (PDO/fase negativa) y viceversa para temperatura (Méndez *et al.,* 2010); lo mismo ocurre con el MEI.

Eventos meteorológicos extremos

En los tres años más lluviosos/cálidos/fríos de las 12 Ec se observaron huracanes de alta intensidad, siendo el "Gilberto" (1988), "Alex" (2010) y S/N (1978) los que han registrado las lluvias diarias más abundantes (326, 306 y 400 mm dia-1) (Figura 6.4A), siendo que

el promedio diario de 1.64 ± 0.77 mm, éstos y otros huracanes fueron reportados por Jáuregui (2003), causantes de pérdidas millonarias en el país, incluso de pérdidas humanas.

De las 12 Ec, 1998, resultó ser el más frecuente (Figura 6.4B); las temperaturas más altas (50 y 49° C) ocurrieron el 22/04/55 (ID = 19038) y 26/05/55 (ID = 19058). En relación a Tmin, se observó una clara tendencia de presentar eventos cada vez más fríos (Figura 6.4C); 09/03/1996, 12/12/1997 y 04/02/2011 (ID = 19033) registraron las temperaturas más bajas, -12, -11 y -11 ° C, respectivamente.

Tendencias de variables climáticas en el PNCM

El análisis de resultados indicó que el 41% de las Ec registró incremento de precipitación en la parte alta del PNCM (4.19 ± 1.52 mm año^{-1}), disminuyendo el número de días sin lluvia (-0.47 ± 2.78 días año^{-1}) ($P < 0.05$). La TMAX registró cambios importantes en la parte baja (más poblada) del PNCM, 41% de las Ec promedian un incremento de 0.08 ± 0.04° C año^{-1}, incluso registrando incremento de días con temperatura > 35°C, a razón de 1.62 días año^{-1} ($P < 0.001$). El 33% de Ec (ubicadas en la parte alta del PNCM), registraron una disminución de 0.07 ± 0.04° C año^{-1} ($P < 0.05$).

El 50% de las Ec (de la parte baja del PNCM) registraron incremento de 0.09 ± 0.08°C año^{-1} en Tmin, pero casi 60% de las Ec, indican que el número de días con temperatura < 5° C incrementó en promedio 1.39 ± 0.98 días año^{-1} ($P < 0.001$), revelando que las temperaturas en el PNCM se hicieron cada vez más extremas. Históricamente, las temperaturas máximas (Figura 6.5A) y mínimas (Figura 6.5B) registradas por arriba del promedio en los últimos 100 años (reconstruidas en algunas Ec del PNCM, usando el índice de la PDO) se presentaron de 1945 a 1977 y de 2005 a 2012. Patrones contrarios se registraron con precipitación (Figura 6.5C), similar a lo reportado por Cerano *et al.* (2011).

6.4 CONCLUSIONES

Las condiciones océano-atmosféricas del Pacifico ecuatorial, gobiernan en gran medida el clima del PNCM, especialmente de temperatura; sin embargo, las teleconexiones de los índices climáticos son dependientes de la ubicación geográfica y de la temporada del año. Se observó que las actividades antropogénicas han modificado el sistema climático local. Eventos extremos de precipitación y de temperatura mínima en el PNCM tienden a ser más frecuentes e intensos. La alta teleconectividad de la PDO a PP, TMax y Tmin permitió reconstruir el historial climático (hasta más de 100 años) del PNCM.

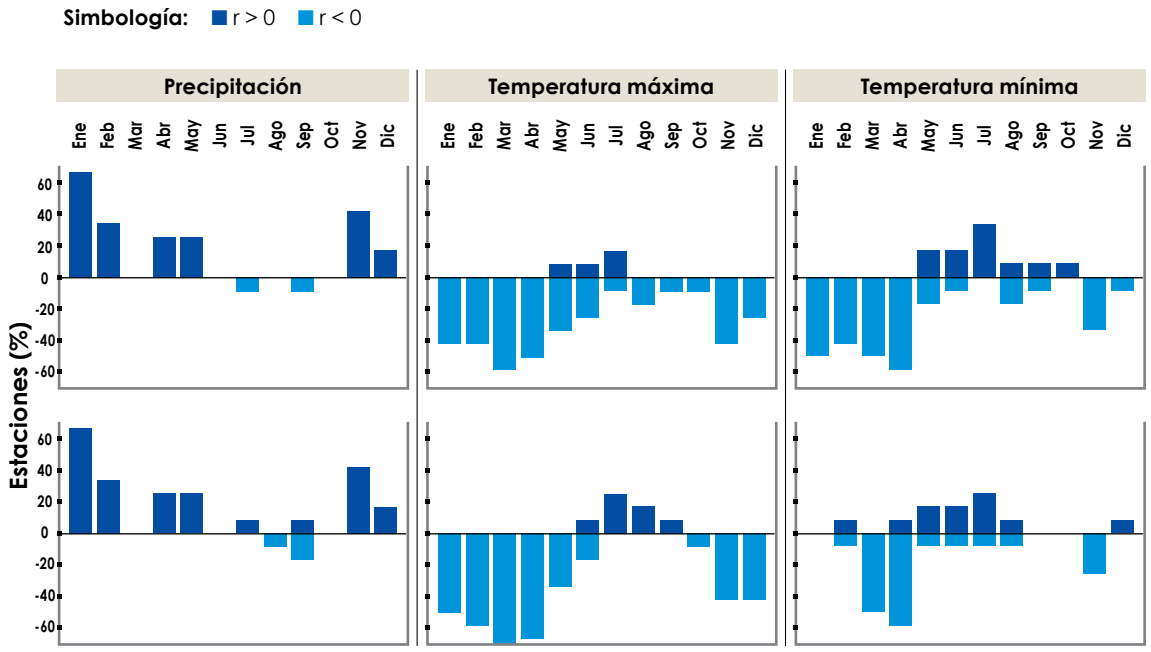


Figura 6.1 Porcentaje de estaciones significativas ($P < 0.10$), entre precipitación, temperatura máxima y mínima con el MEI (A - C) y con la PDO (D - F) en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México.

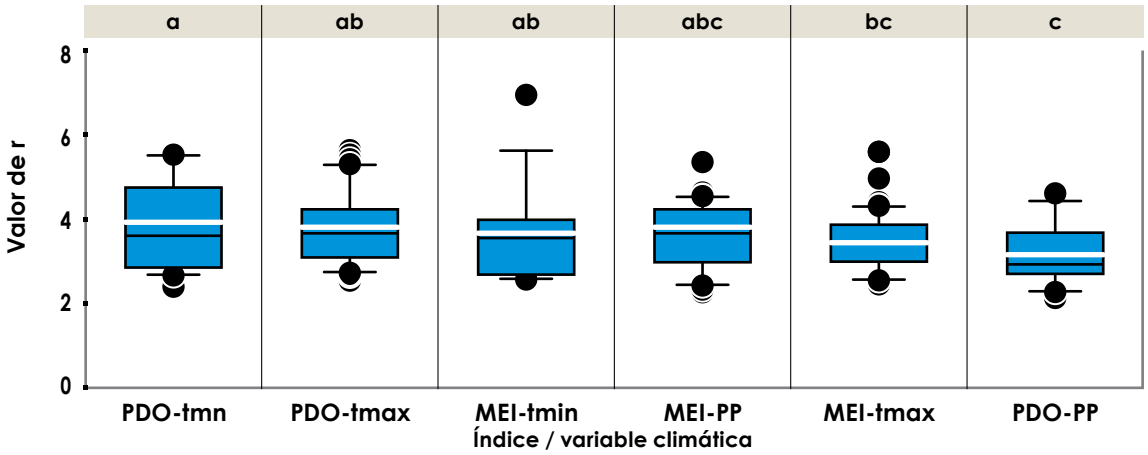


Figura 6.2 Grado de teleconectividad del MEI y PDO con precipitación, temperatura máxima y mínima, en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México.

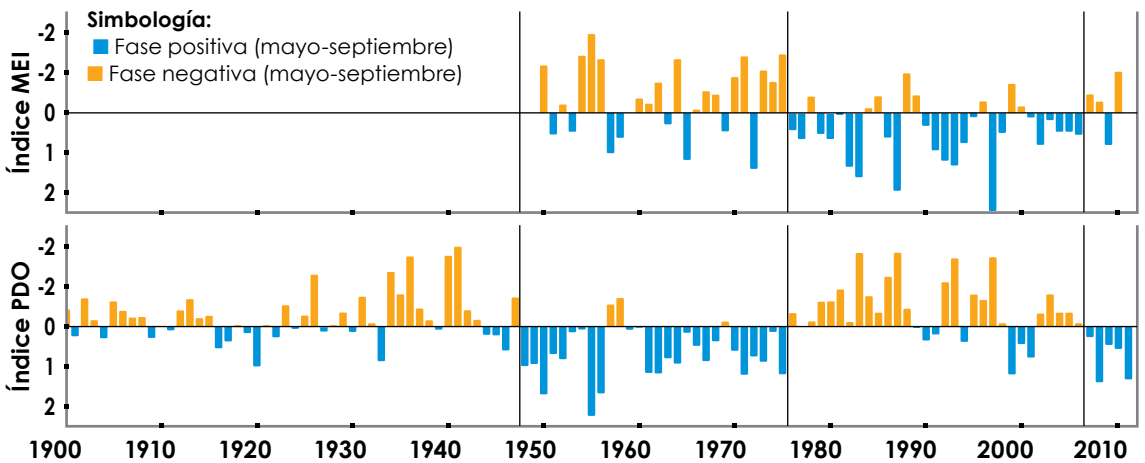


Figura 6.3 Fase positiva y negativa promedio (mayo-septiembre) del índice multivariado del ENSO (MEI) y de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO).

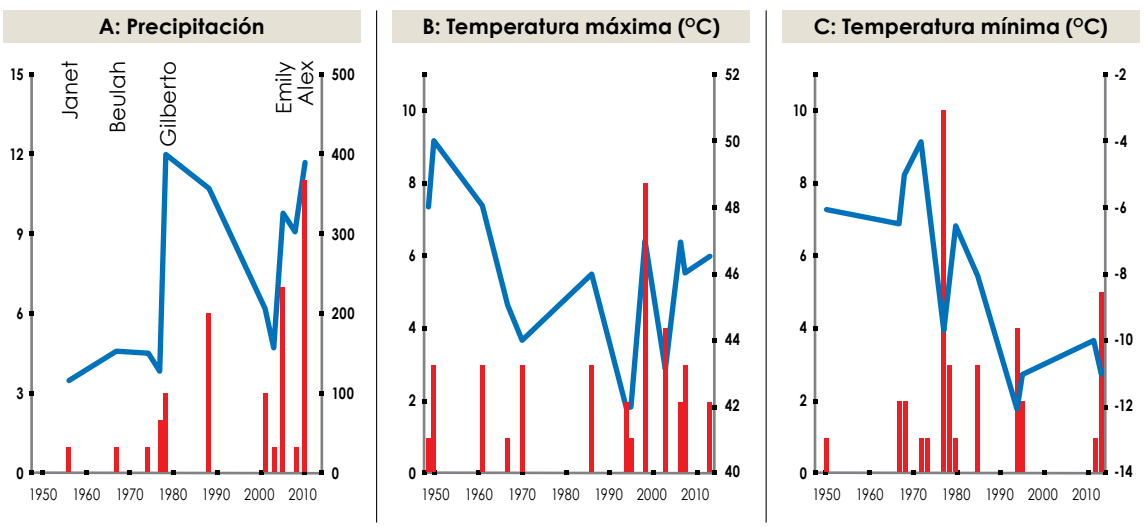


Figura 6.4 Frecuencia (barras/izquierda) y registro (líneas/derecha) de eventos extremos en precipitación (A), temperatura máxima (B) y minima (C), en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

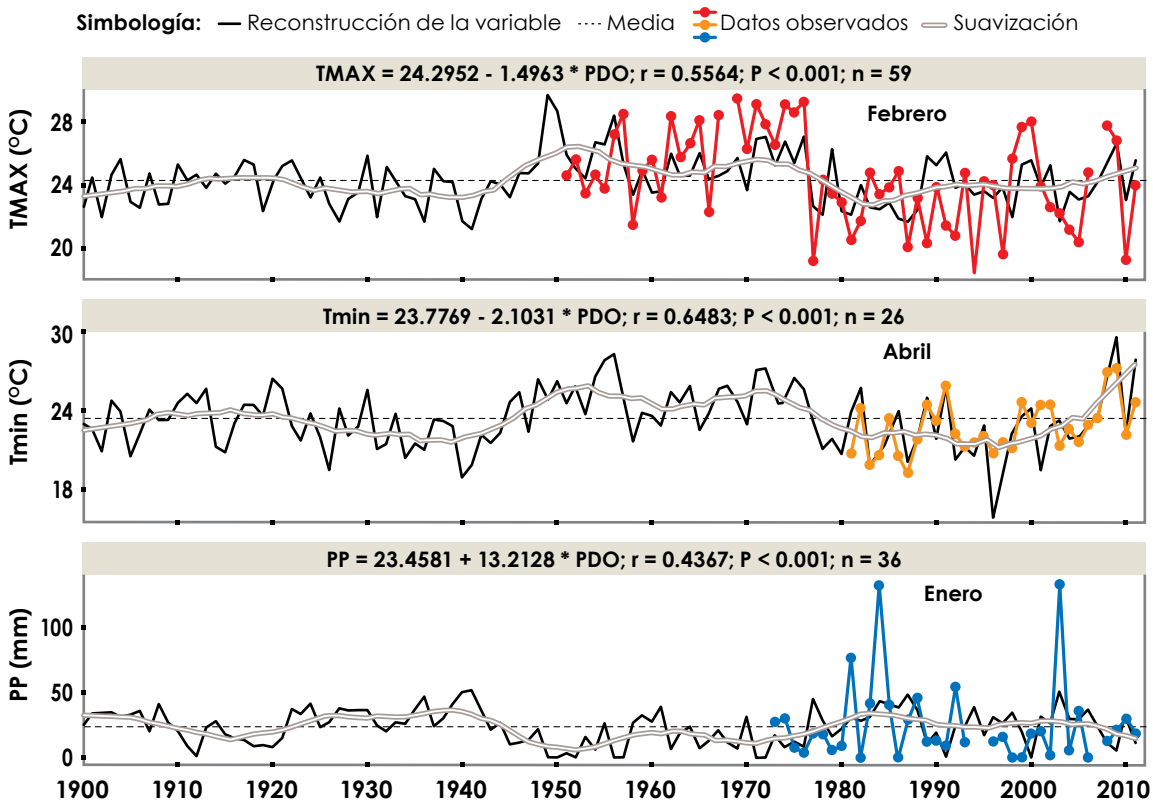


Figura 6.5 Reconstrucción de temperatura máxima (TMAX), mínima (Tmin) y precipitación (PP) en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México, usando el índice de la Oscilación Decadal del Pacífico.

6.5 LITERATURA CITADA

Cerano, P. J., D. J. Villanueva, C. R. D. Valdez, G. J. Méndez y G. V. Constante. 2011. Sequías reconstruidas en los últimos 600 años para el noreste de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2: 235-249.

Hare, S. R. y N. J. Mantua. 2000. Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989. Progress in Oceanography 47: 103-145.

Hirsch, R. M., J. R. Slack y R. A. Smith. 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. Water Resources Research 18 (1): 107-121.

IPCC. 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza.

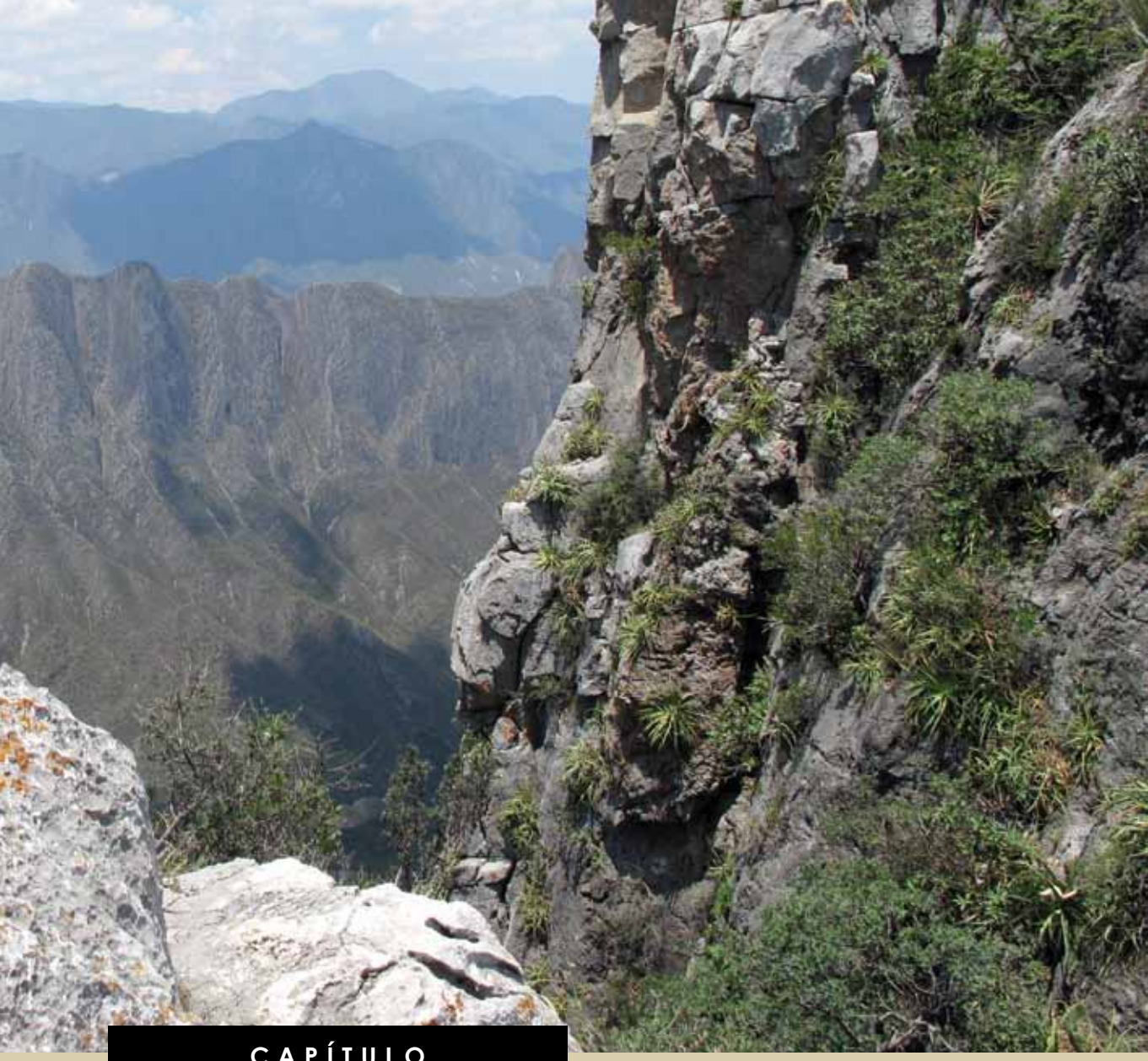
Jáuregui, E. 2003. Climatology of landfalling hurricanes and tropical storms in Mexico. Atmósfera 16: 193-204.

Mantua, N. J., S. R. Hare, Y. Zhang, J. M. Wallace y R. C. Francis. 1997. A Pacific decadal climate oscillation with impacts on salmon. Bulletin of the American Meteorological Society 78: 1069-1079.

Mantua, N. J. y S. R. Hare. 2002. The Pacific Decadal Oscillation. Journal of Oceanography 58: 35-44.

Méndez, G. J., L. A. Ramírez, O. E. Cornejo, L. A. Zárate y P. T. Cavazos. 2010. Teleconexiones de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) a la precipitación y temperatura en México. Investigaciones geográficas 73: 57-70.

Ropelewski, C. F. y M. S. Halpert. 1987. Global and regional scale precipitation associated with El Niño/Southern Oscillation. Monthly Weather Review 115: 985-996.



CAPÍTULO

7

DESARROLLO GEOLÓGICO:

DE CONTINENTES ANCESTRALES Y OCÉANOS A SIERRAS

Juan A. Ramírez Fernández[1]
y Dirk M. Oesterreich[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias de la Tierra

Carretera Linares a Cerro Prieto km 8, C.P.
67700, A.P. 104, Linares, N.L.

juan.ramirezf@uanl.mx

Ramírez-Fernández, J. y D. Oesterreich-Masuch. 2013. Desarrollo Geológico:
De Continentes Ancestrales y Océanos a Sierras, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.),
Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 59-77.

Desarrollo Geológico: De Continentes Ancestrales y Océanos a Sierras

Juan Alonso Ramírez Hernández y Dirk Masuch Oesterreich

7.1 INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) se localiza geológicamente en la denominada Saliente o Curvatura de Monterrey en la provincia de la Sierra Madre Oriental (SMOr), de cuyo relieve toma su nombre. La SMOr es una cordillera con una longitud de más de 1,500 km y un ancho que ronda en los 80 km, con una elevación máxima en el Cerro del Potosí, N.L. de 3,713 metros sobre el nivel del mar (msnm). En particular, el punto más alto del PNCM alcanza los 3,476 msnm (en las cercanías de Potrero de Abrego), mientras que el punto más bajo apenas alcanza los 486 msnm. La SMOr se extiende por los estados de Chihuahua, Coahuila y Nuevo León en norte y hasta el centro del país, en el estado de Puebla donde es cubierta por los productos del Cinturón Volcánico Mexicano (Lugo-Hubp, 1990). En la región, limita con la Planicie Costera del Golfo de México, mientras que hacia el oeste lo hace con el Altiplano Mexicano (Anexo 7.1).

El estudio de la SMOr ha permitido reconstruir una parte importante, en tiempo y en espacio, de la historia geológica de nuestro país, misma que ha moldeado el relieve regional y dominado la distribución y tipos de rocas. En la literatura especializada se describe a la SMOr como el producto del levantamiento y deformación de rocas principalmente mesozoicas así como también de su complejo basal antiguo, que fue levantado, comprimido y transportado hacia el noreste, formando pliegues y cabalgaduras por el evento deformacional laramídico durante Cenozoico (Eguiluz *et al.,* 2000) (Figuras 7.1 y 7.2).



Figura 7.1 Panorámica hacia el sur desde el paraje conocido como La Ventana, arriba de la Meseta de Chipinque, San Pedro Garza García, N.L. Se observan los flancos del Anticlinal de los Muertos en primer y segundo plano.

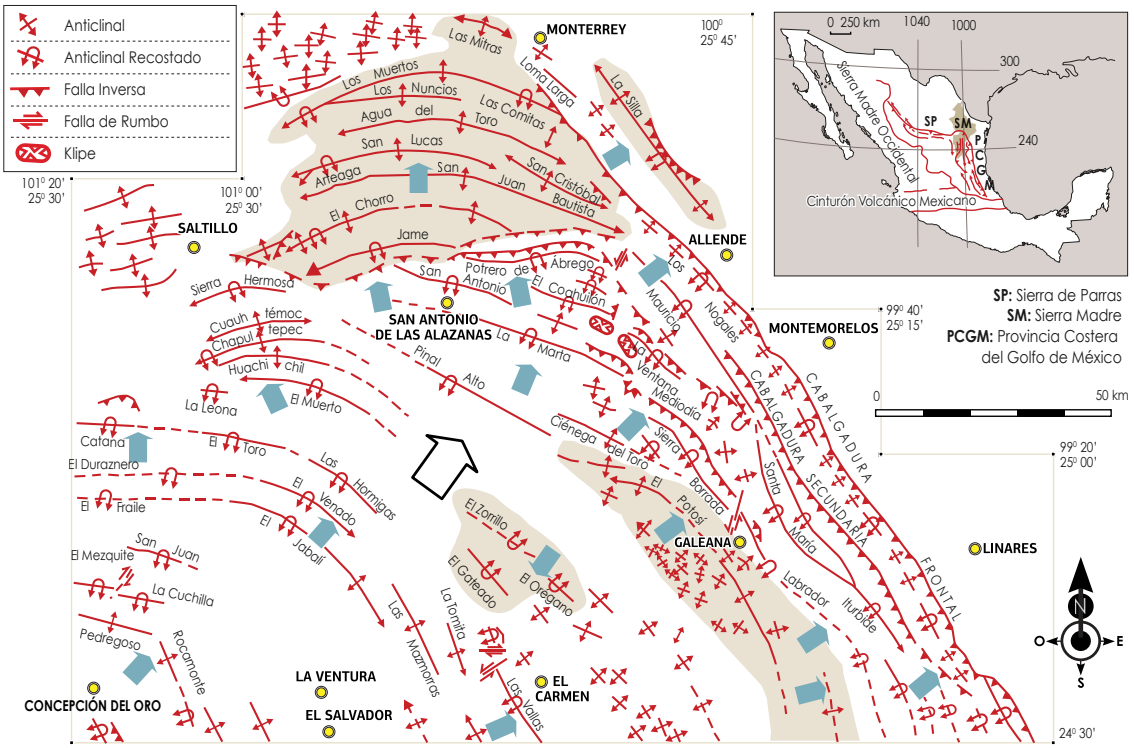


Figura 7.2 Mapa estructural conteniendo las principales estructuras de la Curvatura de Monterrey. CO: Concepción del Oro, LV: La Ventura, ES: El Salvador, EC: El Carmen, G: Galeana, L: Linares, S: Saltillo, SA: San Antonio de las Alazanas, MS: Montemorelos, A: Allende, MY: Monterrey, SM: Sierra Madre, SP: Sierra de Parras, PCGM: Provincia Costera del Golfo de México. Modificado de Padilla y Sánchez (1985).

La SMOr representa una de las más importantes provincias de nuestro país, no sólo por su gran envergadura y majestuosos paisajes, sino porque concentra en gran medida la distribución de recursos naturales que han sido sustento para los habitantes de esta región del país, desde su llegada a América.

Más allá de hacer una descripción puntual y exhaustiva de cada una de las formaciones geológicas que conforman a la SMOr, se pretende guiar al lector a lo largo del desarrollo cronológico de los procesos que ocurrieron durante los últimos mil millones de años, y que llevaron a la formación de esta provincia.

La SMOr tal y como la conocemos hoy, es el resultado de lentos pero poderosos procesos que han quedado registrados en las rocas, minerales y fósiles contenidos en las formaciones geológicas. Estos procesos representan ancestrales colisiones continentales, cierres de océanos ya extintos, la creación de un supercontinente, su ruptura, hasta la apertura de un nuevo océano de escala mundial. Todos estos procesos pueden ser interpretados y reconstruidos por medio de la teoría de la Tectónica de Placas, que representa un conjunto de modelos que explican la dinámica terrestre y sus efectos geológicos. Esta dinámica que podría aparentar ser solamente de carácter superficial, tiene sus raíces en regiones sumamente profundas de la Tierra, desde el límite entre el Núcleo y el Manto, el mismo Manto Terrestre y la Corteza Terrestre. Estos niveles de la Tierra, excepto la parte más externa de la Corteza Terrestre, están fuera de nuestra capacidad de observación directa. Sin embargo, es posible realizar observaciones indirectas de las profundidades, de acuerdo a las propiedades físicas de las rocas. El resultado de la dinámica profunda de la Tierra, también conocida como dinámica endógena, tiene que ver con la distribución de presiones, de temperaturas, la estructura cristalina de los materiales y su respuesta física y mecánica. Desequilibrios en estos parámetros en el interior de la Tierra, provocan movimientos en gran escala, incluso de materiales en estado sólido, en forma de convecciones ascendentes y descendentes, así como desplazamientos laterales. Estos efectos de la dinámica endógena se expresan hasta en la superficie terrestre, en fenómenos como son la formación de cuencas, deformación, vulcanismo, levantamiento y hasta la generación de las más altas montañas. Es decir, el relieve terrestre y los diferentes ambientes geológicos asociados donde se forman las rocas son el

producto de procesos cuyas raíces se encuentran en el interior de nuestro planeta.

A continuación, se describen de manera simplificada y sumamente condensada los procesos geológicos más importantes que llevaron al desarrollo de la SMOr. En la literatura especializada el lector interesado podrá encontrar descripciones mucho más detalladas y de primera mano de las unidades, estructuras y desarrollo de la Geología Histórica de esta importante provincia de México. Ejemplos de estos trabajos son: Alfonso-Zwanzinger (1978), De Cserna (1989), Enos (1974), Gray y Johnson (1995), Humphrey (1956), Imlay (1943), Michalzik y Schumman (1994), Pindell (1983), Salvador (1991), Sedlock *et al.,* (1993), Tardy *et al*., (1975), Wilson y Ward (1993), etc.

Cabe destacar que no todas las rocas implicadas en este proceso afloran en el PNCM, pero si forman parte del acervo geológico de la SMOr en el noreste de México, por lo que se incluyen en este tratado. Se indican las mejores localidades para reconocer estas unidades, en caso de que al lector le interese conocer estos magníficos ejemplos de la geología de nuestro país. Las edades mencionadas en este capítulo son de acuerdo a la tabla de tiempo geológico de Walker y Geissman (2009).

7.2 BASAMENTO PRE-MESOZOICO: UNIDADES DEL PRECÁMBRICO Y PALEOZÓICO

La primera parte de la historia geológica de la SMOr se llevó a cabo entre los 1,000 y 250 millones de años (Proterozoico hasta fines del Paleozoico). Durante este prolongado período se generó lo que ahora conforma el basamento o zócalo de las unidades geológicas más jóvenes de la SMOr. Cabe mencionar que estas unidades antiguas, no afloran en el PNCM, pero es posible estudiarlas en localidades en el vecino estado de Tamaulipas (cercanías de Cd. Victoria, Bustamante y Miquihuana) y al sur de Nuevo León (Aramberri). Se describen de manera muy breve, para visualizar todo el marco del desarrollo de la geología del PNCM.

Es necesario acotar que la distribución de los océanos y continentes, no es una constante en la Tierra. Las masas continentales no solamente han cambiado de posición, sino que ha cambiado asimismo su configuración. Donde antes hubo montañas, sólo quedan rocas que atestiguan antiguas cordilleras, aunque su relieve se ha perdido o se ha cubierto. El ejemplo más antiguo de rocas pertenecientes a una cadena montañosa y que tuvo una distribución mundial, es lo que se describe como Formación Gneis Novillo (Carrillo-Bravo, 1961; Ramírez-Ramírez, 1992; Trainor *et al.,* 2011; Casas-García, 2012). Esta unidad geológica de 1,000 Ma (millones de años) representa la formación más antigua de toda la columna litológica del noreste de México. Esta formación consta de rocas metamórficas, es decir, rocas que se derivaron a partir de rocas aun más antiguas tanto sedimentarias como ígneas. Su formación está ligada a un proceso orogénico formador de montañas, que se denomina Grenvilleano, por su localidad tipo en Canadá. Estas rocas se formaron por la colisión de antiguas masas continentales que se amalgamaron para formar el supercontinente Rodinia (del ruso родина, ródina, patria). La colisión de las unidades rocosas fue de tal magnitud que estas se metamorfizaron a altas presiones y temperaturas (facies de Granulitas, 900°C, 9 kilobares, a profundidades de más de 20 km en la corteza continental). Al Gneis Novillo se le localiza en cañones que cortan a la SMOr en los alrededores de Cd. Victoria (cañones Novillo, Peregrina y Caballeros), y está caracterizado por ser un conjunto rocoso sumamente competente y frecuentemente bandeado (Figura 7.3).

El Gneis Novillo se encuentra cubierto parcialmente por un paquete sumamente deformado y afallado, compuesto de rocas sedimentarias acumuladas tanto en el borde de Gondwana (continente precursor de Sudamérica, nombrada así por Suess como "tierra de los Gonds" de la India) como de Laurasia (continente precursor de Norteamérica, su nombre deriva del nombre del Escudo Candiense y Eurasia). Esta interpretación se basa en el contenido fósil de las rocas sedimentarias. La secuencia consiste principalmente de rocas siliciclásticas (areniscas, limolitas, lutitas) agrupadas en las Formaciones Cañón de Caballeros, Vicente Guerrero, Del Monte y Guacamaya. Intercalada se encuentra también la Formación (Fm.) Aserradero que consiste de antiguas lavas riolíticas. La edad de la secuencia paleozoica va del Silúrico al Pérmico Inferior (Stewart *et al.,* 1999; De León-Barragán, 2012), con edades de los 440 a 270 Ma. Esta secuencia se encuentra aflorando únicamente en los cañones Peregrina y Caballeros, en las cercanías de Cd. Victoria, Tamps.

También durante el Paleozoico, pero en condiciones geológicas muy diferentes a la secuencia sedimentaria, se generó la Fm. Esquisto Granjeno (EG) unidad litológica metamórfica (Dowe *et al.,* 2005; Torres-Sánchez, 2010). Con una edad de metamorfismo de 330 millones de años, que corresponde al Carbonífero, es mucho más joven que el Gneis Novillo (Barboza-Gudiño *et al.,* 2011), por lo que ambas Formaciones no son correlacionables, ni en tiempo ni en su génesis. Esta unidad se formó bajo condiciones metamórficas de facies de Esquistos Verdes (aprox. 400°C y 4 Kbar, a profundidades de más de 10 km en la corteza continental y parcialmente oceánica), a partir de rocas sedimentarias y volcánicas, concentradas en el borde occidental del ancestral continente Gondwana.

Figura 7.3 Afloramiento del Gneis Novillo en su variedad bandeada, en su localidad tipo Cañón Novillo, Cd. Victoria, Tamps. Estas rocas metamórficas son las más antiguas del noreste de México, con edades que rondan los mil millones de años.



Figura 7.4 Discordancia entre las formaciones Esquisto Granjeno y La Joya en el cañón de la Virgen del Contadero, Aramberri, N.L. Este afloramiento representa un excelente ejemplo del antiguo relieve montañoso (representado por el Esquisto Granjeno, del Carbonífero), cubierto por sedimentos más recientes (areniscas y conglomerados de la Fm. La Joya del Bathoniano/Callovianod, Jurásico) en un proceso de transgresión marina. La línea en rojo representa un período de cerca de 150 millones de años sin registro geológico.

Los procesos metamórficos que se llevaron a cabo en esta unidad, se debieron a la interacción de placas tectónicas, en un borde de subducción. Tal interacción colisional, que llevó finalmente al amalgamamiento de supercontinente Pangea (de pan: todo y gea: tierra; subsecuente supercontinente después de Rodinia), formó el cinturón orogénico Appalachiano, que en nuestro país se caracteriza precisamente por la presencia de unidades metamórficas típicamente sepultadas por formaciones sedimentarias más jóvenes. En contraste, este cinturón se expresa en la región oriental de los Estados Unidos y Canadá como una cadena montañosa de bajo relieve, es decir, aún se encuentra expuesta pero no ha sido cubierta por rocas más jóvenes. La

Fm. EG se expresa en magníficos afloramientos en los cañones Novillo, Peregrina y Caballeros (Cd. Victoria, Tamps.), pero también en Miquihuana y Bustamante (Tamps.) y en Aramberri (N.L.). Cabe destacar que esta unidad geológica es la más antigua de todo el estado de Nuevo León (Figura 7.4).

Las unidades descritas representan las formaciones más importantes que conforman el basamento de la SMOr. Cada una de ellas, se formaron en tiempos, condiciones y ambientes geológicos diferentes. Sin embargo, estas se encuentran ahora en contacto entre sí, gracias a los procesos de deriva continental, que permitió que estas masas se pusieran en contacto entre sí a lo largo de fallas. Estos procesos se asocian a la colisión de las grandes masas continentales (incluidas Laurasia y Gondwana) que derivaron en el ensamble del supercontinente Pangea, a fines del período Pérmico al finalizar la era Paleozoica.

7.3 ROMPIMIENTO DE LA PANGEA Y ESTABLECIMIENTO DE LA CUENCA

Si nuestro planeta hubiese encontrado ya un equilibrio, la distribución de las masas continentales sería exactamente como a fines del Paleozoico, con la subsistencia de Pangea (ver, por ejemplo, Scotese, 2003). Sin embargo, el continente prácticamente recién unificado se separó paulatinamente en bloques menores que resultaron en los continentes actuales. Este proceso inició en los albores del Mesozoico, en el período Triásico (hace aprox. 250 Ma). Cabe mencionar que el proceso de separación continua a la fecha, siendo que en el futuro (dentro de 250 Ma, aproximadamente) se formará un nuevo supercontinente ya denominado "Pangea Ultima".

El proceso de apertura continental generó un complejo patrón de altos de basamento y cuencas. Precisamente en estas últimas, es donde se fueron acumulando sedimentos con características propias de cada ambiente, que después de procesos diagenéticos (litificación) se tornaron precisamente en rocas sedimentarias. Las cuencas más antiguas se establecieron bajo condiciones aún continentales, a medida que la corteza continental se iba adelgazando, fracturando y finalmente deprimiendo. Paulatinamente, se instauraron cuencas cada vez con mayor influencia marina, producto de un proceso transgresivo, es decir por el ingreso paulatino de aguas oceánicas que fueron cubriendo regiones que antes estaban emergidas. El agua marina fue penetrando en la medida que Pangea se disgregaba, proviniendo desde el ancestral Océano Pacífico. Una vez que se separaron los continentes, se establecieron el Golfo de México y el Océano Atlántico, dejando en la antigua cuenca de la SMOr una columna estratigráfica de rocas sedimentarias de aprox. 3,600 m de espesor en total (Figura 7.5). De acuerdo a Goldhammer (1999) y Goldhammer y Johnson (2001) la evolución de la provincia del Golfo de México, que fue donde se acumularon los sedimentos del PNCM, fue dominado por el desarrollo de una margen pasiva (límite entre un continente y una cuenca oceánica, sin que medie subducción), que fue afectada posteriormente por los efectos orogénicos del evento laramídico durante el Terciario.

Durante breves períodos del Mesozoico (Jurásico Inferior y Cretácico Superior) se desarrolló actividad volcánica, que es atestiguada precisamente por la presencia de rocas extrusivas. Sin embargo, esta actividad escasamente representada en el Noreste de México tuvo su origen en procesos de subducción tectónica en la paleomargen occidental del nuestro país, es decir, hacia el ancestral Océano Panthalassa que bordeaba en aquel entonces a Pangea.

La columna litológica mesozoica inicia con la depositación de sedimentos fluviales y aluviales, acumulados a lo largo de cauces fluviales, en regiones de precipitaciones irregulares. Estos depósitos se les conocen como "lechos rojos" y se componen de paquetes de rocas siliciclásticas muy oxidadas, constituidas por fragmentos erosionados y retrabajados provenientes de regiones más elevadas. Cabe mencionar que en aquel entonces existían cadenas montañosas, que fueron erosionadas y cubiertas por sedimentos más jóvenes. Las rocas resultantes son lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, esto es, rocas clásticas con diferente granulometría, que componen al Grupo Huizachal. Este se subdivide a su vez en tres formaciones: Alamar, La Boca y La Joya (Barboza-Gudiño *et al.,* 2010; Rubio-Cisneros, 2012). La edad de este grupo va del Triásico Tardío (Cárnico) hasta el Jurásico Medio (Calloviano, 235 a 165 Ma). Estas rocas que son reconocibles fácilmente por sus variaciones de colores rojizos sumamente notorios, afloran en los alrededores de Galeana, N.L.

A fines del Calloviano y el Oxfordiano (Jurásico, aprox. hace 160 Ma) las aguas marinas fueron ingresando paulatinamente al continente, cubriendo extensas y someras llanuras, dando lugar a la formación de depósitos evaporíticos. Tales capas se forman cuando el agua marina se evapora, dejando tras de sí precipitados minerales, especialmente sales como haluros, sulfatos y carbonatos. Tales depósitos conforman potentes cuerpos de yesos, agrupados en la Formación Minas Viejas (Clave JcoY, Anexo 7.2), mismas que representan las rocas más antiguas de todo el Parque Cumbres. Estas se encuentran en los sectores centrales y muy reducidos de pliegues anticlinales, por ejemplo, en la Sierra de San Cristobal y San José de Boquillas y se les reconoce por sus colores claros y morfologías suaves.

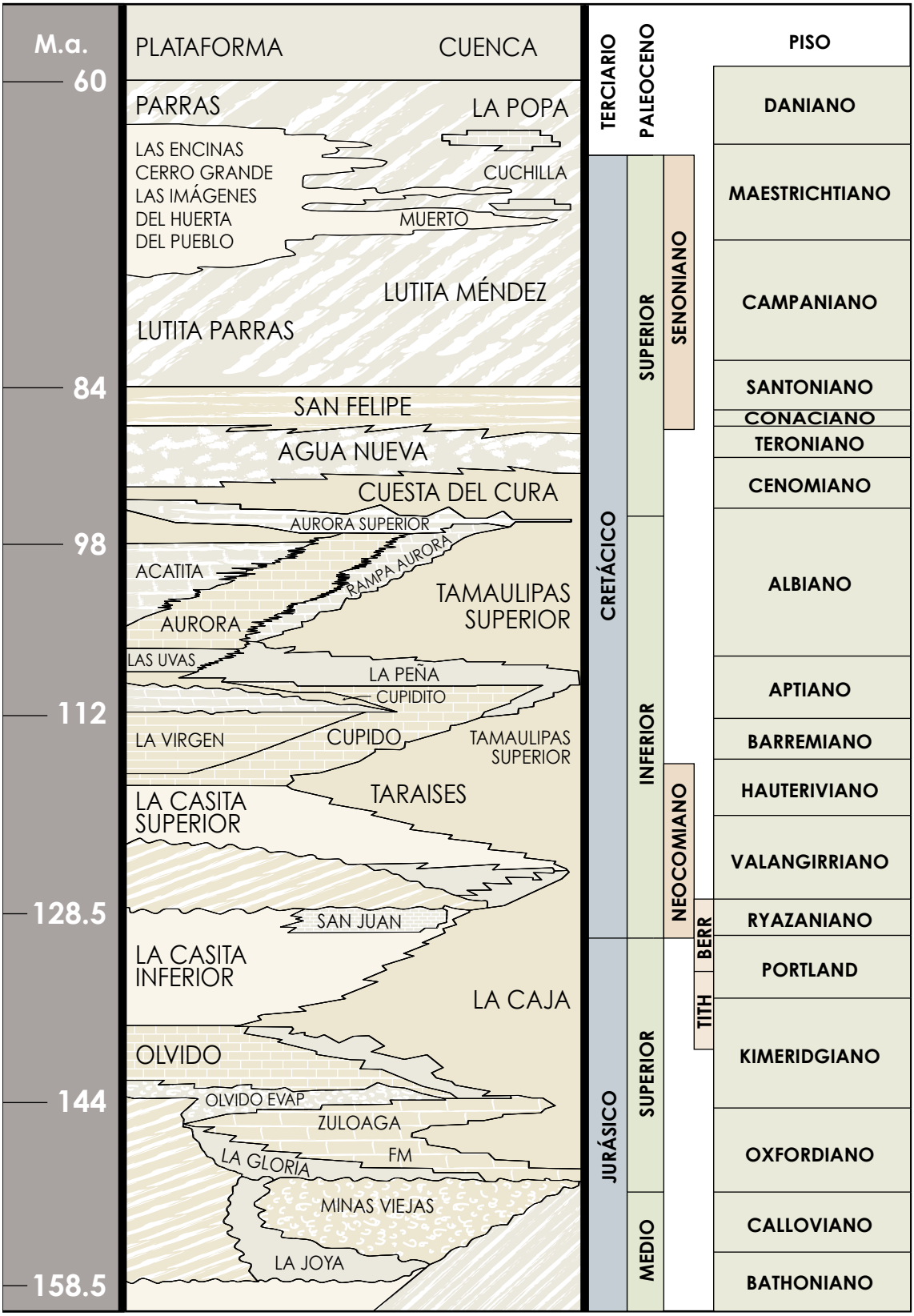


Figura 7.5 Columna cronoestratigráfica para el sector NE de la Sierra Madre Oriental. Modificada de Goldhammer (1999). M.a.: millones de años.



Figura 7.6 Panorámica en el núcleo del Anticlinal de los Muertos, desde el interior del Cañón de la Huasteca, Santa Catarina, N.L. El risco de la parte central está conformado por calizas de la Formación Zuloaga, mientras que los bordes más elevados (derecha e izquierda de la foto) están compuestos por calizas de la Formación Cupido.

Fuera del PNCM se les puede observar, por ejemplo, en los municipios de Hidalgo y Galeana, N.L. La presencia de estas capas que mecánicamente se comportan de manera plástica y muy deformable, favorecieron de manera importante la deformación de las capas que llevaron al desarrollo de las estructuras plegadas de la SMOr.

Una vez las aguas marinas fueron ingresando más y más, al inicio de la apertura del Golfo de México, y a medida de lo que es ahora la Península de Yucatán fue migrando hacia el SE en dirección de su posición actual la profundidad de la cuenca se iba haciendo cada vez mayor, propiciando la depositación franca de sedimentos carbonatados. Este material producto de la precipitación de las aguas marinas y de la acumulación de restos orgánicos (algas, moluscos, etc.) derivó en la formación de rocas calizas. Cabe hacer mención que estas rocas dominan volumétricamente a lo largo y ancho de la SMOr. Durante esta etapa se acumularon lodos calcáreos, que fueron retrabajados formando pequeñas concreciones denominadas ooides. Estas pequeñas estructuras esféricas indican precisamente un ambiente somero y con alta energía por movimiento de las aguas marinas que dieron a lugar a la Fm. Zuloaga (del Oxfordiano al Kimmeridgiano, hace 150 Ma; clave JokCz, Figura 7.6 y Anexo 7.2).

A fines del Jurásico (Tithoniano-Portlandiano, hace unos 145 Ma) e inicios del Cretácico (Neocomiano) existían elementos aún emergidos en el norte de México, cuyos productos erosionados se depositaron en las cuencas que los circundaban. Éstos, se representan en el PNCM con la Fm. La Casita que contiene intercalaciones de rocas calcáreas y arcillosas, con depósitos clásticos (clave JtLu-Ar y KbeLu-Ar, Anexo 7.2), los cuales representan variaciones paleogeográficas asociadas a sistemas de abanico deltáico, desarrollado desde precisamente los altos del basamento, hacia las regiones más profundas de la cuenca.

Paulatinamente, el influjo marino fue incrementándose, resultando en una disminución en la producción de sedimentos clásticos e acrecentándose la acumulación de depósitos calcáreos. La cuenca se profundizó, de tal manera que se desarrollaron facies offshore (mar abierto). Es durante este proceso, en el Neocomiano (Berriasiano – Hauteriviano, parte basal del Cretácico Inferior, hasta hace 130 Ma.) que se depositó la Fm. Taraises (clave KbehCz-Lu, Anexo 7.2), que se compone de calizas pelágicas muy oscuras de espesores medianos, en ocasiones con pedernal, con intercalaciones arcillosas.

Durante el Barremiano al Aptiano Inferior (Cretácico Inferior, 130 a 120 Ma) se establecieron fuertes diferencias en la paleogeografía especialmente en la parte norte y noreste de lo que ahora es México. En aquel



Figura 7.7 Caliza de la Fm. Cupido, conteniendo abundantes restos fósiles de rudistas. Afloramiento directamente en la Meseta de Chipinque.

entonces destacaba la presencia de vastas plataformas, como la de Cupido-Sligo (clave KhapCz, Anexo 7.2) y de amplias cuencas profundas de mar abierto. En los bordes de estas plataformas se desarrollaron potentes paquetes calcáreos formados por bioconstrucciones, constituidas por restos de rudistas (moluscos lamelibranquiados, extintos en el límite Cretácico – Terciario). Éstos se pueden observar en el Parque Chipinque, por ejemplo, en la Meseta del mismo nombre, en la Fm. Cupido (Figura 7.7). Dentro del mismo PNCM es posible encontrar rocas calizas de cuenca, es decir formadas en regiones más profundas, en su equivalente denominado Fm. Tamaulipas Inferior, que se compone de capas de calizas gris oscuro de grano muy fino y con lentes de pedernal. Cabe mencionar que debido a la competencia de las calizas (es decir, su resistencia a ser erosionadas) de estas formaciones, forman los riscos más pronunciados del PNCM (Figura 7.8).

Posteriormente, durante el Aptiano Medio al Superior (ca. 112 a 120 Ma, Cretácico) aguas marinas profundas cubrieron una parte importante del norte del territorio mexicano, lo que se considera un importante evento transgresivo. La plataforma Cupido-Sligo, así como las cuencas circundantes, se cubrieron de lutitas de aguas profundas y por terrígenos siliciclásticos. Cabe mencionar que el espesor de esta unidad, denominada Fm. La Peña (clave KapCz, Anexo 7.2) es muy reducido, en algunos casos no sobrepasa los 20 m. Topográficamente, se expresa como una depresión entre los potentes paquetes calcáreos de las Fm. Cupido/Tamaulipas Inferior y Tamaulipas Superior, lo cual facilita la orientación en campo entre estas formaciones, o incluso en las imágenes aéreas.

Durante el Albiano (ca. 100 Ma) se presentan de nuevo las mismas condiciones de cuencas profundas, con la depositación de calizas pelágicas masivas. Estas rocas, que conforman la Fm. Tamaulipas Superior, representan depósitos anaeróbicos a disaeróbicos. Las calizas de esta formación, de coloraciones grises y en estratos medianos a gruesos, son bastante competentes por lo que forman igualmente prominentes riscos.

El noreste de México fue objeto durante el Cenomaniano (inicio del Cretácico Tardío, hace 100 Ma) de un nuevo período de inundaciones marinas, preservándose únicamente los sistemas de plataformas pero de manera más restringida. En el PNCM este episodio se encuentra representado por capas de calizas con estratificación ondulosa, de espesores medianos, con abundantes lentes y nódulos de pedernal. En campo es sencillo reconocer esta unidad, denominada Formación Cuesta del Cura (KaceCz, Figura 7.9 y Anexo 7.2), no sólo por su litología sino porque típicamente es la que presenta los pliegues más apretados en zonas de deformación de la SMOr.

El evento de inundación del Cretácico alcanzó su máximo nivel del Cenomaniano al Campaniano (hace 100 a 70 Ma), generando la depositación de calizas pelágicas con intercalaciones de lutitas frecuentemente orgánicas de la Formación Indidura (KcessLu-Cz, hacia la región de Saltillo, Anexo 7.2) y de las Formaciones Agua Nueva (KcetCz-Lu, Anexo 7.2) y San Felipe (KcossLu-Cz, Figura 7.10 y Anexo 7.2) hacia el corredor Monterrey – Montemorelos. Cabe destacar, que entre las capas sedimentarias de esta última se encuentran intercaladas capas de rocas verdes, con variaciones arcillo-arenosas compuestas por bentonitas. Éstas, representan el producto de la alteración de cenizas volcánicas, depositadas en un ambiente marino. Las cenizas volcánicas alteradas de la Formación San Felipe podrían tener su origen en los eventos magmáticos observados en el denominado Cinturón de Intrusivos de Concepción del Oro en Nuevo León y Zacatecas con edades entre 74 y 78 Ma. (Navarro-Gutiérrez, 2010) o bien en el arco volcánico que se desarrolló en la ancestral margen pacífica de nuestro país (Arco de Sinaloa, Arco de Alisitos). Estos arcos magmáticos se generaron sobre la zona de subducción de la Placa Paleopacífica o Farallón, bajo la corteza continental de nuestro país, y que más tarde fue responsable de los eventos volcánicos masivos de la Sierra Madre Occidental (Ferrari *et al.,* 1999).

Desde este tiempo y hasta fines del Cretácico (hasta fines del Maestrichtiano, 65 Ma), todo el norte de nuestro país experimentó un cambio sustancial en cuanto a sus condiciones geológicas. Ésto debido al inicio de la fase deformacional Laramídica, que se expresa como un levantamiento generalizado proveniente del occidente de nuestro país y la subsecuente contracción hacia el oriente en la medida que el Arco de Alisitos, migraba hacia el interior del continente (Goldhammer y Johnson, 2001). Mientras sucedía esto, se desarrollaron cuencas de antepaís al frente de formación de la incipiente SMOr. Es en estas cuencas en donde se depositaron potentes espesores de margas, lutitas y areniscas de las Formaciones Parras y Méndez (claves KcossLu-Ar y KcmLu respectivamente, Anexo 7.2). Estas contrastan por su coloración crema y su carácter mucho más incompetente. Con estas unidades, se cierra el ciclo de depositación marina, para dar paso al levantamiento generalizado de la SMOr y la regresión marina hacia el este, en dirección de la actual costa del Golfo de México. Estas unidades se observan sobre todo en el frente del PC, es decir hacia el este y noreste directamente en las faldas de las SMOr.

A medida que se levantaba y deformaba la secuencia sedimentaria, el agua marina se retiraba. Una vez emergidas y plegadas las capas, antaño ubicadas en el fondo marino, se depositaron en las laderas de las recién formadas montañas, restos del desprendimiento de rocas de las partes altas, denominados coluvión. Por otra parte, estos fragmentos son transportados a lo largo de valles por procesos fluviales, formando depósitos del tipo aluvión (Figura 7.11). Estas unidades fragmentarias se encuentran en el mapa geológico con las claves Qhoco y Qhoal, y se les asigna una edad del Cuaternario al Holoceno (menos de 2.6 Ma y hasta el reciente, Anexo 7.2). Cabe destacar que existe un prolongado hiatus, es decir un período de no depositación, entre el Cretácico Superior y el Cuaternario (por más de 60 Ma) con la ausencia total de rocas del período Terciario. Éstas, sin embargo, es posible documentarlas en cuencas fuera de la Curvatura de Monterrey, como las de La Popa y Burgos (por ejemplo, Lawton *et al.,* 2009; Pérez-Cruz, 1993; Eguiluz, 2009).

7.4 DEFORMACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE LA SECUENCIA

La potente secuencia de la ancestral cuenca del Golfo de México, en la cual se depositaron las unidades descritas anteriormente, fueron sujetas a empuje y levantamiento durante el Cretácico Tardío al Terciario temprano en el evento deformacional denominado Laramídico (Padilla y Sánchez, 1985; Mickus y Montana, 1999) Durante éste, la secuencia fue plegada fuertemente, formando apretados pliegues simétricos, sinclinales y anticlinales, casi siempre arqueados, con planos axiales prácticamente verticales (Anexo 7.3). Por otra parte, en la parte frontal de la SMOr es posible observar fallamientos inversos, derivados del empuje hacia el oriente del macizo rocoso. Estas fallas, también llamadas cabalgaduras, se generan cuando paquetes litológicos se desplazan y montan sobre unidades más jóvenes, a lo largo de complicadas zonas de falla.

La Saliente o Curvatura de Monterrey, que es el sector de la SMOr que es donde se encuentra emplazado el PNCM, es un ejemplo de clase mundial para estructuras de curvaturas orogénicas, pero también de suma importancia para entender sistemas naturalmente fracturados (importante para la prospección de hidrocarburos). Estas estructuras son componentes arqueados, convexos hacia el antepais, provocados por el transporte tectónico durante procesos orogénicos (Weil y Sussman, 2004). La Saliente de Monterrey se refiere al cambio de la dirección principal de la SMOr, que es aprox. SE-NW hasta la localidad de Allende, N.L., donde paulatinamente va cambiando hasta ser prácticamente E-W entre las ciudades de Monterrey y Saltillo (Figuras 7.1, 7.3 y 7.7). La estructura es de tal envergadura que es posible reconocerla en mapas a gran escala e incluso en imágenes de satélite (ver por ejemplo, Google Earth). El origen de esta estructura se debe al control de la deformación por parte de ele-



Figura 7.8 Entrada al Cañón de La Huasteca, Santa Catarina, N.L. En esta imagen se observa el flanco norte de la estructura plegada conocida como Anticlinal de los Muertos. Es notable la posición vertical de los estratos y el relieve tan pronunciado de las calizas de la Fm. Cupido.



Figura 7.9 Calizas con intercalaciones de pedernal fuertemente plegadas.
Carretera Santiago a Laguna de Sánchez.



Figura 7.10 Calizas arcillosas de Fm. San Felipe, fuertemente plegadas. Cañón del Río Pilón, Rayones, N.L.

mentos paleogeográficos del basamento, que sirvieron de contrafuerte en el subsuelo a los esfuerzos provenientes del occidente de nuestro país. De esta manera la curvatura se emplazó entre los bloques de Coahuila (al NW de la saliente) y el de San Carlos o Tamaulipas (ver, por ejemplo, Chávez *et al.,* 2004).

A lo largo y ancho del PNCM es posible observar pliegues y fallas que atestiguan la magnitud de los esfuerzos provocados por la Orogenia Laramídica (Figura 7.12).

7.5 RECURSOS Y RIESGOS NATURALES

Nuestro país cuenta con una gran diversidad de recursos naturales, entre los cuales destacan los minerales y los hidrocarburos, que le han dado a lo largo de su historia su gran riqueza. La SMOr no es la excepción, y ofrece si no en la misma magnitud como otras provincias mexicanas, una importante variedad de recursos. Destacan: a) rocas ornamentales (calizas masivas con o sin fósiles comercializadas como mármol; travertino como el de la región de la Cola de Caballo, conocido erróneamente como cantera); b) dolomías (carbonato de calcio y magnesio, utilizado en la industria de las pinturas, del vidrio, en la metalurgia, etc.); c) caliza y arcillas, en la elaboración del cemento; d) arcillas, materia prima para la industria cerámica; d) yacimientos metálicos de plomo, plata, plata y zinc (Figura 7.13). Aunque hay que mencionar que aunque se presentaron épocas de gran bonanza para los negocios mineros, destacaron especialmente los que proveyeron de materias primas a las fundiciones de acero (Rojas-Sandoval, 1998). De acuerdo a la carta geológica G14-7 (Servicio Geológico Mexicano, 2000) se establecen dos zonas mineralizadas en el PC: a) Zona mineralizada Higueras – Huasteca (Pb, Zn, yeso, dolomita y calcita) y b) Zona mineralizada El Diente (Pb, Zn, Ag). Ninguna de estas se encuentra en explotación.

El crecimiento demográfico tan acelerado en el Área Metropolitana de Monterrey, que concentra el mayor centro poblacional del noreste de México, ha provocado el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no del todo propicias para este fin. En particular, esto se refiere a la margen norte y este del PNCM, del frente de la SMOr hacia la Planicie Costera del Golfo de México. Aún continua la construcción de casas e infraestructura urbana en zonas de relieve pronunciado, sobre los cauces naturales que drenan las partes altas de la sierra y en zonas geológicamente no aptas por la falta de estabilidad natural (por la presencia de discontinuidades geológicas desfavorables como estratificación, fracturas, diaclasas, o bien por litologías mecánicamente poco competentes). Esto ha provoca-



Figura 7.11. Cuenca endorréica de la Laguna de Sánchez, Santiago, N.L. Al fondo se observa el Cerro del Muerto. En la parte baja del valle se acumulan depósitos aluviales transportados hacia la cuenca.



Figura 7.12 Traza de la zona de la cabalgadura (falla inversa; indicada por la línea discontinua) en el frente de la SMOr, en la carretera Montemorelos a Rayones. En la parte alta se pueden observar estratos de caliza de la Fm Zuloaga (Jurásico Superior) que se encuentran cabalgando a lutitas y margas de la Fm. Méndez del Cretácico Superior (de acuerdo a Medina Barrera, 1996).

do, sobre todo en épocas de fuertes lluvias, problemas asociados a deslizamientos del macizo rocoso, con el consiguiente daño patrimonial, pero también con el riesgo asociado a los habitantes. En los últimos años grupos de investigadores han explorado la potencial relación de estos deslizamientos con vibraciones naturales o bien inducidas del medio (Montalvo-Arrieta, 2009; Montalvo-Arrieta *et al.,* 2009).

En el pasado, se consideraba al noreste de nuestro país como una región sísmicamente inactiva, es decir, donde estadísticamente no se esperaría ningún movimiento telúrico, por ser una zona tectónica estable, caracterizada por una baja sismicidad y por una ausencia de registros de movimientos fuertes del suelo (Montalvo-Arrieta *et al.,* 2006; Montalvo-Arrieta, 2009). Sin embargo, registros históricos y el establecimiento de dos estaciones sismológicas han determinado que aunque con menor frecuencia y menor intensidad, sí se presentan fenómenos de sismicidad importante de tipo de intraplaca, asociada a la reactivación de antiguas fallas de la corteza terrestre. Tales estaciones, ubicadas en instalaciones de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares y Unidad Mederos, Monterrey), forman parte de la red del Servicio Sismológico Nacional, bajo estrecha colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México. La primera fue establecida en el año 2006 y la segunda en 2012. Hasta mediados de 2012, se han registrado al menos 73 sismos con magnitudes que van de 2.5 a 4.4 en el estado de Nuevo León (datos del Servicio Sismológico Nacional, fecha de consulta: 30 de agosto de 2012), mientras que históricamente se estima que desde 1455 hasta el año 2008 sucedieron cerca de 150 eventos sísmicos (Montalvo-Arrieta, 2009). Algunos de ellos se han presentado en el PNCM, mientras que otros han sucedido en la Planicie Costera del Golfo de México. Estos sismos se deben a ajustes, reacomodamientos, o bien desplazamientos a lo largo de fallas, algunas de ellas pre-existentes. El conocimiento de esta situación geológica deberá incidir a corto plazo en una mejor toma de decisiones para la planificación urbana, pero también en el diseño de obras civiles e infraestructura.

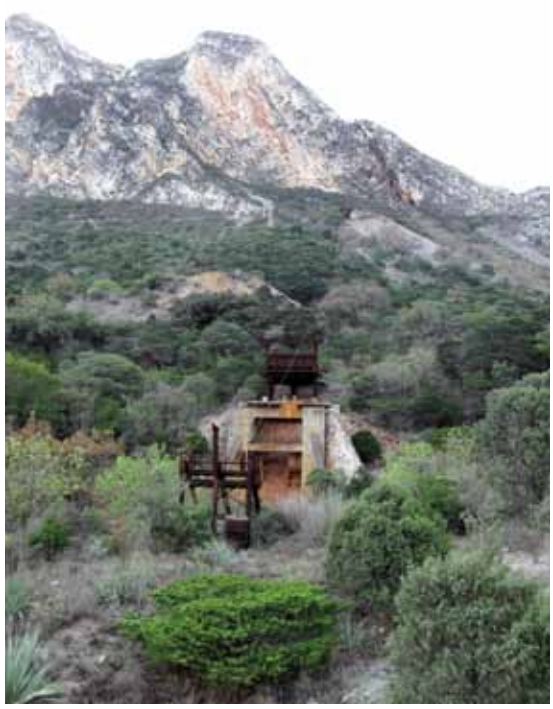


Figura 7.13 Antigua obra minera de zinc, en la entrada al Jonuco, Santa Catarina, N.L. dentro de la zona mineralizada Higueras – Huasteca (SGM, 2000).

Para las personas interesadas en observar en campo las formaciones y estructuras geológicas previamente descritas, se recomiendan recorridos como el del interior del Cañón de la Huasteca, el ascenso a la Meseta Chipinque y Cerro de la M y La Ventana, el trayecto de Villa de Santiago hacia Laguna de Sánchez, la carretera estatal a Rayones, el parque La Estanzuela, etc. Estos lugares ofrecen magníficos parajes que permitirán conocer de cerca la geología del maravilloso PNCM.

7.6 LITERATURA CITADA

Alfonso-Zwanziger, J. 1978. Geología regional del sistema sedimentario Cupido. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros 30: 1-56.

Barboza-Gudiño, J. R., A. Zavala-Monsiváis, G. Venegas-Rodríguez y L. D. Barajas-Nigoche. 2010. Late Triassic stratigraphy and facies from northeastern Mexico. Tectonic setting and provenance. Geosphere 6: 621-640.

Barboza-Gudiño, J. R., J. A. Ramírez-Fernández, S. A. Torres-Sánchez y V. A. Valencia. 2011. Geocronología de circones detríticos de diferentes localidades del Esquisto Granjeno en el noreste de México. Bol. Soc. Geol. Mex. 63: 201-216.

Carrillo-Bravo, J. 1961. Geología del Anticlinorio Huizachal-Peregrina al N-W de Ciudad Victoria, Tamps., Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros 13: 1-98.

Casas-García, R. 2012. Petrogénesis de los diques máficos del complejo grenvilleano Gneis Novillo en el Anticlinorio Huizachal Peregrina. Tesis de

Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Pp.142.

Chávez-Cabello, G., T. Cossío-Torres y R. H. Peterson-Rodríguez. 2004. Change of the maximum principal stress during the Laramide Orogeny in the Monterrey Salient, northeastern Mexico. In: Sussman, A. J. y A. B. Weil (eds.), Orogenic curvatures: Intergrating paleomagnetic and structural analysis. Geological Society of America, Special Paper 383: 145-159.

Cserna, Z. de. 1989. An outline of the geology of Mexico. In: Bally, A. W. y A. R. Palmer (eds.), The Geology of North America-An overview: Geological Society of America, Decade of North American Geology (DNAG). A: 233-264.

De León Barragán, L. 2012. Magmatismo ácido en el Basamento de la Sierra Madre Oriental, Anticlinorio Huizachal Peregrina, Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL.

Dowe, D. S., R. D. Nance, J. D. Keppie, K. L. Cameron, A. Ortega-Rivera, F. Ortega-Gutiérrez y J. W. K. Lee. 2005. Deformational history of the Granjeno Schist, Ciudad Victoria, México: constraints on the closure of the Rheic Ocean? International Geology Review 47: 920-937.

Eguiluz de Antuñano, S., M. Aranda García y R. Marrett. 2000. Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México. Bol. Soc. Geol. Mex. 53: 1-26.

Eguiluz de Antuñano, S. 2009. The Yegua Formation: Gas play in the Burgos Basin, Mexico. In: Bartolini C. y J. R. Román Ramos (eds.), Petroleum systems in the southern Gulf of Mexico: American Association Petroleum Geologists Memoir 90 49-77.

Enos, P. 1974. Reefs, platforms and basins of middle Cretaceous in Northeast Mexico. AAPG Bulletin 58: 800-809.

Ferrari, L., M. López-Martínez, G. Aguirre-Díaz y G. Carrasco-Núñez. 1999. Space-time patterns of Cenozoic arc volcanics in central Mexico: From the Sierra Madre Occidental to the Mexican Volcanic Belt. Geology 27: 303-306.

Goldhammer, R. K. 1999. Mesozoic sequence stratigraphy and paleogeographic evolution of northeast Mexico. In: Bartolini, C., J.L. Wilson y T.F. Lawton (eds.), Mesozoic sedimentary and tectonic history of north-central Mexico, Geological Society of America Special Paper 340: 1-58.

Goldhammer, R. K. y C. A. Johnson. 2001. Middle Jurassic – Upper Cretaceous paleogeographic evolution and sequence-stratigraphic framework of the Northwestern Gulf of Mexico rim. In: Bartolini, C., Buffler, R.T. y A. Cantú-Chapa (eds.), The western Gulf of Mexico Basin: Tectonics, sedimentary basins, and petroleum systems. AAPG Memoir 75: 45-81.

Gray, G. G. y C. A. Johnson. 1995. Structural and tectonic evolution of the Sierra Madre Oriental, with emphasis on the Saltillo-Monterrey Corridor: A field guidebook. AAPG Annual Convention, Houston, Texas, Pp. 1–17.

Humphrey, W. E. 1956. Tectonic framework of northeast Mexico. Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions 6: 25-35.

Imlay, R. W. 1943. Jurassic formations of the Gulf regions: AAPG Bulletin 27: 1407-1533.

Lawton, T., I. A. Bradford, F.J. Vega, G. E. Gehrels y J.M. Amato. 2009. Provenance of Upper Cretaceous–Paleogene sandstones in the foreland basin system of the Sierra Madre Oriental, northeastern Mexico, and its bearing on fluvial dispersal systems of the Mexican Laramide Province. GSA Bulletin 121: 820–836.

Lugo Hubp, J. 1990. El relieve de la República Mexicana. Rev. Instituto de Geología, UNAM, México 9: 82–111.

Michalzik, D. y D. Schumann.1994. Lithofacies relationships and paleoecology of a Late Jurassic–Early Cretaceous fan delta to shelf depositional system in the Sierra Madre Oriental of northeast Mexico. Sedimentology 41: 463–477.

Mickus, K. y C. Montana. 1999. Crustal structure of northeastern Mexico revealed through the analysis of gravity data. In: Bartolini, C., J.L. Wilson y T. F. Lawton (eds.), Mesozoic sedimentary and tectonic history of North-Central Mexico: Geological Society of America Special Paper 340: 357-371.

Medina Barrera, F. 1996. Kleintektonische Untersuchungen und Standsicherheitsberechungen mit Hilfe der Backanalysis an Strassenböschungen der Sierra Madre Oriental, Mexiko. (Curvatura de Monterrey im Staat Nuevo Leon, Strasse La Palma – Rayones) Tesis Doctoral Rheinsich-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Alemania, 194 p.

Montalvo Arrieta, J. C., H. de León Gómez y C. Valdés González. 2006. LNIG: Nueva estación sísmica digital en el noreste de México. Ingenierías 9: 17 -24.

Montalvo-Arrieta, J. C. 2009. El potencial de riesgo sísmico en el noreste de México y sus implicaciones en la zona metropolitana de Monterrey, N.L. Ciencia UANL 12: 398-408.

Montalvo-Arrieta, J. C., G. Chávez-Cabello, F. Velasco-Tapia y I. Navarro de León. 2009. Causes and effects of landslides in the Monterrey Metropolitan Area, NE Mexico. In: Werner, E. D., y H. P. Friedman (eds.), Landslides: Causes, Types and Effects. Nova Publishers. Pp. 73 -104.

Navarro-Gutiérrez, N. R. 2010. Formación San Felipe: Caracterización mineralógica y geoquímica de cenizas volcánicas alteradas: sección norte de la Sierra Madre Oriental, NE de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Pp. 81.

Padilla y Sánchez, R. J. 1985. Las estructuras de la Curvatura de Monterrey, estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí. Rev. Instituto de Geología, UNAM, México 6: 1-20.

Pindell, J. L. 1993. Regional synopsis of Gulf of Mexico and Caribbean evolution. In: Pindell J. L. y B. F. Perkins (eds.), Mesozoic and Early Cenozoic development of the Gulf of Mexico and Caribbean region, a context for hydrocarbon exploration: Gulf Coast Section, Society for Sedimentary Geology (SEPM) Foundation, 13th Annual Research Conference Proceedings, Pp. 251–274.

Pérez-Cruz, G. 1993. Geological evolution of the Burgos Basin, northeastern Mexico, Tesis Doctoral, Rice University, Pp. 209.

Ramírez-Ramírez, C. 1992. Pre-Mesozoic Geology of Huizachal-Peregrina Anticlinorium, Ciudad Victoria, Tamaulipas, and adjacent parts of Eastern Mexico. Tesis Doctoral The University of Texas at Austin, Pp. 317.

Rojas-Sandoval, J. 1998. Minería en Nuevo León: Antecedentes de la industria de la fundición. Ingenierías 1: 17 – 22.

Rubio-Cisneros, I.I. 2012. Análisis de procedencia para las Formaciones El Alamar, La Boca y La Joya, Noreste de México (Triásico Superior–Jurásico Inferior). Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL. 214 p.

Salvador, A., ed.. 1991. The Gulf of Mexico Basin: Geological Society of America, The geology of North America, v. J. Pp. 568.

Scotese, C. R. 2003. PALEOMAP Project: http://www.scotese.com (accesado en Julio 2012).

Sedlock, R. L., F. Ortega-Gutiérrez y R. C. Speed. 1993. Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico. Geological Society of America Special Paper 278, Pp. 153.

SGM. Servicio Geológico Mexicano. 2000. Carta Geológico-Minera Monterrey G14-7, escala 1:250,000, Secretaría de Economía.

SGM. Servicio Geológico Mexicano. 2004. Carta Geológico-Minera Río Bravo G14-8, escala 1:250000.- Secretaría de Economía.

Stewart, J. H., R. B. Blodgett, A. J. Boucot, J. L. Carter y R. Lopez.1999. Exotic Paleozoic strata of Gondwanan provenance near Ciudad Victoria, Tamaulipas, Mexico. In: Ramos, V. A. y J. D. Keppie (eds.), Laurentia-Gondwana connections before Pangea.: Geological Society of America Special Paper 336: 227– 252.

Tardy, M., J. F. Longoria, J. Martínez-Reyes, L. M. Mitre S., M. Patiño A., , R. J. Padilla y S. y C. Ramírez-R. 1975. Observaciones generales sobre la estructura de la Sierra Madre Oriental: la aloctonía del conjunto cadena alta Altiplano central, entre Torreón, Coah. y San Luis Potosi, S.L.P. México. Rev. Instituto Geología, UNAM, México 1: 1-11.

Torres Sánchez, S. A. 2010. Petrología e Interpretación Geodinámica del Esquisto Granjeno en el Cañón de Caballeros, Anticlinorio Huizachal-Peregrina, NE de México, Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL. Pp.186.

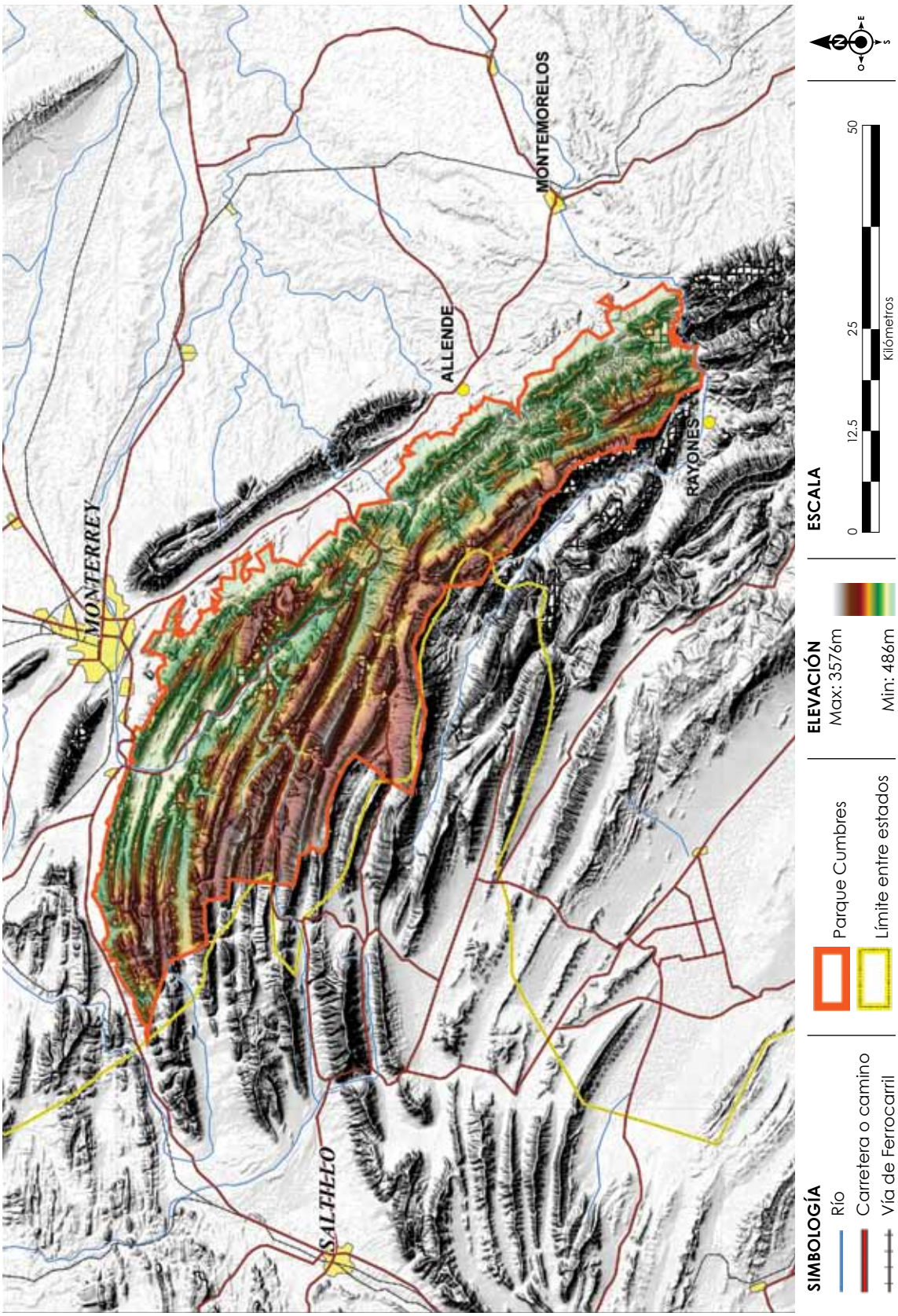
Trainor R. J., Nance, R. D. y Keppie, J. D. 2011. Tectonothermal history of the Mesoproterozoic Novillo Gneiss of eastern Mexico: support for a coherent Oaxaquia microcontinent, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 28, núm. 3, 2011, Pp. 580-592.

Walker, J. D., y J. W. Geissman, compilers. 2009. Geologic Time Scale: Geological Society of America, doi: 10.1130/2009.CTS004R2C.

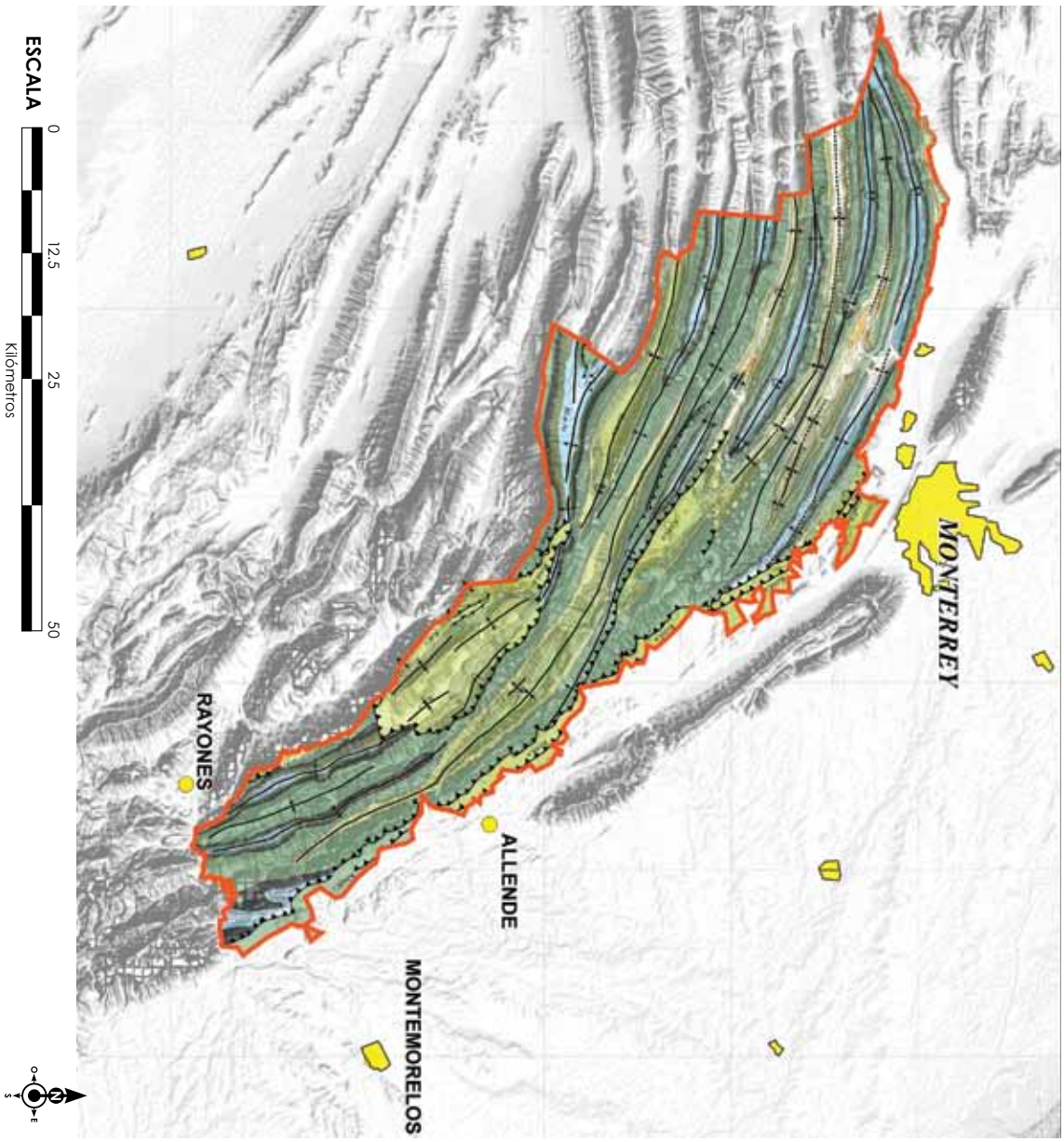
Weil, A. B. y A. J. Sussman. 2004. Classifying curved orogens based on timing relationships between structural development and vertical-axis rotations. In: Sussman, A.J. y A.B. Weil (eds.), Orogenic curvatures: Intergrating paleomagnetic and structural analysis: Geological Society of America, Special Paper 383: 1-15.

Wilson, J. L. y W. C. Ward. 1993. Early Cretaceous carbonate platforms of northeastern and east-central Mexico: AAPG Memoir 56: 35-49.

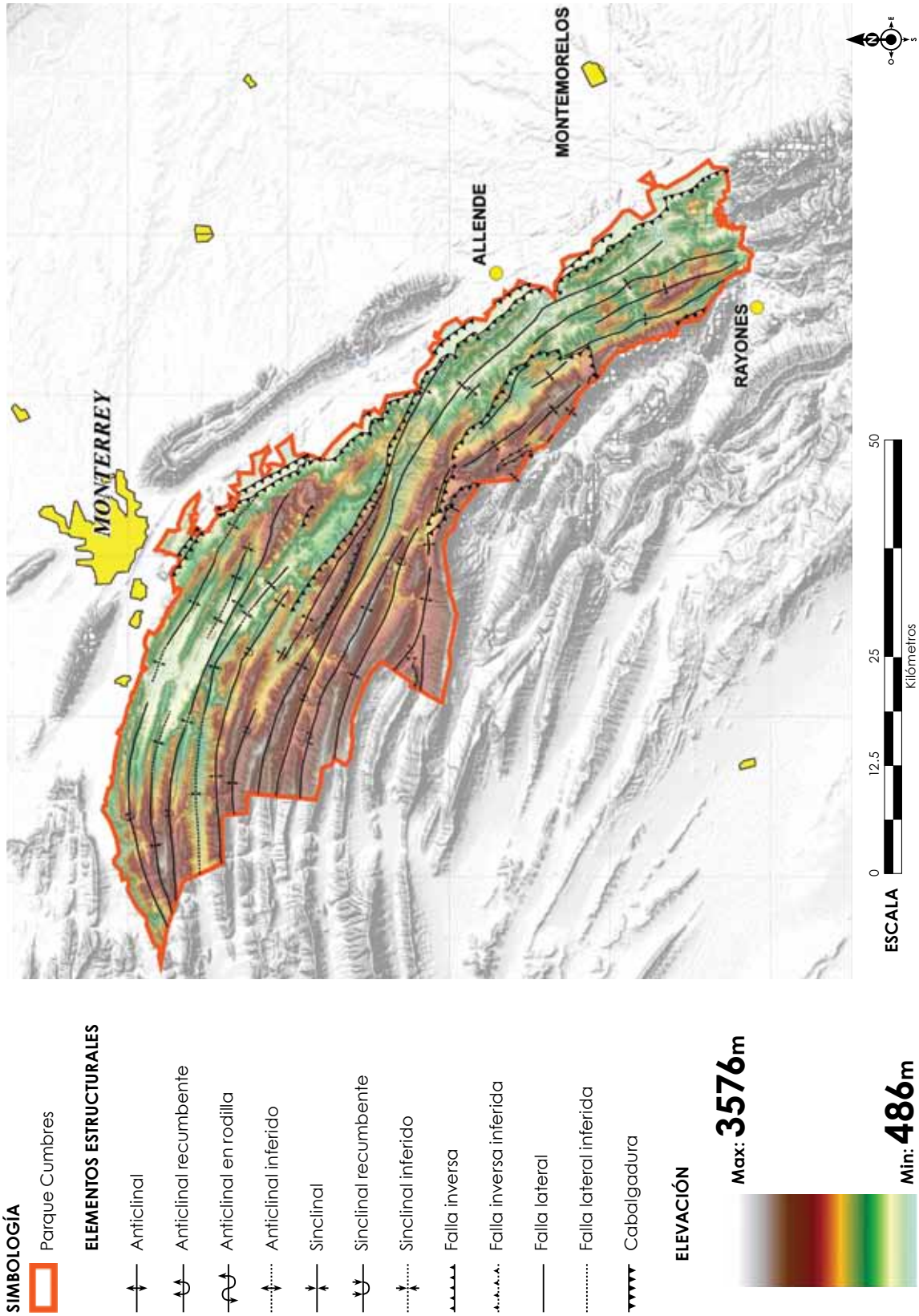
Anexo 7.1 Mapa del relieve del Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

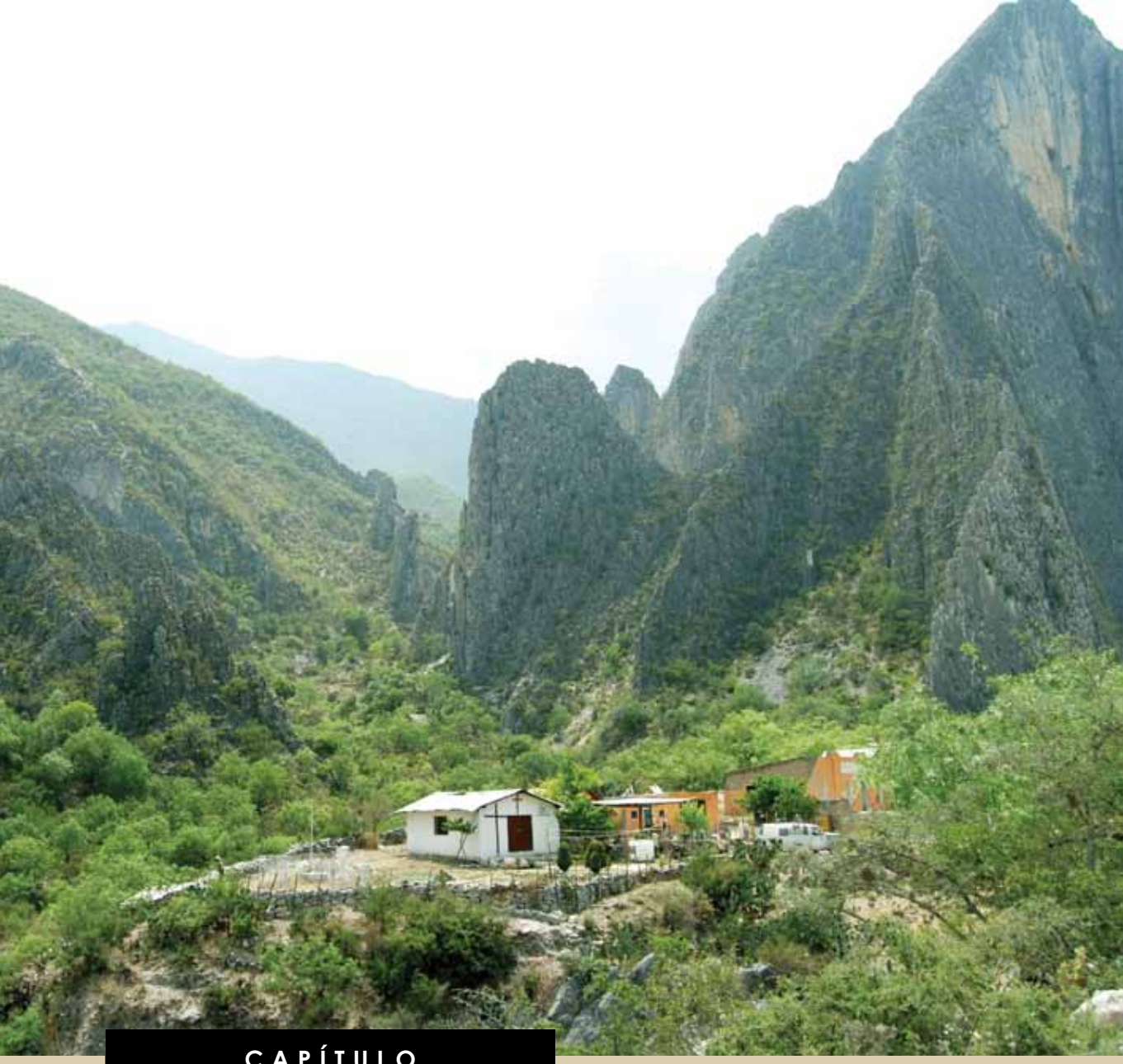


Anexo 7.2 Mapa geológico simplificado del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Basado en Servicio Geológico Mexicano 2000 y 2004.



Anexo 7.3 Mapa estructural simplificado del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Basado en Servicio Geológico Mexicano 2000 y 2004.





CAPÍTULO

8

SUELOS

Guillermo A. Rodríguez y Rodríguez[1]
y Jorge A. Martínez Pineda[2]

[1]Corporación para el Desarrollo Agropecuario,
Gobierno del Estado de Nuevo León

[2]Parques y Vida Silvestre,
Gobierno del Estado de Nuevo León

guillermo.rodriguez@nuevoleon.gob.mx

Rodríguez y Rodríguez, G. y J. Martínez-Pineda. 2013. Suelos, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.),
Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 79-87.

Suelos

Guillermo A. Rodríguez y Rodríguez y Jorge A. Martínez Pineda

8.1 INTRODUCCIÓN

En el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) se localizan suelos de tipo semiárido, asociados con vegetación desértica, donde la evapotranspiración es mayor que la precipitación pluvial y el agua no alcanza a percolar a través de todo el perfil del suelo. La mayor parte de los suelos son poco profundos y de texturas gruesas y en ocasiones presentan subsuelos duros o poco permeables (ITESM, 1994; CONANP, En Prensa).

Para la elaboración de este capítulo se hace referencia a la carta edafológica del INEGI, Serie II, escala 1:250,000 donde emplea la clasificación de suelos de la Referencia Mundial del Recurso Suelo o WRB, por sus siglas del inglés (WRB, 1999).

De acuerdo a lo anterior, en el PNCM se registran siete tipos de suelo: Calcisol (CL), Fluvisol (FL), Leptosol (LP), Luvisol (LV), Phaeozem (PH), Regosol (RG) y Vertisol (VR). Mientras que en la carta edafológica del INEGI, Serie I en escala 1:50,000 se emplea otra clasificación; la de la Leyenda del Mapa Mundial de Suelos de la FAO-UNESCO (1968), modificada por DETENAL en 1970 (INEGI, 2004), misma que por su diferente escala y clasificación emplea términos y conceptos un tanto distintos identificando un mayor número de suelos para la región.

Antes del decreto de redelimitación del PNCM en el año 2000 un grupo de trabajo del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey reportó los suelos con superficie mayor a 1,000 ha como: Litosol, Rendzina, Regosol, Feozem, Castañozem, Xerosol, Luvisol y Fluvisol (ITESM, 1994).

Asimismo, en la Propuesta de Redelimitación del PNCM de la UANL (UANL-ITESM-SEDUOP, 1994) se reportaron diez tipos de suelos: Litosol, Rendzina, Regosol, Feozem, Castañozem, Xerosol, Luvisol, Fluvisol, Vertisol y Cambisol; con base a los tipos de suelo de la Leyenda del Mapa Mundial de Suelos (FAO-UNESCO, 1974) y las cartas edafológicas del INEGI (SPP, 1979) la Serie I en escala 1:50,000. Además, se indicó sus grados de erodabilidad; con las siguientes categorías: poco susceptibles, moderadamente susceptibles y susceptibles, mostrando los suelos más dominantes grados de erodabilidad entre moderadamente susceptibles y susceptibles.

De acuerdo con el Programa de Conservación y Manejo del PNCM (CONANP, En Prensa) todos estos suelos pueden estar sujetos a desertificación y a la pérdida por erosión, tanto eólica como hídrica. Los suelos de la zona norte del PNCM, dentro del municipio de Santa Catarina, son típicos de las regiones semiáridas, como los Litosoles en combinación con Rendzinas, Fluvisoles y Feozem y se asocian con vegetación desértica (ITESM, 1994).

Esto indica que el régimen climático donde se han formado, se caracteriza por una evapotranspiración mayor a la precipitación pluvial y por lo tanto, el agua no alcanza a percolar a través de todo el perfil del suelo, de manera que el agua aprovechable por las plantas es mínima y por períodos cortos, a excepción de los sitios que se encuentran bajo riego, en su mayoría agrícolas (ITESM, 1994 en CONANP, En Prensa).

Las descripciones de los diez tipos de suelos y sus grados de erodabilidad que menciona el Instituto Nacional de Ecología en la descripción del PNCM (antes de la redelimitación del 2000) en su página de Internet (http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/108/nleon.html) se basan íntegramente en la Propuesta de Redelimitación de PNCM (UANL-ITESM-SEDUOP, 1994). Sin embargo, cabe aclarar que la clasificación y nomenclatura ahí citadas como FAO (1974) modificada por INEGI (SPP, 1979) son imprecisas, ya que la cartografía edafológica impresa del INEGI está sustentada en la Leyenda FAO-UNESCO (1968) que fue modificada para la elaboración de la cartografía de Edafología de la República Mexicana por la entonces Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL) en 1970 según consta en INEGI (2004). El año de referencia 1979, corresponde al documento Descripción de la Leyenda de la Carta Edafológica de DETENAL, editado por la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP, 1979) en el año de la segunda edición de esas cartas a escala 1:50,000 aún disponibles en el INEGI.

Las definiciones de Rendzina y Litosol de entonces (FAO-UNESCO, 1974), corresponden, en gran medida por sus similitudes pedogénicas, a los nuevos conceptos contenidos en la clasificación de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, 1999) o a su primera actualización (IUSS, Grupo de Trabajo, WRB, 2007): Leptosol (Litosol) y Calcisol (Rendzina). Sin embargo, la compatibilidad no es completa entre la definición de los suelos FAO-UNESCO (1974) y aquellos de la clasificación WRB (1999). Los conceptos de Leptosol

y Calcisol son más amplios y pueden contener a los de Rendzina y Litosol, empero no se emplean en la cartografía a escala 1:50,000 del INEGI (2004); caso contrario ocurre en la cartografía edafológica a escala 1:250,000 (Tabla 8.1).

Por otra parte, las condiciones naturales y el uso dado a los suelos de la planicie, propician una concentración excesiva de sales que culmina en la formación de horizontes salinos; además, estos suelos presentan en su perfil carbonatos de calcio, con lo cual se forma en algunos de ellos, horizontes cálcicos y petrocálcicos.

8.2 TIPOS DE SUELOS

Actualmente, la carta edafológica del INEGI, Serie II, escala 1:250,000 emplea la clasificación de suelos de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, 1999); cuya extensión dentro del PNCM se presenta en la figura 8.1:

Tabla 8.1 Tipos de suelos dentro del PNCM, según la clasificación de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, 1999).

Tipo	Clave	Superficie (ha)	(%)
Calcisol	(CL)	981.21	0.55
Fluvisol	(FL)	2,574.35	1.45
Leptosol	(LP)	139,934.33	78.88
Luvisol	(LV)	1,737.07	0.98
Pheozem	(PH)	31,354.66	17.68
Regosol	(RG)	553.00	0.31
Vertisol	(VR)	261.10	0.15
		Total **177,395.80**	

Identificándose una superficie de 0.08 ha para la zona urbana del polígono del PNCM. Lo que suma una superficie total de 177,395.80 ha.

A) CALCISOL (CL)

Este nombre proviene de L. calx, calcio. Suelos con una acumulación substancial de carbonato de calcio (CaCO3). Esta acumulación es en forma de un horizonte subsuperficial cálcico, donde el proceso acumulador de CaCO3 es el proceso formador del suelo más dominante.

Este tipo de suelo se localiza, principalmente, en la parte norponiente de la Sierra Madre Oriental en algunos de sus flancos formados por rocas calcáreas, calizas y lutitas. De manera regular, se asocian con los Leptosoles, en las comunidades Pico del Águila, Ballesteros, San Pablo y Horcones, al igual que con Phaeozems; en Rodeo y El Reparo está asociado con Fluvisoles y Leptosoles, así como cerca del Jonuco. Se presentan entre los 800 hasta poco más de 1,100 msnm en terrenos que van de ondulados a quebrados. En pequeñas superficies, que no aparecen en el mapa (Figura 8.1) debido a la escala empleada; sin embargo, es posible encontrarlos en asociaciones con Regosoles. Se localizan, también en terrenos escarpados, asociados con Leptosoles, así como con Phaeozems háplicos y Luvisoles cálcicos.

En la región del PNCM algunos suelos de los otrora Rendzinas y Litosoles (FAO-UNESCO, 1974) pueden corresponder a los Calcisoles. En general, son suelos con escaso desarrollo, poca acumulación de materia orgánica, horizontes superficiales de color claro (ócrico) poca profundidad y con acumulación secundaria de CaCO3 y en contacto con la roca madre de origen calcáreo. Los carbonatos pueden ser de orígenes diferentes y, usualmente, muestran poca diferenciación entre horizontes.

Son suelos de escasa a mediana profundidad, de textura media, presentan fases petrocálcica, lítica y lítica profunda. Comúnmente, el uso de estos suelos para agricultura se ve limitado por la presencia de roca a poca profundidad, por lo que la utilización de maquinaria agrícola no es posible y en no pocos casos ni siquiera el arado. La susceptibilidad a la erosión de estos suelos es de moderada a alta. Son suelos aptos para el uso forestal y pecuario.

Las regiones con Calcisol pueden ser identificadas donde anteriormente la CONANP (En Prensa) reportó Rendzina; en áreas ubicadas al este del Tepozán, El Ranchito, Los Pasitos, en el puerto El Gavilán, en El Pajonal. Al oeste de Santa Cruz, al este de San Antonio de la Osamenta, en La Escondida, La Purísima, al norte de Las Adjuntas; al noreste de La Jacinta. Se pueden observar en la porción norte del PNCM, en Corral de Palmas; al oeste del Rodeo; al suroeste de Los García, en La Hacienda; al oeste de Buenos Aires, al sur de Loma Alta y en otras pequeñas porciones dentro del municipio de Santa Catarina, como las que se encuentran en los puntos: 25°31'10" Latitud norte y 100°22' Longitud oeste, y 25°37'50" Latitud norte y 100°28'20" Longitud oeste.

B) FLUVISOL (FL)

Del latín fluvius, río; literalmente: suelo de río. Son suelos que han sido influenciados o formados por corrientes de agua, se presentan fundamentalmente en las orillas de los ríos, por lo que su relieve es irregular. Se les ubica en un amplio espectro altitudinal, en llanuras aluviales recientes o planicies de inundación, en los lechos de los ríos.

Se caracterizan por estar formados por materiales acarreados por el agua. Constituidos por materiales disgregados que no presentan una estructura en terrones, es decir, son suelos poco desarrollados. Una característica principal para su identificación es la estratificación de materiales aluviales derivados del

proceso de sedimentación que los origina. Son suelos que reciben materiales frescos (sedimentos fluviales, lacustres o marinos) en periodos regulares, o los han recibido en el pasado reciente (ISSS Working Group WRB, 1998).

El tipo de Fluvisol dominante en la región es el Fluvisol cálcico. Se le encuentra asociado con Phaeozem cálcico y Regosol eútrico. Los Fluvisoles pueden ser profundos o someros, de texturas arenosas y de pendientes menores de 3%; presentan fases lítica, lítica profunda, pedregosa y gravosa. Estos suelos son fértiles, sin embargo, la disponibilidad de agua y las fases físicas presentes, como la lítica, pedregosa y gravosa son limitantes serios para la agricultura. Son moderadamente susceptibles de erosionarse.

Localización de Fluvisoles: Al suroeste de La Bola, al noreste de Santa Anita y sur de cañada Paredes. Ubicados en la sección sur del Parque, a orillas del río Ramos y Santa Catarina; al noroeste de El Gigante, junto al Cañón de San Juan Bautista, en el Cañón Santa Cruz, Cañón Tunalillo y en el Cañón de San Antonio de la Osamenta. En la porción norte del PNCM, este tipo de suelo se encuentra en los cañones Huasteco, Salazar, Ballesteros, San Pablo, La Escalera, El Montoso, Peyotillos y en la Cañada El Ranchero (CONANP, En Prensa) (Figura 8.1).

C) LEPTOSOL (LP)

Del griego leptos, delgado. Denota suelos limitados en profundidad por roca sólida continua en los primeros 25 cm de superficie, contiene o sobreyace al mismo material profundo con contenido muy alto de $CaCO_3$, o sus contenidos de grava son muy altos; suelos con alta pedregosidad sobre roca madre o roca parcialmente alterada o material fuertemente calcáreo o suelos con cantidades limitadas de material terrígeno fino. Estos suelos no han sido suficientemente sujetos al proceso de alteración y diferenciación de horizontes para mostrar propiedades y características morfológicas que reúnan los requerimientos de un horizonte de diagnóstico o ensamble que sea necesario para reconocimiento de cualquier otro Grupo de Suelo de Referencia (ISSS Working Group RB, 1998).

En el PNCM, esta unidad de suelo se distribuye en altitudes que van desde los 700 hasta los 3,300 msnm. El relieve en el que se encuentran es de quebrado a escarpado. La unidad fisiográfica en la que se distribuye es, principalmente, la Sierra Madre Oriental.

El tipo de suelo Leptosol (WRB, 1999) en escala 1:250,000 puede incluir a los Rendzina y Litosol (FAO-UNESCO, 1974) mostrados a escala 1:50,000 y en el PNCM se encuentra asociado con suelos como Regosol cálcico, Phaeozem cálcico y Kastañozem cálcico, en menor escala. Puede mostrar alguna acumulación de materia orgánica en forma de horizonte ócrico, mólico, úmbrico o yérmico.

Suelos de características muy variables, dependientes de los materiales que lo constituyen. Dentro del PNCM es posible hacer las siguientes acotaciones: son suelos someros por definición. En el área de estudio presentan textura media. Las pendientes de los terrenos en que se localizan, oscilan entre los 12 y 65%.

Son suelos que pueden ser de moderadamente susceptibles a la erosión o altamente susceptibles a ésta; el uso de estos dependerá de sus condiciones particulares.

De acuerdo al ISSS Working Group RB (1998) los Leptosoles son el grupo de suelo de referencia (junto con los Cryosols) más ampliamente distribuidos, cubriendo globalmente 1,655 millones de ha. Ocurren en todos las partes del mundo desde el trópico hasta la tundra polar, rodeando las capas de hielo y desde el nivel del mar hasta las cimas de las montañas más altas. Son los suelos más importantes de las zonas montañosas. Estos suelos pueden ocurrir sobre rocas resistentes a la intemperización o donde la erosión ha ido al paso con la formación de suelo como en las crestas y zonas escarpadas de las montañas, manteniendo la profundidad del suelo al mínimo. Representan fases primarias en la formación del suelo o incluso pueden ser producto de la erosión severa.

La mayoría de los Leptosoles, tal como ocurre en el PNCM, se encuentran bajo vegetación natural, que es generalmente más rica sobre materiales parentales calcáreos que sobre los del tipo ácido. La principal restricción de los Leptosoles es su baja capacidad de contener agua, lo que los hace muy susceptibles a estrés por sequía; tienen severas limitaciones físicas para los cultivos no así para los árboles cuyas raíces encuentran anclaje en las fisuras. Históricamente, los Leptosoles rendzicos (con horizonte mólico: alta saturación de bases y moderado a alto contenido de materia orgánica) han proveído buena pastura para las ovejas tal como se reporta para el sur de Inglaterra. En climas mediterráneos, la construcción de terrazas para viticultura maximiza la profundidad del suelo y reduce la erosión (ISSS Working Group RB, 1998).

Los Leptosoles se encuentran casi en la totalidad del PNCM, específicamente en el cañón El Diente, arroyo Los Soldados, Sierra Potreritos, Sierra San Juan Bautista, Sierra San Cristóbal, Noreste de San Antonio de los Garza, Cerro Escorpión, Laguna de Sánchez, Lagunillas, La Cebolla, El Blanquillo y La Trinidad. Otras de las áreas donde se localizan son en la parte norte del PNCM: El Jonuco, La Huasteca, Cañada El Orégano, Las Comitas y al norte y sur de los cañones: El Huasteco, Ballesteros, San Pablo, El Montoso, y Peyotillos (CONABIO, En Prensa) (Figura 8.1).

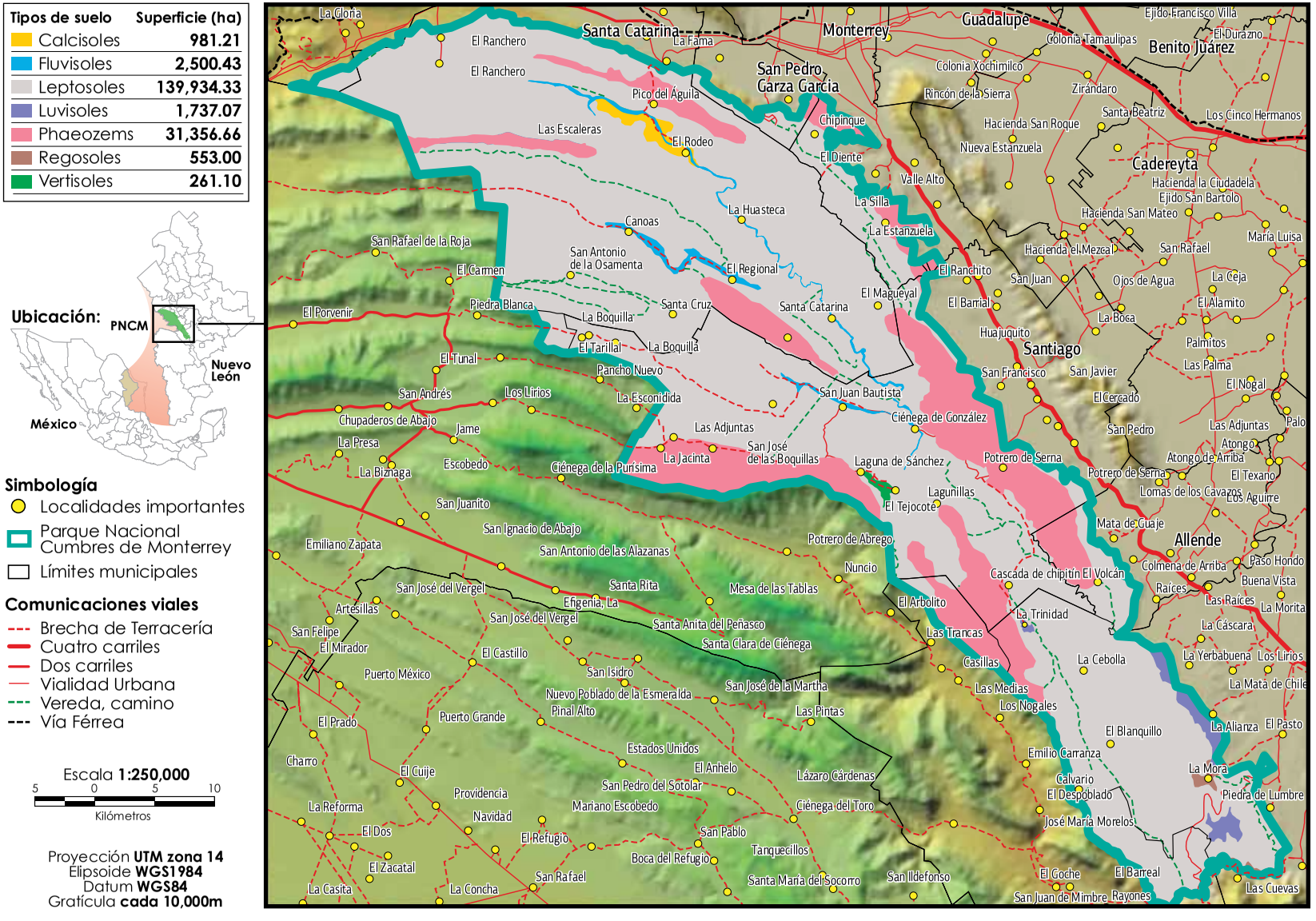


Figura 8.1 Tipos de suelos y su cobertura dentro del PNCM.

D) LUVISOL (LV)

Del latín luere, lavar, literalmente suelo lavado; connotativo al lavado de la arcilla desde la parte superior del perfil de suelo (eluviación) hacia una capa más profunda en el subsuelo donde ésta se acumula en un horizonte árgico (Iluviación). Tienen una capacidad de intercambio de cationes (en NA_4OAc 1M) igual o mayor de 24 cmolc kg-1 de arcilla. La presencia de un horizonte árgico denota esencialmente un horizonte subyacente con un mayor contenido de arcilla al horizonte suprayacente.

La diferenciación textural puede estar causada por una acumulación iluvial de arcilla, por formación pedogénica de arcilla predominante en el subsuelo o pérdida de arcilla en el horizonte superficial por erosión, por actividad biológica, o por una combinación de dos o más de estos diferentes procesos. Sin embrago, las discontinuidades litológicas, tales como las que pueden ocurrir en depósitos aluviales no califican como horizontes de acumulación árgicos (ISSS Working Group WRB, 1998).

La formación de Luvisoles es favorecida por una temporada seca durante la cual el suelo se agrieta lo suficiente para permitir el lavado hacia debajo de la arcilla en suspensión al inicio de la temporada húmeda.

Se presentan en rangos de elevación comprendidos entre los 600 y los 1,600 msnm, con relieves que van de quebrados a ondulados. Mientras que en terrenos quebrados y escarpados en los confines de la sierra se ubican hasta los 3,300 msnm. Se asocian con suelos de Fluvisol cálcico, Phaeozem háplico, Leptosol rendzico y Cambisol. Estos suelos, Luvisoles, son, por lo general, profundos, cuya textura va de media a fina, y los rangos de pendiente entre 12 y 8%; aunque en terrenos escarpados de la sierra se presentan sobre pendientes de 40%, proporcionan fases físicas como son la lítica y la lítica profunda. Son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. El uso agrícola de estos suelos se ve limitado cuando se presenten en conjunto con la fase lítica.

Los Luvisoles se presentan dentro del PNCM, en El Tejocote, Puerto La Tecolota, en varias secciones al suroeste de las sierras San Cristóbal y Potreritos; al suroeste de Las Raíces, en el perímetro de La Trinidad y en el punto 25°15′ Latitud norte y 100°12′30" Longitud oeste (CONANP, En Prensa) y en la Trinidad, Los Sabinos al sur de la Alianza, al noreste del Guaje y en La Mora (Figura 8.1).

E) PHAEOZEM (PH)

Del griego phaios, pardo y del ruso zemlja, tierra; literalmente: tierra parda. Connotativo de suelos ricos en materia orgánica teniendo un color oscuro (horizonte mólico) pero libres de $CaCO_3$ en la matriz de suelo y presentando una saturación de bases del 50% o más, a una profundidad de hasta 1 metro.

Son suelos que ocurren típicamente en ecosistemas de estepa a bosque-pradera, o bosque-pradera, incluyendo las partes más secas de los bosques de árboles de hojas anchas. Son suelos fuertemente estructurados con alta capacidad de agua disponible, pero en climas áridos son muy productivos cuando se les riega, de ahí que la disponibilidad de agua y las sequías son limitantes para su uso agrícola y pecuario (ISSS Working Group WRB, 1998).

Los Phaeozems se presentaron en el PNCM entre los 600 y 750 msnm, principalmente, en terrenos ondulados. En localidades ubicadas al interior de la sierra se les encuentra entre 1,700 y 3,100 msnm, en terrenos quebrados y planos. Éstos, son suelos que se distribuyen generalmente en llanuras y lomeríos. Se presentan en asociaciones con Leptosol, Luvisol, Regosol, y Fluvisol. En la parte noroeste de la región de estudio se asocian con Calcisoles. Son suelos, por lo general, profundos para el área y de textura media a fina. Las pendientes en las que se distribuyen se encuentran entre 3 y 18%, aunque existen casos en que se encuentran en pendientes que alcanzan un 30%. Presentan fases como la petrocálcica, petrocálcica profunda, gravosa, pedregosa, lítica y la lítica profunda. Su uso depende de las condiciones de humedad. La fase gravosa y pedregosa, representan una limitante superficial para el uso agrícola, así como la fase lítica. La susceptibilidad a la erosión es variable y depende de las condiciones del sitio, aunque en general se considera moderado.

Localización de Phaeozem en el PNCM: Al oeste de El Gigante y al norte y sur de Los Panales. También se encuentra en la parte septentrional del PNCM en Los Horcones y al norte de Los Nogales, en Loma Alta; al este de El Rodeo, en el Cañón El Pajonal; al Poniente de las Tinajas y al norte de Corral de Palmas (CONANP, En Prensa) (Figura 8.1).

F) REGOSOL (RG)

Del griego rhegos, manto, cobija, connotativo de la capa de material suelto que cubre la roca, o suelos con un desarrollo débil o ausente; aquellos suelos minerales muy débilmente desarrollados, o que son tan recientes que no reflejan una huella de pedogénesis (ISSS Working Group, 1998).

El Regosol es un suelo mineral profundo, bien drenado, de textura media, no diferenciado y que tiene una mínima expresión de horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico que no sea un horizonte ócrico; ocurren en regiones donde los procesos de formación del suelo están restringidos a condiciones de alta temperatura y sequía, o donde la acumulación de roca no consolidada se da al mismo tiempo que la formación del suelo. Una débil acumulación de materia orgánica y un desarrollo mínimo del perfil de suelo es el re-

sultado de su "juventud" o una baja tasa de formación.

Los Regosoles están formados por materiales acumulados no consolidados, exceptuando depósitos aluviales recientes, no tienen origen fluvial. Esta unidad se localiza entre los 400 y los 600 msnm, en terrenos de topografía plana u ondulada, por otro lado, en los confines de la sierra se distribuyen entre los 2,300 y 2,700 msnm y pueden ocurrir en laderas. Estos suelos forman asociaciones con las unidades Leptosol, Cambisol, Phaeozems háplico, Vertisol pélico y Luvisol órtico. Son suelos cuya capacidad va de somera a media. Presentan textura media y fina. Los rangos de pendiente oscilan entre 4 y 12%. En terrenos escarpados se ubican en pendientes hasta de 45%. Presentan fases líticas, gravosas, petrocálcica y pedregosa, las cuales aumenta su susceptibilidad a la erosión. Se les ubica en áreas alteradas en su condición natural, degradadas por diferentes formas de erosión antropogénica. Su uso depende de las condiciones de humedad. Las fases gravosa y pedregosa, representan una limitante superficial para el uso agrícola, así como la fase lítica. Son altamente vulnerables a la erosión debido a su baja coherencia del material parental, especialmente si se localizan en laderas.

En zonas de montaña, es mejor dejar los Regosoles bajo el bosque (ISSS Working Group WRB, 1998). Se asocian con Leptosol, Fluvisol y Phaeozem. Es muy probable que se presenten cubriendo algunos de los depósitos coluviales en las faldas de la Sierra Madre Oriental que han sido identificados como inestables y con potencial riesgo geológico; de ahí la importancia de su conservación en vinculación con la vegetación natural y evitando los cortes en talud para construcciones civiles.

Los Regosoles y particularmente del tipo calcárico se localizan entre los 800 y 1,200 msnm, en terrenos de topografía plana u ondulada. Por otro lado, en los confines de la sierra se distribuyen entre los 1,900 y 2,300 msnm; encontrándose al norte de La Trinidad y en las porciones meridionales, desde el cañón Mireles hasta La Florida. En lugares como San José de las Boquillas, El Vergel, La Jacinta, El Roble, y Chupaderos.

También se ubica al sureste de El Gigante rumbo a Los Panales, al noreste de San Antonio de la Osamenta, La Placeta del Pinal y al oeste rumbo a El Taray. En la parte septentrional del PNCM se localizan en el cañón San Pablo, Horcones, Los Nogales y Pico del Águila al Oeste de La Garita, al este de La Huastequita, al norte del Cañón El Montoso, y en pequeñas secciones por el Cañón Huasteco (CONANP, En Prensa) (Figura 8.1).

G) VERTISOL (VR)

Del Latín vertere, voltear; literalmente suelo que se revuelve, que se voltea. Suelos que se presentan entre los 400 y 750 msnm, en terrenos que van de ondulados a planos. Se ubican principalmente al pie de la Sierra Madre Oriental. Se asocian principalmente con suelos como Phaeozem. Son suelos profundos, de textura fina y se presentan en pendientes que oscilan entre 2 y 10%. Presentan fases gravosa, pedregosas, lítica, lítica profunda y petrocálcica. El uso de estos suelos se ve restringido por sus particularidades. Su alto contenido de arcilla del tipo esmectita, provoca los fenómenos de contracción y dilatación de éstos, lo que afecta el cultivo de frutales, la dureza que presentan cuando secos son otra limitante para su cultivo. Además, en zonas con alta humedad tienden a tener problemas de anegamiento. Los Vertisoles presentan baja susceptibilidad a la erosión.

Los Vertisoles se localizan dentro del PNCM en el Cabestro, Renterías, Los Nogalitos, al sur y al este de El Mimbre, en La Cáscara, al norte y noroeste de Las Germanas (CONANP, En Prensa), así como en la Laguna de Sánchez (Figura 8.1).

8.3 LAS ACTIVIDADES HUMANAS Y LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS EN EL PNCM

Un factor muy importante de cambio y alteración en el equilibro geo-hidrológico y edafológico en el PNCM es la actividad humana a través de la urbanización de los márgenes de la Sierra Madre Oriental en colindancia con la Área Metropolitana de Monterrey (AMM); lo que es muy notorio en las estribaciones de los municipios de Monterrey, Santiago, San Pedro y Santa Catarina. Sin olvidar la creciente actividad turística y de esparcimiento en Montemorelos, Allende, Santiago y Santa Catarina al interior de la Sierra Madre Oriental y en el corazón del PNCM.

En los últimos 25 años se han documentado evidentes alteraciones en la estabilidad de las masas de rocas y otros materiales no consolidados, incluyendo el suelo que yace sobre ellos. Entre estos trabajos destaca el de riesgo geológico (Chapa-Guerrero *et al.,* 1994). Asimismo, diversos procesos erosivos ocasionados por la remoción de la vegetación original y eventos meteorológicos como el Huracán Gilberto en 1988 y más recientemente, el Huracán Alex en 2010, así como incendios precedidos por grandes precipitaciones han ocasionado una modificación del paisaje del PNCM tal, donde el suelo ha mostrado huellas de la pérdida de estabilidad a causa del incremento de los procesos erosivos y la desertificación.

Si bien los procesos erosivos son parte de la dinámica natural en los ecosistemas, la intervención humana ha alterado en corto tiempo el delicado balance logrado por la naturaleza en miles o millones de años.

Incipientes eventos erosivos pueden ser el inicio

de importantes desplazamientos y/o alteraciones en el equilibrio de las grandes masas de rocas, los materiales no consolidados como coluviones y derrubios, o los suelos que comúnmente se desarrollan sobre estos como los Regosoles. Sobre todo cuando se combinan con alteraciones de taludes por cortes perpendiculares al estrato rocoso o a las masas de materiales no consolidados (Chapa-Guerrero *et al.,* 1994).

Es necesario implementar programas de conservación de suelos y estabilización de taludes en el PNCM, en especial de aquellos localizados en los márgenes de las zonas urbanas, ya que los incipientes procesos erosivos del suelo pueden indicar o desarrollarse en movimientos de masa de considerable magnitud.

Es de destacarse que muchos taludes naturales dentro del PNCM se encuentran en una aparente estabilidad (meta-estables), de tal forma que una falla en los macizos rocosos puede iniciar con mucha facilidad. Dentro de todos los factores que puedan detonar los movimientos en masa es posible enumerar los siguientes: 1) la erosión, 2) que afectan directamente en diversas formas a los planos de falla, 3) que constituyen otra causa de modo que aíslan bloques de material, 4) afectando el equilibrio del mismo y por lo tanto su estabilidad (Ibarra-Martínez, 2007). Este fenómeno incrementa la probabilidad de ocurrencia de riesgos naturales de tipo geológico, por movimientos de masa, como consecuencia al incremento de asentamientos humanos en zonas limítrofes al PNCM con el AMM.

Con base a lo anterior, además de los aspectos edafológicos y ecológicos, se hace cada vez más necesario entender los procesos de ingeniería geológica para prevenir y contrarrestar estos fenómenos, de modo que factores geológicos condicionantes de las obras de ingeniería sean tenidos en cuenta e interpretados adecuadamente, así como evitar o mitigar las consecuencias de los riesgos geológicos (González de Vallejo *et al.,* 2002).

El conocimiento y conservación del suelo en el PNCM, así como su estudio en relación a la explicación de cómo los niveles críticos de precipitación y contenido de humedad del suelo son base para las investigaciones que la Universidad Autónoma de Nuevo León realiza para prevenir desastres por deslizamientos de tierra (suelo, coluvión, derrubio, regolito) en la Sierra Madre Oriental (lo que atañe también al PNCM), son aspectos claves en la ciencia aplicada que toma sus bases de la Edafología e Ingeniería Geológica.

Hoy en día, el monitoreo y evaluación de la estabilidad de puntos en laderas colindantes al Parque Ecológico Chipinque en San Pedro Garza García, N.L. es objeto de estudio para conocer y poder determinar los umbrales de lluvia crítica; es decir, han establecido parámetros de precipitación para emitir alertas de deslizamientos, según sea el caso. Gracias a este tipo de investigación se ha descubierto que entre 35 y 40 mm de precipitación acumulada, existe una probabilidad alta de que ocurran derrumbes (Kubota, *et al.,* 2007).

Las actividades humanas, principalmente la construcción de caminos, casas o edificios en laderas o taludes de la Sierra Madre Oriental, son causa de alteraciones al equilibrio de los suelos y las masas de roca, que consolidadas o no, pueden provocar desastres por deslizamiento de tierra, o incrementar la probabilidad de riesgos naturales y geológicos.

8.4 LITERATURA CITADA

Chapa-Guerrero, J., P. Meiburg y K. Schetelig. 1994. Riesgos geológicos en zonas urbanizadas en el noreste de la Sierra Madre Oriental, en el área metropolitana de Monterrey, N.L., México. Revista: Actas del XI Congreso Geológico Nacional, celebrado en Veracruz. Pp. 60.

CONANP (En Prensa). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Pp. 179.

FAO, ISRIC & SICS. Grupo de Trabajo WRB. 1999. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 84. FAO, Roma. Pp. 90.

FAO-UNSECO. 1968. http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051067.pdf (consultada en diciembre de 2013).

FAO-UNESCO. 1974. FAO-UNESCO Soil Map of the World. Volume 1. Legend. UNESCO, Paris. Pp. 62.

González de Vallejo, L., M. Ferer, L. Ortuño y C. Oteo. 2002. Ingeniería Geológica. Madrid. Editorial Prentice Hall.

Ibarra-Martínez, S. 2007. Riesgos Geológicos en la Región Sursureste del Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México (Mederos). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Linares, Nuevo León. Pp. 113.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2004. Guías para la Interpretación de Cartografía. Edafología.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Carta Edafológica G14-07, G14-08, formato digital, serie II. Geográfica e Información. Originador: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática – INEGI (ed) 2007. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional) Edición: 1ª. Aguascalientes, Ags., México. http://www.inegi.gob.mx/

ITESM. 1994. Estudio de Cobertura, Uso Actual del Suelo y Creación de una Base de Datos sobre los Recursos Naturales para el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. ITESM, Centro de Calidad Ambiental, Laboratorio de Información Georreferenciada. Pp. 213.

IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.

ISSS Working Group WRB. 1998. World Reference Base for Soil Resources: Introduction (J.A. Deckers, F.O. Nachtergaele and O.C. Spaargaren, Eds.) First Edition International Society of Soil Science (ISSS), International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Acco. Leuven. Pp. 165.

ISSS Working Group RB. 1998. World Reference Base for Soil Resources: Atlas (E.M. Bridges, N.H. Batjes and F.O. Nachtergaele, Eds.) ISRIC-FAO-ISSS-Acco. Leuven. Pp. 79.

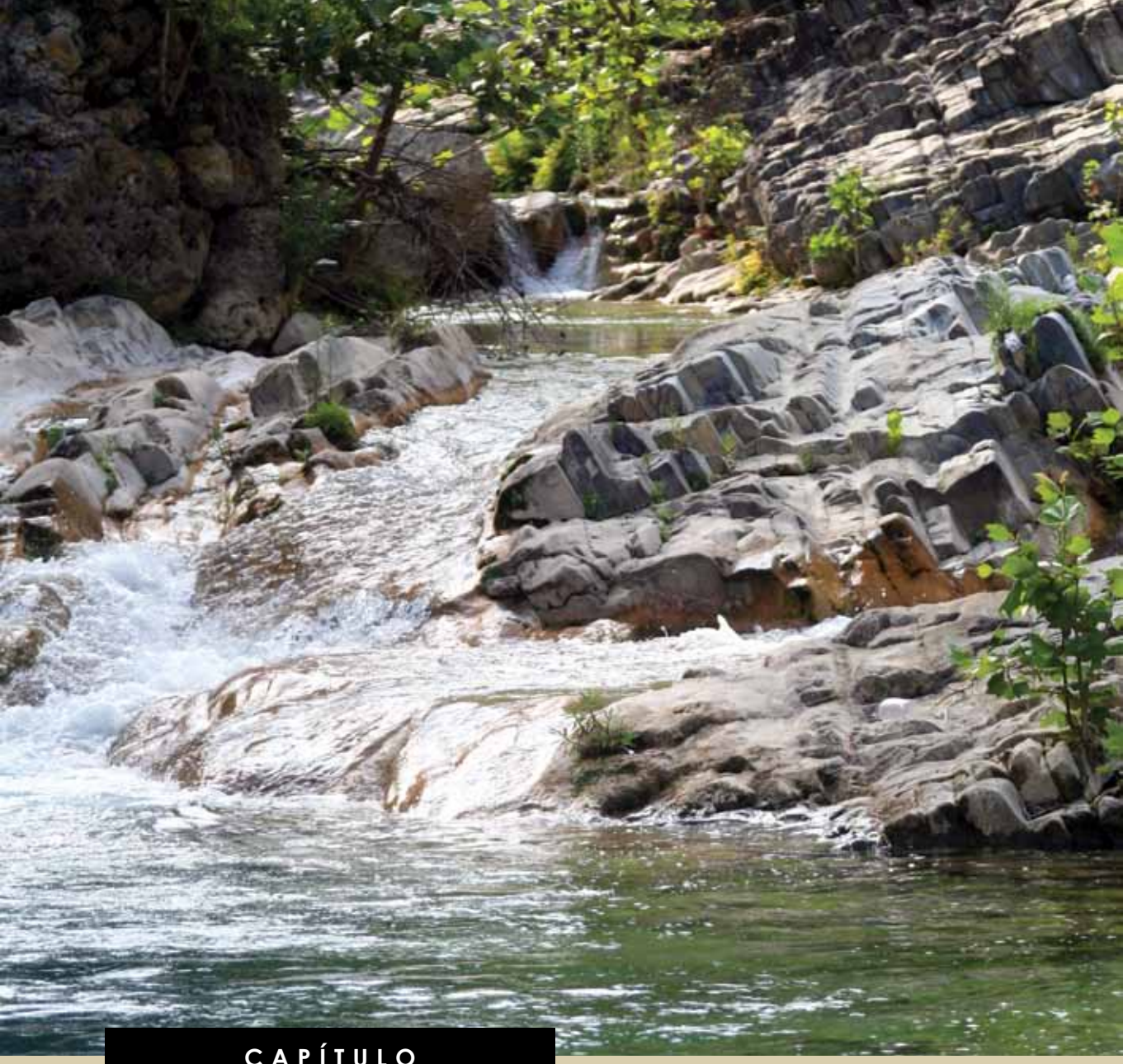
Kubota, T., I. Cantú y K. Otsuki. 2007. Elucidation of the Warning Rainfall Criterion against Landslide Disasters at Eastern Sierra Madre Range of México, Taking the Soil Moisture Content into Consideration. J. of the Jpn. Landslide Soc. 43(6): 391-397. (In Japanese).

Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB). 1999. Reporte número 84, publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en Roma Italia.

Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1979. Descripción de la Leyenda de la Carta Edafológica de DETENAL. Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). México.

Universidad Autónoma de Nuevo León. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. (UANL-ITESM-SEDUOP). 1994. Propuesta para la redelimitación del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. UANL: Facultad de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias de la Tierra y Facultad de Ciencias Biológicas. ITSEM: Centro de Desarrollo Sostenible. Julio. 155 páginas, más anexos.

WRB. 1999. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre recursos Mundiales de Suelos. Reporte No. 84. Publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en Roma, Italia.



CAPÍTULO

9

HIDROLOGÍA Y GEOHIDROLOGÍA

José A. Pérez Ortiz[1]

[1]Organismo de Cuenca Río Bravo,
Comisión Nacional del Agua
(Conagua-Semarnat)

jose.perezo@conagua.gob.mx

Pérez-Ortiz, J. 2013. Hidrología y Geohidrología, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 89-98.

Hidrología y Geohidrología

José Alberto Pérez Ortiz

9.1 HIDROLOGÍA

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), se localiza en la Región Hidrológica 24, Río Bravo–Conchos cuya superficie es de 1,757 km^2, sus aguas superficiales son drenadas principalmente por las subcuencas del río Santa Catarina y río Ramos; pequeñas porciones del PNCM corresponden a otras subcuencas; por la parte noroeste drena a la subcuenca del río Pesquería; por la región sureste, al río Pilón y por su región central drena hacia el noreste por el río San Juan. Todas ellas pertenecientes a la cuenca del río San Juan (Figura 9.1).

Con excepción de las aguas provenientes de la subcuenca del río Pesquería, el resto de los escurrimientos provenientes del PNCM, son captados por la presa Rodrigo Gómez "La Boca", en el municipio de Santiago y la presa Solidaridad "El Cuchillo" en el municipio de China; la primera, destinada exclusivamente para abastecimiento de agua para uso público urbano para el Área Metropolitana de Monterrey (AMM), y la segunda destinada también para este mismo fin, sólo que además de abastecer al AMM, lo hace también para las poblaciones ubicadas a lo largo del acueducto regional: China, Gral. Bravo y Los Aldama en Nuevo León y Arcabuz, en el estado de Tamaulipas; adicionalmente suministra agua para uso agrícola, para los Distritos de Riego 031 Las Lajas en Nuevo León y 026, Bajo Río San Juan, en Tamaulipas.

En el cauce del río Santa Catarina, 15 kilómetros aguas arriba del cañón de La Huasteca, se localiza la presa Corral de Palmas o "Rompe-Picos" cuya función es la de regular los escurrimientos de esa subcuenca en casos de lluvias extraordinarias, con el fin de evitar daños por inundaciones aguas abajo, principalmente en la zona urbanizada aledaña al cauce del citado río. La presa cuenta con una cortina de concreto de 107.4 m de altura y tiene una capacidad al Nivel de Aguas Máximo Extraordinario (NAME), de 92.94 Mm^3. Esta obra, regula sólo los escurrimientos que se presentan en una superficie de 717.198 km^2, sin embargo el área de la cuenca (por el río Santa Catarina) hasta la entrada a la zona conurbada, es de 1,097.167 km^2, por lo que la cuenca de aportación a la presa Rompe-Picos es del orden del 65% respecto al área de la cuenca que llega hasta la entrada (por el río Santa Catarina) a la zona conurbada; la superficie total de la cuenca de este río, es de 1,806 kilómetros cuadrados.

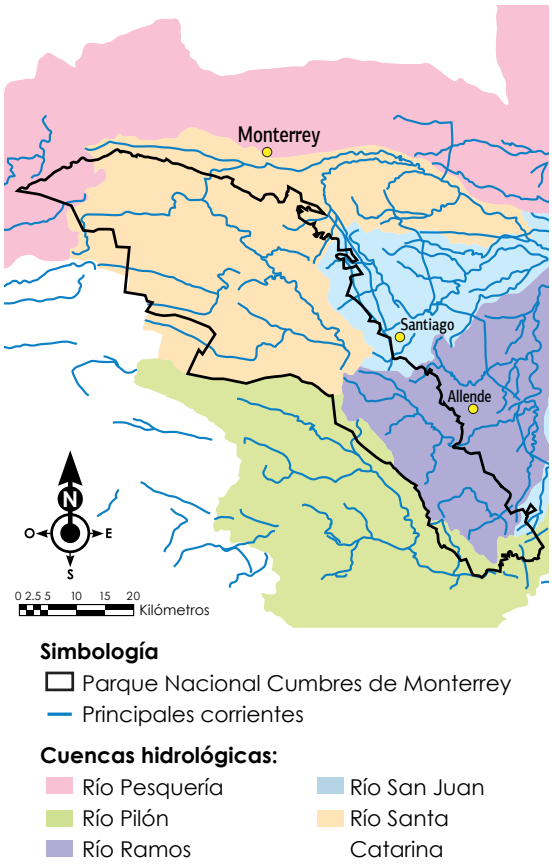


Figura 9.1 Cuencas hidrológicas que comprenden al PNCM.

9.2 GEOHIDROLOGÍA

El PNCM se localiza en la Provincia Fisiográfica denominada Sierra Madre Oriental (Raisz, 1954) la cual se caracteriza por la existencia de plegamientos de compresión muy pronunciados y continuos longitudinalmente, que constituyen las cordilleras y cadenas paralelas de las montaña, formadoras de la Sierra Madre Oriental, que con orientación noroeste-sureste se extienden hacia el sur de Monterrey y sin interrupción estructural aparente, mismas que, a la altura de esta ciudad, se flexionan en un arco perfectamente defi-

nido hacia Saltillo y al oeste de esta ciudad con ejes continuos estructurales orientados de este a oeste.

La información climatológica (Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Río Bravo de la Comisión Nacional del Agua) indica que en la estación climatológica Huasteca, la temperatura media anual es de 19.4°C, la evaporación potencial media anual es de 1,846 mm y la precipitación media anual, es de 347 mm, siendo en esta región donde se presenta la menor precipitación pluvial dentro del PNCM (Tabla 9.1).

Para fines administrativos y legales, conforme a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), publicó la denominación de los acuíferos en el país y los polígonos que los delimitan. En el PNCM inciden parcialmente siete acuíferos, sin embargo, la mayor parte del PNCM (52%) está comprendida en el acuífero denominado Campo Buenos Aires, con una superficie de 914.25 km^2; le siguen en orden de importancia por su área dentro del PNCM, el 31.7% en el acuífero Citrícola Norte, con una cobertura de 557.35 km^2; el 7.22% en el acuífero Área Metropolitana de Monterrey, con una superficie de 126.90 km^2; el 4.41% en el acuífero Campo Durazno con una superficie de 77.52 km^2; el 3.96% en el acuífero Cañón del Huajuco, con una superficie de 69.59 km^2; el 0.51% en el acuífero Región Manzanera-Zapaliname con una extensión de 8.93 km^2; y el 0.15% en el acuífero Saltillo-Ramos Arizpe con una superficie de sólo 2.65 km^2 (Figura 9.2).

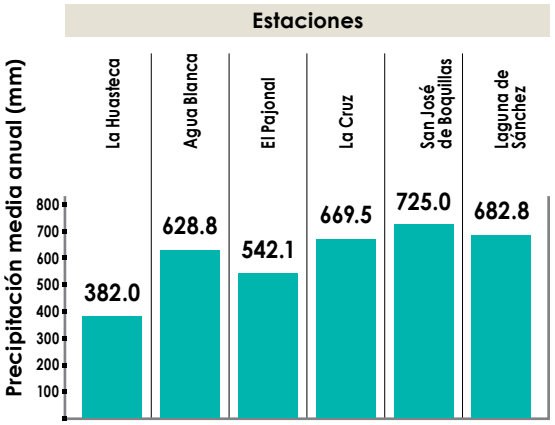
La Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del Recurso Agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, establece que para las aguas subterráneas se calcula de la siguiente manera:

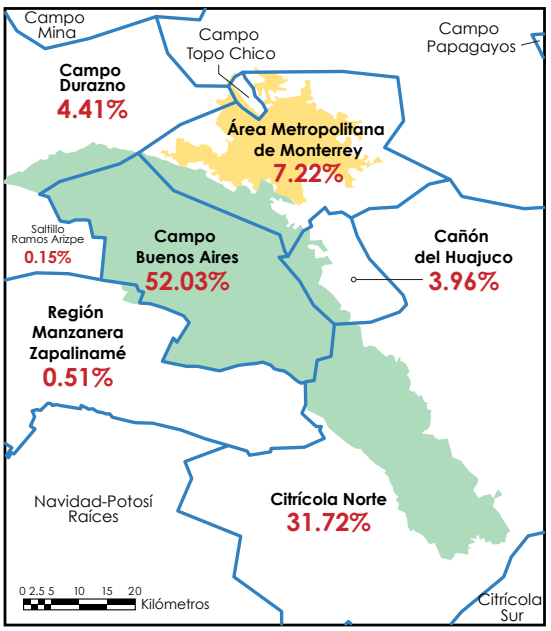
Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica	=	Recarga total media anual	-	Descarga natural comprometida	-	Volumen concesionado de agua subterránea

Conforme a lo anterior, la disponibilidad media anual para estos siete acuíferos, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación con fecha 28 de agosto de 2009, a excepción del acuífero Cañón del Huajuco, la que fue publicada el día 8 de julio del 2010 (Tabla 9.2).

Conforme al Artículo 18 de la Ley de Aguas Nacionales, las aguas nacionales del subsuelo podrán ser libremente alumbradas mediante obras artificiales, salvo cuando por causas de interés o utilidad pública, el Titular del Ejecutivo Federal establezca zona reglamentada, de veda o de reserva o bien suspenda o limite provisionalmente el libre alumbramiento mediante acuerdos de carácter general.

Tabla 9.1 Estaciones Climatológicas dentro del PNCM.





Fuente: Conagua. Dirección Técnica. Jefatura de Proyecto de Áreas Subterráneas Agosto 2012

Figura 9.2 Acuíferos que inciden en el PNCM.

El PNCM queda parcialmente cubierto por dos decretos de veda, publicados en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de julio de 1951 y el 19 de junio de 1958, respectivamente (Figura 9.3).

Con el fin de que la CONAGUA, esté en posibilidad de regular el aprovechamiento de las aguas nacionales del subsuelo dentro del PNCM, es necesario que el Ejecutivo Federal emita un nuevo decreto de veda

Tabla 9.2 Disponibilidad media anual de agua de los acuíferos comprendidos en el PNCM.

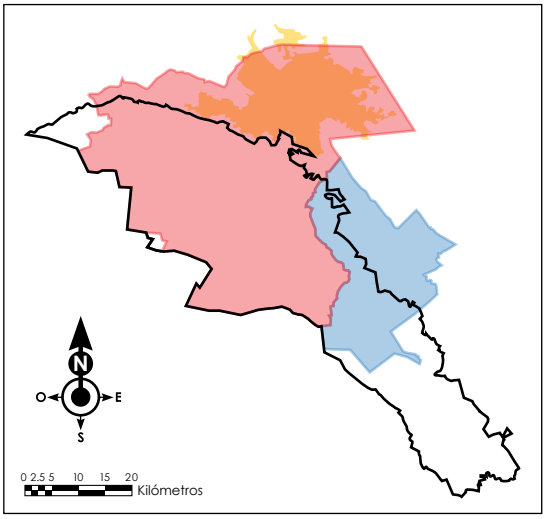
Simbología: R: recarga media anual. **DNCOM:** descarga natural comprometida.
VCAS: volumen concesionado de aguas subterráneas.
VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos.
DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.
Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales 3 y 4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000.

Clave	Unidad Hidrogeológica (Acuífero)	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
510	Saltillo-Ramos Arizpe	29.5	5.4	45.556775	37.3	0	-21.476775
511	Región Manzanera-Zapalinamé	55.5	3.6	59.402595	69.9	0	-7.472595
1906	Area Metropolitana de Monterrey	68.2	24.5	106.336182	37.7	0	-62.636182
1907	Campo Buenos Aires	57.0	0	62.715155	62.4	0	-5.715155
1909	Campo Durazno	4.8	0	8.280323	4.0	0	-3.480323
1911	Cañón del Huajuco	34.3	0	27.940074	27.9	6.359926	0
1912	Citrícola Norte	191.9	71.9	238.438717	120.0	0	-118.472717

que cubra la parte no vedada de los acuíferos que se relacionan con el PNCM.

Para tal efecto, el día 21 de mayo de 2012, el Organismo de Cuenca Río Bravo de la CNA, publicó en uno de los diarios de mayor circulación de Monterrey, N.L., el acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de las aguas nacionales de ocho acuíferos, entre los que queda incluida la región del PNCM que actualmente es considerada de libre alumbramiento, perteneciente al acuífero denominado Citrícola Norte. Este acuerdo fue previamente publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de julio de 2011.

El citado acuerdo incluye entre otros considerandos el que a la letra dice: "Que en el Decreto del Área Natural Protegida, se reconoce que en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey se encuentran las comunidades vegetales de mayor valor ecológico del Estado de Nuevo León, reportándose 1,368 especies de flora y fauna, de las cuales 73 son consideradas en peligro de extinción, amenazadas, endémicas, raras, vulnerables o de protección especial; que por los ecosistemas existentes es indispensable mantener el régimen de protección en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey y cumplir con los objetivos de conservación al mantener el equilibrio hídrico de la región. En su artículo tercero menciona que para la consecución de los fines del presente Decreto quedan a cargo de la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, actualmente Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, los terrenos nacionales ubicados dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, no pudiendo dárseles otro destino distinto a aquéllos que resulten compatibles con la conservación y protección de los ecosistemas. Sin embargo, en la superficie del área natural protegida, no aplica algún decreto



Fuente: Conagua. Dirección Técnica. Jefatura de Proyecto de Aguas Subterráneas Agosto 2012

Figura 9.3 Zonas de veda para el aprovechamiento de aguas subterráneas que inciden en el PNCM.

de veda para el aprovechamiento, uso y extracción del agua subterránea, por lo que se requiere que las vedas de agua subterránea protejan completamente el área natural protegida"; y concluye que es necesario proteger, mejorar y conservar el acuífero, así como propiciar el restablecimiento del equilibrio hidrológico

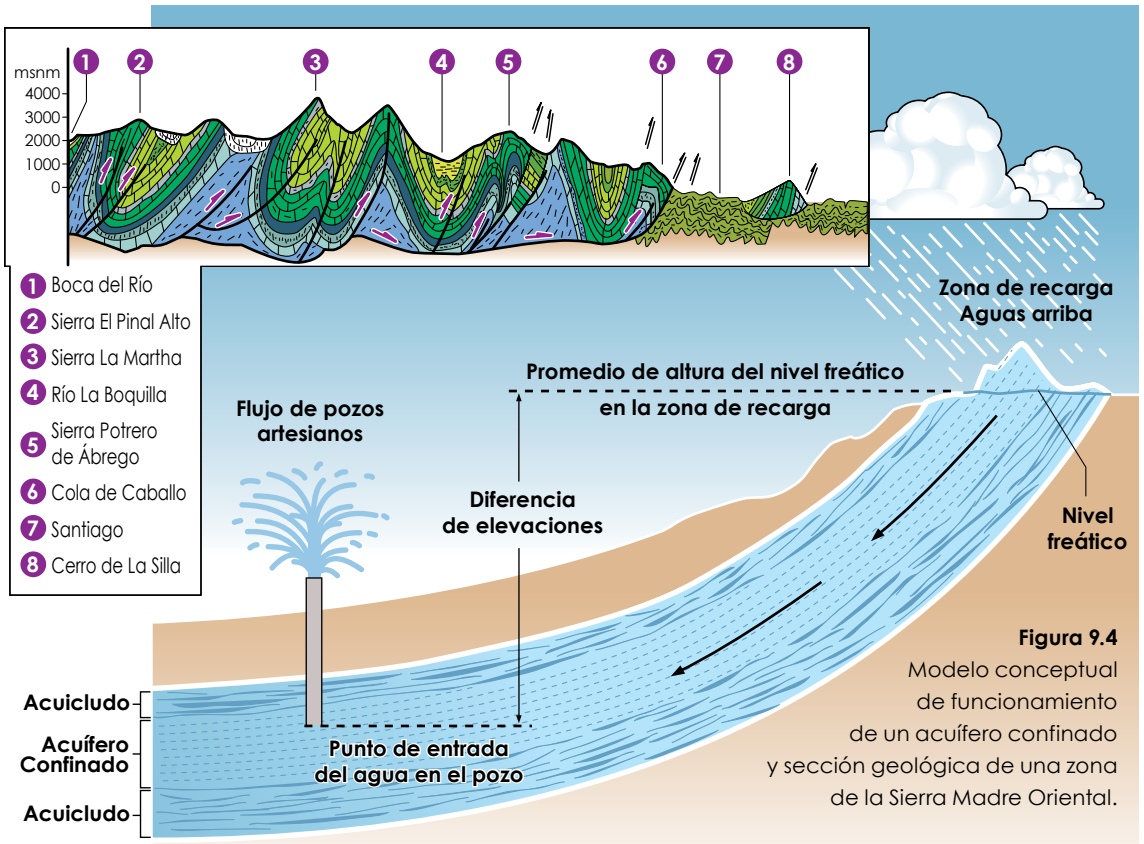


Figura 9.4
Modelo conceptual de funcionamiento de un acuífero confinado y sección geológica de una zona de la Sierra Madre Oriental.

de las aguas del subsuelo, en especial por tratarse de una región del país con escasez de agua, así como la presencia de un área natural protegida (ANP).

9.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES ACUÍFEROS

a) Acuífero Campo Buenos Aires

En la cuenca alta del río Santa Catarina se observa la presencia de afloramientos de rocas de edad cretácica y jurásica en las partes altas. La estratigrafía de las formaciones que se encuentran en el sistema de producción del acuífero Campo Buenos Aires, son rocas sedimentarias marinas cuyas características hidráulicas propician las condiciones para la existencia de tres principales acuíferos, que son:

Acuífero del Cretácico.- Es el acuífero más importante en producción, está conformado por rocas calizas de las formaciones Cupido, Aurora y Cuesta del Cura. Este acuífero se encuentra confinado por rocas impermeables del Cretácico superior (Figuras 9.4), por la Formación Indidura que cubre conjuntamente con el aluvión de la edad reciente los horizontes superficiales del acuífero y por otra parte, se encuentra sobrepuesto a las rocas impermeables de la formación Taraises de la edad del Cretácico inferior y La Casita de edad jurásica.

Este acuífero se explota mediante veintidós pozos profundos productores, ubicados a lo largo del cañón La Huasteca.

Acuífero del Aluvión.- Está conformado por gravas y arenas depositadas en los valles que forman los lechos de las corrientes del río Santa Catarina. Este acuífero se aprovecha mediante las galerías Huasteca y Morteros, que captan el agua y la conducen por gravedad hasta el tanque Obispado.

Acuífero del Jurásico.- Localizado en el núcleo de los anticlinales erosionados cuyos afloramientos son de las calizas de la Formación Zuloaga y cuyas características geohidrológicas manifiestan una interrelación con el acuífero del Aluvión. Este acuífero se explota únicamente mediante los pozos número 25; 28; 33 y 39, y por la galería Huasteca, que corta estas rocas aproximadamente a 56 m de profundidad.

El acuífero denominado Campo Buenos Aires es el de mayor superficie dentro del PNCM, se localiza en la cuenca del río Santa Catarina, aguas arriba del AMM, dentro de un complejo montañoso de la Sierra Madre Oriental. Este acuífero es de gran importancia para el abastecimiento de agua de uso público urbano del AMM, ya que aporta un caudal promedio del orden de 2,000 l/s, aunque este caudal está en función de la precipitación pluvial que se presente, misma que varía

cada año, presentando períodos de varios años con valores por abajo de la media anual, y otros años más favorables, incluso con la presencia de algunos eventos de lluvias extraordinarias, generalmente ocasionadas por la incidencia en la zona de ciclones tropicales. Son estas lluvias extraordinarias las que han permitido cíclicamente la recuperación total del almacenamiento de forma prácticamente inmediata; repitiéndose este proceso después de cada período de abatimiento ocasionado por la constante extracción. Lo anterior, sucede gracias a las características particulares del acuífero emplazado en fracturas y carsticidad de las rocas calizas, que le proporciona alta permeabilidad secundaria, lo que se puede observar en el gráfico que se muestra en la Figura 9.5, formulado con la información que recopila Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey I.P.D. (Estudio de Reactivación de Redes de Monitoreo Piezométrico de los Acuíferos: Campo Jaritas, Campo Durazno y Procesamiento de la Información Piezométricas de los Acuíferos Campo Mina y Campo Buenos Aires, en el estado de Nuevo León. Zona Norte).

Para el aprovechamiento de estas aguas, en el período de los años 1950 a 1963, se construyeron las obras de captación de aguas subterráneas conocidas como galería de infiltración Huasteca, Túnel Huasteca y galería Morteros. Posteriormente, de 1968 a 1981 se realizaron obras de perforación de pozos profundos, de equipamiento y de conducción hidráulica, que permitieron el aprovechamiento del almacenamiento de las aguas subterráneas en épocas de estiaje, cuando los caudales aportados por las galerías se verían disminuidos por falta de recarga.

Los estudios indican que este acuífero recibe su recarga principalmente a través de los afloramientos de las formaciones geológicas de edad cretácica denominadas Aurora y Cupido, mismas que afloran en la parte alta de la sierra, que constituyen la zona de recarga para este acuífero. Se estima que esta zona de recarga es de aproximadamente 250 km^2, (Velázquez, 1985) lo que aunado a una lámina de recarga calculada (Kinisel, 1972) como promedio anual de 229.5 mm, equivale a un volumen de recarga promedio de 57.4 Mm^3/año, es decir 1,820 l/s. Los pozos aportan agua de buena calidad, son aguas clasificadas como bicarbonatada–cálcica-magnesiana y su contenido de sólidos totales disueltos es del orden de 350 mg/l.

b) Acuífero Cañón del Huajuco

El acuífero Cañón del Huajuco se localiza en la porción centro-oriental del estado de Nuevo León, cubriendo una superficie de 235 km^2. Geográficamente, la zona se encuentra ubicada entre los paralelos 25° 23´ y 25° 35' de latitud norte y entre los meridianos 100° 05´ y 100° 18´ de longitud oeste.

El acuífero se emplaza en rocas sedimentarias, principalmente en lutitas alteradas de baja permeabilidad, hasta una profundidad de aproximadamente, 70 m, así como en los delgados depósitos aluviales presentes en el cauce de ríos y arroyos. El basamento del acuífero y las fronteras al flujo subterráneo están constituidos por las mismas lutitas cuando se presentan inalteradas y cuando desaparece su fracturamiento.

El acuífero es de tipo libre a semiconfinado, heterogéneo y anisótropo y se aloja en una unidad hidrogeológica conformada por un medio granular (sedimentos aluviales) y otro fracturado. Está constituido principalmente por lutitas alteradas y en las zonas topográficamente elevadas se encuentra otra unidad geohidrológica constituida por calizas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución. Como ya se mencionó, el basamento está integrado por lutitas sin alteración ni fracturamiento. Las lutitas se encuentran en la mayor parte del subsuelo, lo que le confiere baja permeabilidad, la cual aumenta notablemente en zonas que presentan fallas y fracturas, por lo que el agua subterránea se desplaza a través de ellas. Debido a que el fracturamiento, en general, no se encuentra a más de 70 m de profundidad, la porción permeable del acuífero ocurre en su parte superior.

La dirección preferencial del flujo subterráneo a lo largo del valle es noroeste-sureste, con alimentaciones provenientes del norte, así como de los flancos de montaña que bordean el valle, principalmente en la porción central, al oriente y poniente del arroyo La Chueca y por la porción sur, al poniente de la presa Rodrigo Gómez. El flujo subterráneo descarga parcialmente hacia la presa Rodrigo Gómez.

En cuanto a la evolución del nivel estático, en general, se registran tanto recuperaciones como abatimientos; sin embargo, la evolución anual es pequeña durante el periodo considerado de 18 años.

La salinidad del agua subterránea en general es menor a 1,000 ppm, que corresponde al límite máximo permisible para consumo humano establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.

De acuerdo con el modelo conceptual definido para el acuífero, las entradas están integradas por la recarga natural que se produce por efecto de la infiltración de la lluvia que se precipita directamente sobre el valle y a lo largo del arroyo La Chueca, y la que proviene de zonas montañosas contiguas a través de una recarga por flujo horizontal subterráneo, así como la recarga en calizas que posteriormente descarga en los túneles Cola de Caballo y Socavón San Francisco.

c) Acuífero Citrícola Norte

El acuífero Citrícola Norte se localiza en la parte centro de Nuevo León, aproximadamente, a 56 km al

Campo Buenos Aires Elevación del N.E. por subsistema (1991-2011)

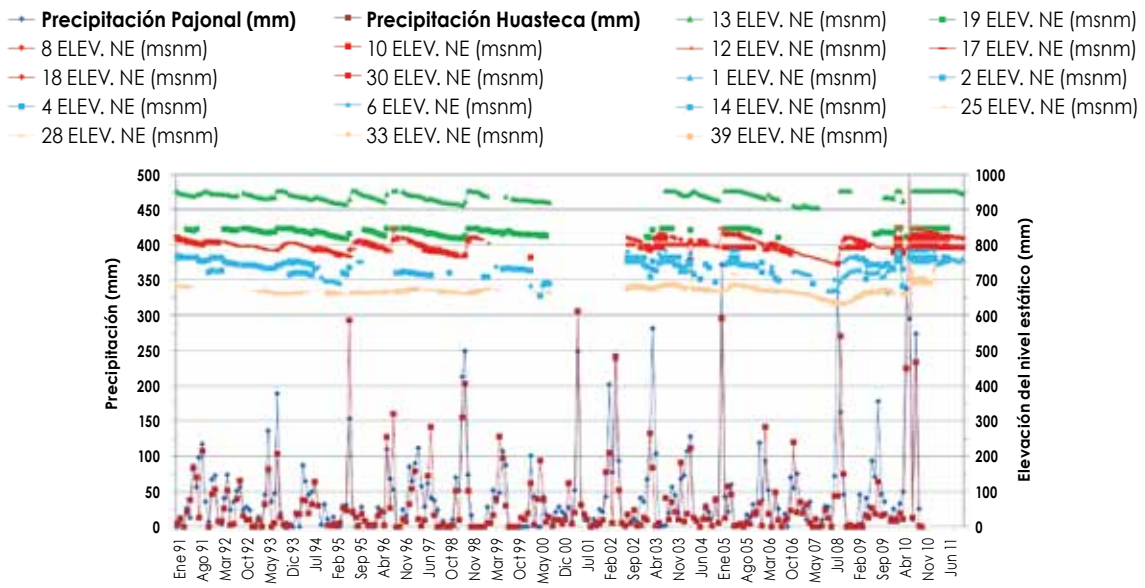


Figura 9.5 Relación entre la posición del nivel piezométrico y la precipitación pluvial para el acuífero Campo Buenos Aires, con datos correspondientes al período 1974 al 2010.

sureste de la ciudad de Monterrey y comprende los municipios de Montemorelos, General Terán, Allende, Rayones y Cadereyta Jiménez. Sus límites geográficos son: al norte el cauce del río San Juan; al sur el parteaguas superficial entre las cuencas del río San Juan y río San Fernando y al poniente las estribaciones de la Sierra Madre Oriental.

El acuífero Citrícola Norte está formado por los depósitos aluviales y conglomerado Reynosa, que rellenan los valles de los ríos Pilón y Garrapatas. La cima fracturada y alterada de la Formación Méndez que subyace a los depósitos de relleno, también forma parte del acuífero que se extiende en la llanura Linares-Montemorelos.

Con base en el funcionamiento hidrodinámico del acuífero, se establece que los mecanismos de recarga al acuífero son los siguientes: a) infiltración de la lluvia a través de los depósitos aluviales y conglomerado Reynosa que afloran en los valles y mesetas de la región, b) infiltración a lo largo de los ríos y arroyos de la zona y c) infiltración por excedentes de riego.

La extracción por bombeo y el flujo subterráneo que se da en la parte noreste del valle, constituyen las principales componentes de la descarga total del acuífero. La evaporación directa por causa de niveles freáticos someros se considera que no se lleva a efecto en la zona, así lo indican los niveles estáticos que generalmente se encuentran a más de 5 m de profundidad.

En el estudio de SARH-DGZA (1981) se reporta que el volumen total de extracción del acuífero Citrícola Norte es del orden de 120 Mm^3/año, de los cuales 106 Mm^3/año se destinan al uso agrícola, ocho Mm^3/año al uso público urbano, cuatro Mm^3/año al uso doméstico pecuario y dos Mm^3/año al uso industrial.

En cuanto a la salida por flujo subterráneo, el mismo estudio, con base en el método de la ecuación de Darcy, reportó un caudal de salida de 3.773 m^3/s. Sin embargo, en este caudal se incluye tanto la salida del acuífero Citrícola Norte como del acuífero Citrícola Sur. Para separar el caudal de salida para el acuífero Citrícola Norte, fue utilizado el plano de la red de flujo de mayo de 1981, elaborado por esta empresa, haciendo el cálculo por la ecuación de Darcy para cada una de las celdas de flujo, aplicando para ello un valor promedio de transmisividad igual a 0.005 m3/s obtenido de pruebas de bombeo tal como se aplicó en el estudio previo. De esta manera, resultó un caudal de salida de 2.281 m^3/s que equivale a un volumen de 71.934 Mm^3/año. La calidad del agua subterránea en la zona aledaña a las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, es de menos de 500 mg/l de sólidos totales disueltos y gradualmente adquiere mayor concentración de sales en la dirección del flujo, que es hacia el noreste, llegando a valores del orden de 1,815 mg/l en la zona de descarga del acuífero.

9.4 ASPECTOS GEOHIDROLÓGICOS GENERALES DEL PNCM

Generalmente, los acuíferos se encuentran en estado de equilibrio dinámico. Las entradas al acuífero pue-

den ser por flujo de agua subterránea lateral, por recarga vertical ocasionada por la precipitación pluvial, por la infiltración de las corrientes superficiales, o bien, cualquier combinación de éstos.

Las salidas pueden estar constituidas por flujo lateral, por bombeo; o por medio de manantiales, o el flujo base de las corrientes.

Mientras que no todo el espesor saturado del acuífero forma parte del movimiento dinámico, el almacenamiento del acuífero actúa como instrumento regulador entre el volumen de entrada y el de salida.

Los diferentes manantiales y túneles constituyen las principales obras de drenaje del acuífero Cretácico en lo que se refiere a la zona sureste del PNCM. Conforme se ha construido infraestructura hidráulica, como los túneles, el número de manantiales que brotan espontáneamente se ha reducido, y los que están fluyendo, producen menor cantidad de agua.

En el área se encuentran tres grupos principales de manantiales y un grupo de túneles:

- Los manantiales Río Ramos.
- El manantial Potrero de Serna (parte de Mesa Grande).
- Los manantiales de Mesa Chica, La Mora y Arroyo de Torres (Mesa Chica).
- Los túneles números 1 y 2 y el Socavón de San Francisco.

A continuación se da una breve descripción de cada grupo.

Manantial río Ramos

Estos manantiales se localizan aguas arriba, a lo largo de la orilla del lecho del río Ramos. El estudio Comisión de Agua Potable de Monterrey (1975), menciona que el gasto medio de aguas subterráneas, durante el período 1956 – 1965, fue de unos 22 Mm^3/año, mientras que en el período de 1966 – 1973 se llegó a una cantidad media de 33.6 Mm^3/año, o sea un incremento de un 50%. Existe una correspondencia similar en el incremento de la cantidad de lluvia. La descarga media anual de aguas subterráneas para todo el período 1956 – 1973, fue de unos 27 Mm^3/año.

Manantial Potrero de Serna-Mesa Grande

Este manantial es la fuente que, aguas abajo, descarga en la caída de Cola de Caballo y forma parte de Mesa Grande, siendo las otras componentes los túneles 1 y 2 que se describirán más tarde. Este manantial ha estado brotando por largo tiempo. En 1969, cuando entraron en operación los dos túneles, solamente el manantial Potrero de Serna permaneció como una salida adicional del acuífero Cretácico de Mesa Grande, en tanto que, antes de 1960, existían otros manantiales en el área.

Hasta 1961, Mesa Grande estaba constituida por varios manantiales y salideros, incluyendo el manantial, ya mencionado, Potrero de Serna. En 1961, cuando los dos túneles números uno y dos, comenzaron a producir agua, la mayor parte de los manantiales se secaron. En esta forma, a partir de esa fecha, Mesa Grande quedó formada por los dos túneles y el manantial Potrero de Serna. Está localizada en el área cercana a Cola de Caballo. El flujo en los dos túneles comenzó en 1961 cuando el túnel número uno contribuyó con 8.2 Mm^3 y el túnel número dos con un Mm3, en general el flujo varía entre 3.2 y 16.7 Mm^3/año, con un volumen medio anual del orden de nueve Mm^3/año.

El socavón de San Francisco, es otro túnel que drena al acuífero Cretácico, en un punto situado a cinco kilómetros al nor-noroeste del área de Cola de Caballo. La longitud de esta excavación es de un kilómetro aproximadamente, con un diámetro promedio de 1.80 metros. Antes de la construcción del socavón, había algunos manantiales en el sitio. Los datos disponibles indican que durante 1956 y 1957, estos manantiales descargaron aproximadamente 21 y 15 Mm^3 de agua, respectivamente.

El gasto promedio anual de este socavón es variable en diferentes períodos, pero se puede considerar que varía entre 18 y 27.8 Mm^3/año, con mínimos de 15.7 y máximos de 33.6 Mm^3/año. Los tres túneles son excelentes fuentes de abasto de agua subterránea por gravedad y permiten aprovechar grandes cantidades de agua para uso público urbano sin costo por bombeo.

Manantial Mesa Chica
(Mesa Chica, La Mora, Arroyo Torres)

El grupo de manantiales de Mesa Chica, es el más pequeño de todos los que forman las salidas mencionadas en este capítulo. Los datos muestran que el año de 1957 fue el de menor descarga (2.4 Mm^3). El año de mayor descarga de aguas subterráneas, fue el de 1973 (11.5 Mm^3).

Siguiendo el modelo para otros manantiales, los de Mesa Chica tuvieron una descarga promedio de 3.5 Mm^3/año de agua subterránea, durante el periodo 1956 – 1961. El promedio anual de descarga para el periodo 1966 – 1974 subió a 8.0 Mm^3, o sea un incremento de más de 125%. La precipitación se incrementó de igual manera para el mismo período 1956 – 1974.

9.5 EL CICLO HIDROLÓGICO

El movimiento cíclico y continuo del agua, cambiando su estado de líquido a vapor o hielo, es conocido como ciclo hidrológico (Figura 9.6). Específicamente, en el caso del PNCM, podemos observar que éste ac-



Figura 9.6 Esquema sobre el ciclo hidrológico (Tomado de U.S. Geological Survey).

túa como un gran colector y regulador de las aguas provenientes de la precipitación pluvial, donde una parte de la misma escurre formando las corrientes de aguas superficiales, otra parte logra penetrar el suelo y es nuevamente extraída por la vegetación para luego regresarla a la atmósfera mediante el proceso denominado evapotranspiración, de la que sólo una pequeña porción logra llegar a mayor profundidad para recargar los acuíferos, mismos que posteriormente son drenados en forma natural a través de manantiales, o por medios artificiales como los túneles antes descritos perforados en el frente de la Sierra Madre Oriental y que vierten sus aguas por gravedad; o bien mediante el bombeo que se realiza en pozos y norias perforados a diferentes profundidades y en diversos tipos de material.

Las principales zonas de recarga las constituyen: a) para el acuífero somero, los frentes montañosos y materiales granulares de buena permeabilidad depositados en los cauces actuales y meandros abandonados de los escurrimientos de aguas superficiales, y b) para el acuífero profundo emplazado en rocas fracturadas, la recarga se produce principalmente en zonas de mayor elevación topográfica donde se presenta el afloramiento de las formaciones de roca caliza de mayor permeabilidad secundaria, que abastecen a los acuíferos profundos como es el caso del Campo Buenos Aires, donde se aprovecha el agua del subsuelo mediante pozos profundos y es el mismo caso para el agua que se extrae de los túneles de Cola de Caballo y San Francisco.

Tratando de dimensionar la importancia que tiene el PNCM como fuente de suministro de agua mediante el proceso de captación y regulación de la precipitación pluvial para su posterior aprovechamiento, sin contar las aguas broncas o de rápido escurrimiento, solamente considerando el flujo base proveniente de manantiales, que finalmente serán captados por las presas; así como los aprovechamientos que se hacen mediante pozos, galerías y túneles; podemos estimar que el volumen aportado por este sistema es del orden de 136 Mm^3/año en promedio, es decir 4,310 l/s, lo que representa cerca del 40% del total del volumen suministrado al AMM para uso público urbano.

El crecimiento poblacional y en consecuencia de la mancha urbana, conllevan a la disminución de la permeabilidad de la superficie del suelo, llegando incluso al sellado de la misma mediante obras de pavimentación y demás construcciones inherentes, provocando algunos efectos no deseables, como el incremento de

la velocidad de escurrimiento de las aguas pluviales y por ende la disminución del volumen de infiltración y de recarga de acuíferos (Figura 9.7). La deforestación, que puede presentarse por razones diversas, incluyendo la urbanización, las actividades agrícolas, pecuarias, incendios forestales, etc., causa efectos similares, además de disminuir la retención natural de los escurrimientos y acelerar la erosión del suelo. Por otra parte, esto puede ocasionar un mayor caudal instantáneo de escurrimientos superficiales y mayor arrastre de sedimentos, que finalmente se convertirán en azolve de los cauces, mermando su capacidad de conducción, lo que puede ocasionar inundación de algunas zonas aledañas a los mismos. En zonas urbanizadas se pueden presentar daños a la infraestructura como erosión de calles, daño a tuberías de agua, drenaje, e incluso a bienes muebles e inmuebles.



Figura 9.7 Imagen de satélite que muestra la mancha urbana del AMM respecto a la zona de montaña.

9.6 LITERATURA CITADA

Comisión de Agua Potable de Monterrey. 1975. Hidrogeología de la Cuenca Subterránea de Buenos Aires. Estudio del Potencial de las Fuentes de Agua Subterránea de Monterrey.

Conagua. 2007. Reactivación de la red de monitoreo piezométrico del acuífero denominado Cañón del Huajuco, Nuevo León. Estudios y Proyectos en Aguas Subterráneas S.A. de C.V. Pp. 40.

Conagua. 1997. Análisis Geológico Estructural, Geofísico e Hidrogeológico del Cañón de la Huasteca y la Zona de la Cabalgadura, que Permita establecer la Forma de Complementar el Abastecimiento de Agua Potable para la Ciudad de Monterrey. Estudios y Proyectos Moro S.A. de C.V. Pp. 79.

Conagua. 2010. Estudio hidrológico de la cuenca del río Santa Catarina, N.L. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Pp.186.

Conagua. 2011. Estudio de Reactivación de Redes de Monitoreo Piezométrico de los Acuíferos: Campo Jaritas, Campo Durazno y Procesamiento de la Información piezométricas de los Acuíferos Campo Mina y Campo Buenos Aires, en el Estado de Nuevo León. Zona Norte.

Conagua. 2010. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 36 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos de fecha 8 de julio del 2010.Diario Oficial de la Federación Pp.16.

Knisel, W. 1972. Response of Karst Aquifers to Recharge. Hydrology papers Colorado State University. Fort Collins, Colorado, USA Nr. 60. Pp. 48.

Ley de Aguas Nacionales. 1992, última reforma 2012. Diario Oficial de la Federación 106 pp.

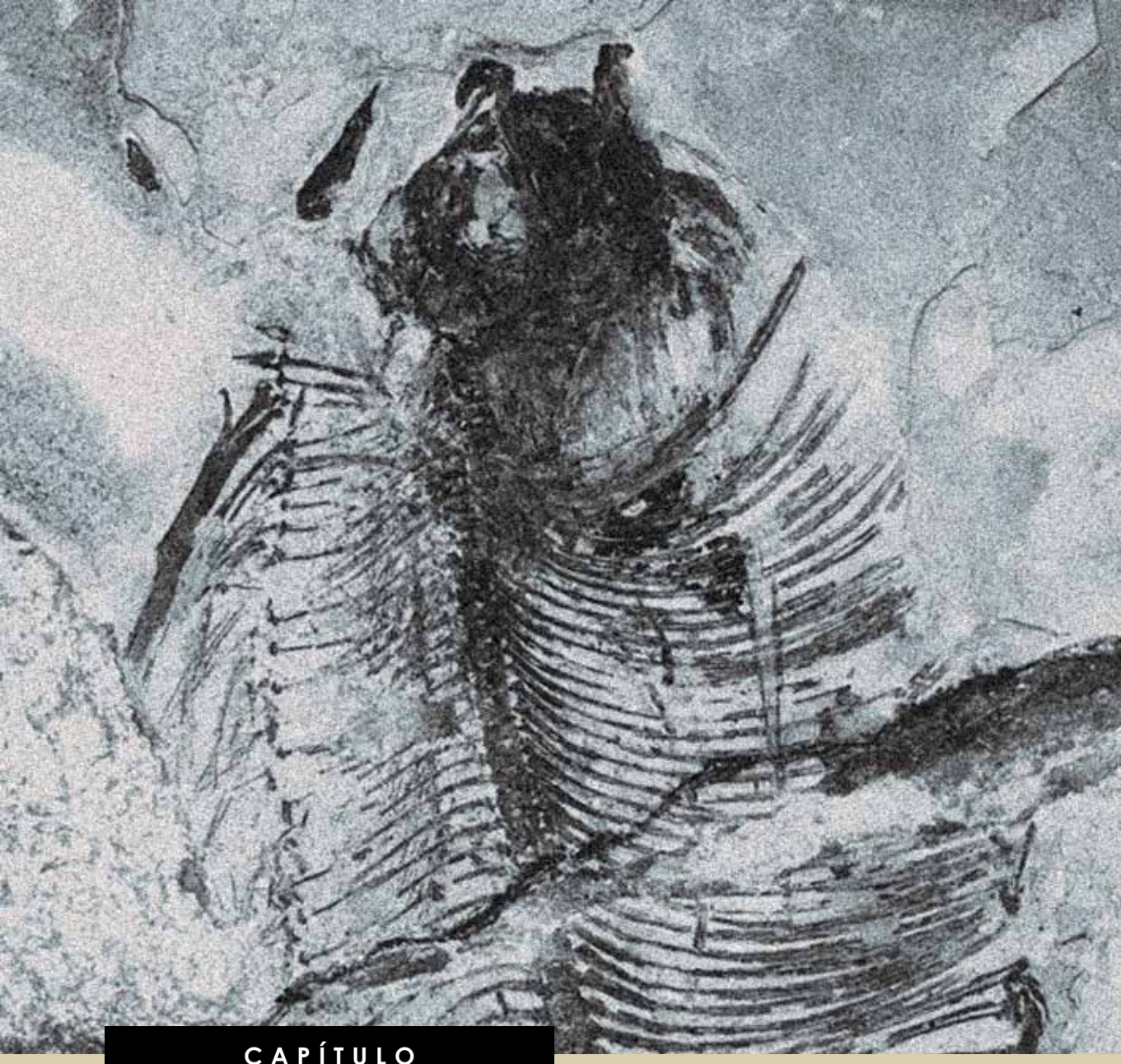
Raisz, E. 1964. Landforms of Mexico. 2nd Edition. Cambridge Mass. USA. (Map at scale about 1:4,000,000 and explanatory text).

SARH-DGZA. 1981. Estudio geohidrológico preliminar de la Zona Citrícola, Nuevo León. Servicios Geológicos, S.A.

Semarnat. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000. Diario Oficial de la Federación 16 pp.

Secretaría de Salud. 2000. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Diario Oficial de la Federación Pp. 8.

Velázquez, L. 1985. Definición del Funcionamiento Hidrogeológico de los Sistemas Cársticos del Área de Monterrey, N.L. Tesis de Licenciatura. Pp. 217.



CAPÍTULO

10

PALEOBIOLOGÍA

José G. López Oliva[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias de la Tierra

Carretera Linares a Cerro Prieto km 8, C.P.
67700, A.P. 104, Linares, N.L.

tloolenator@gmail.com

López-Oliva, J. 2013. Paleobiología, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.),
Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 99-115.

Paleobiología

José Guadalupe López Oliva

10.1 INTRODUCCIÓN

La Paleobiología (Palaios= antiguo; bios= vida; logos= tratado, estudio) permite la identificación, el reconocimiento y el estudio de representantes de organismos, tanto plantas como animales, que existieron en épocas en el pasado. Estos organismos que existieron en el pasado son reconocidos o denominados como fósiles y llegan a formar parte de los sedimentos o acumulaciones rocosas de diferentes épocas durante el desarrollo de la vida en la Tierra. Por lo tanto, la palabra fósil se puede definir de la siguiente manera: son los restos de organismos preservados o generalmente petrificados formando estructuras similares a rocas; muestran restos de animales o plantas que existieron en períodos pasados de la historia de la tierra.

Al no existir contacto con el aire libre, ni con organismos depredadores se propicia la preservación de los organismos completos o de parte de ellos. Las partes de los organismos que normalmente pueden fosilizar son: huesos, dientes, conchas u otras estructuras anatómicas de constitución dura y resistente. Son muy escasos los elementos de constitución suave que se han encontrado fosilizados. En estos se pueden incluir restos de anémonas del Precámbrico (3,800 – 542 ma (ma= millones de años). Sedimentos o estratos con esta antigüedad no existen ni en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), ni en zonas cercanas. En el área del PNCM se han encontrado restos de piel y escamas de peces del Cretácico (145.5 – 65.5 ma), como elementos más antiguos, restos de piel de mamíferos, etc., del Cenozoico (65.5 ma - actualidad) (Figura 10.1).

Existen fósiles que por sus características biológicas y/o morfológicas pueden ser relacionados a grupos que aún existen y otros que no tienen representantes actuales. También se conocen fósiles que son característicos de determinados intervalos de tiempo en las diferentes épocas de la Tierra. Mientras que otros grupos de fósiles con representantes en la actualidad, han sobrevivido a una gran cantidad de eventos geológicos a través de millones de años y se les puede observar viviendo con características muy similares y/o cambios o alteraciones muy tenues en su morfología con respecto a las que tenían sus ancestros. En el caso de aquellos que tuvieron una evolución rápida, estuvieron ampliamente distribuidos y son fáciles de reconocer o identificar, son denominados "fósiles guías", mientras que los que aún viven y que tienen características muy similares o que las comparten con los que vivieron hace millones de años, son denominados "fósiles vivientes" (Figura 10.2).

¿Qué tan antigua o qué tan reciente debe ser la existencia de un organismo para ser considerado un fósil? Se propone una antigüedad mayor a los 10,000 años. Por lo tanto aquellos organismos con una antigüedad mayor a diez mil años son analizados y estudiados por la Paleontología, mientras que los más recientes, menos de 10,000 años, son generalmente estudiados por la Arqueología.

La Paleobiología es un término que abarca a todos los organismos que existieron o han existido desde el inicio de la vida hasta el pasado reciente. ¿Qué tan reciente? No se puede especificar con detalle ya que el término no tiene temporalidad. Por lo tanto, se puede interpretar que la Paleobiología puede abarcar aún hasta los años del pasado más reciente, con esto abarca aún más que la Paleontología.

Este es un término que se ha propuesto como incluyente de la Paleontología y la Arqueología.

Las diferentes comunidades de organismos fósiles dependieron y dependen de las condiciones ambientales predominantes durante sus períodos de vida. Así por ejemplo, aquellos que vivieron en épocas de temperatura templada y de estabilidad global en los procesos de la Tierra, dejaron una mayor cantidad de representantes debido a la radiación o a la mayor cantidad de organismos vivientes debido a las condiciones ambientales favorables. En cambio, aquellos que vivieron durante épocas críticas o de estrechamiento ambiental dejaron una menor cantidad de representantes o inclusive llegaron a extinguirse en su totalidad, dejando evidencias de extinciones mayores.

¿Cómo se pueden saber las condiciones ambientales y de qué manera se pueden interpretar condiciones ambientales favorables o desfavorables para la existencia de los organismos? La respuesta está en las rocas sedimentarias, en las capas o estratos o en los sedimentos que se han acumulado a través de los siglos en los diferentes continentes de manera secular global y simultánea y en los cuales los organismos quedaron fosilizados. Todos los sedimentos y rocas sedimen-



Figura 10.1 Escala del tiempo geológico y su relación con el calendario romano. Modificada de: Brusi *et al.* (1995); International Commission Union on Stratigraphy (2012).

tarias que se han analizado presentan características y contenido faunístico similar en diferentes niveles y lapsos de tiempo, lo que permite llevar a cabo correlaciones a nivel local, regional y global, y por lo tanto, establecer secuencias de organismos, sus abundancias o sus extinciones en las diferentes zonas y en los diferentes periodos o épocas.

Procesos de extinción se presentan en forma global, regional y local en diferentes épocas (Figura 10.3) y períodos. Estos eventos sugieren inestabilidad de ambientes globales a microambientes en un plano local. Una extinción global que se puede mencionar como ejemplo, es la que sucedió hace 245 ma, durante la transición del Paleozoico (palaios= antiguo, zoon= animal=, 540 – 245 ma, antes de nuestro tiempo), al Mesozoico (mesos= medio, zoon= animal, 245 – 65 ma) o más detalladamente durante la transición del Pérmico al Triásico (P/T) sucedida hace 245 ma (Figura 10.3). En esta transición se sabe que sucedió una extinción mayor llegando a desaparecer de un 90 a un 95% de los organismos y una extinción de un 50% de las familias existentes (Figura 10.3). Las causas no se han reconocido con toda precisión debido a que las evidencias son escasas y en gran parte se han perdido por el paso del tiempo. Se han propuesto diferentes teorías como el impacto de un meteorito de grandes dimensiones, un volcanismo de tipo explosivo que se llevó a cabo principalmente en la Siberia, un efecto de congelamiento global y consecuentemente un enfriamiento global, un descenso del nivel del mar y otras causas factibles.

Han ocurrido más extinciones en la historia de la vida en la Tierra, unas de menor grado con menos cantidad de organismos y menor intensidad, así como

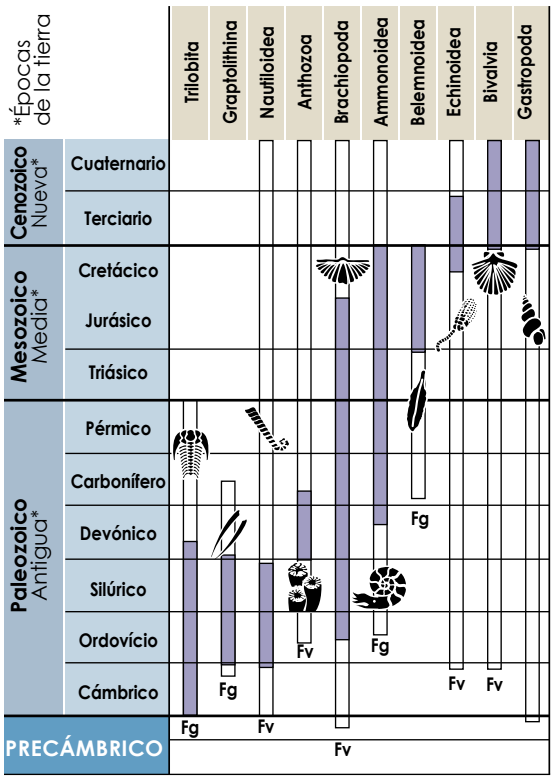


Figura 10.2 Distribución temporal de los fósiles guías más importantes. **Fg=** fósiles guías, **Fv=** fósiles vivientes. Modificada de Ziegler (1980).

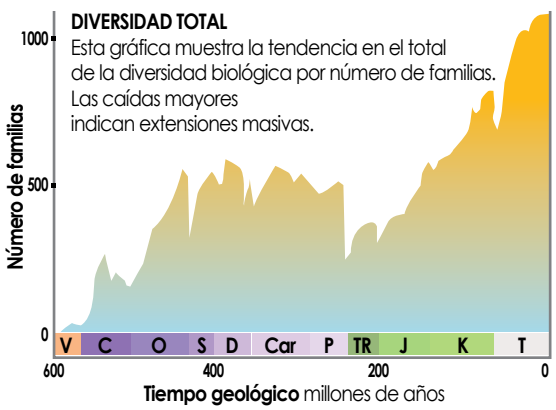


Figura 10.3 Diversidad total faunística por número de familias a partir del Cámbrico. Tomada y modificada de Sepkoski (1993).

otras de cantidad considerable, como la extinción del Cretácico-Terciario (K/T), que abarcó aproximadamente de un 65 a un 70% de los organismos con una extinción de más de 600 familias (Figura 10.3). Este evento de extinción ocurrió de forma global hace aproximadamente 65 ma. Estas extinciones del P/T y la del K/T son consideradas las más severas y que realmente pusieron la vida en la Tierra en una situación crítica a punto de su desaparición. Esto no es raro, en el sistema planetario se sabe de la existencia de vida microscópica en otros planetas que se extinguió en esa etapa incipiente y sólo se conocen sus evidencias por los restos descubiertos en fragmentos rocosos de meteoritos que llegaron a la corteza de la Tierra de forma casual. El mismo origen de la vida en la Tierra se asocia según una teoría, a la llegada de restos orgánicos a nuestro planeta provenientes de algún lugar en el espacio sideral; a esta teoría se le conoce con el nombre de Panspermia y se ha visto reforzada por los descubrimientos continuos de restos orgánicos, bacterias y otros microorganismos fósiles en fragmentos de meteoritos muy similares a las evidencias encontradas en la Tierra, como el caso de las estructuras parecidas a restos de bacterias y conocidas con el nombre de *Isuasphera gottlobensis*, con una edad de aproximadamente 3,800 ma, encontradas en rocas del suroeste de Groenlandia.

En este capítulo se hace hincapié en los organismos que se han encontrado en las rocas de las Formaciones geológicas que se encuentran en el PNCM o en otras de zonas adyacentes pero que tienen la misma edad o muy similar. Es importante mencionar que el nombre Formación, en el sentido geológico, se refiere a una secuencia de sedimentos o estratos con características litológicas y/o faunísticas bien distintivas y muy similares entre sí que permiten ser cartografiadas en una escala 1:10,000. Además, pueden ser claramente ordenadas en paquetes rocosos diferenciables de las que están en la base y de las que se observan en el techo de una determinada secuencia sedimentaria.

En el presente estudio, se enfatiza en las Formaciones y las diferentes rocas que son la parte rocosa desde la base hasta el techo del PNCM. Obviamente, las Formaciones geológicas que se observan en esta zona comparten características con otras del mismo tiempo en otras zonas a nivel local, regional y global; por lo tanto, restos de organismos o fósiles que han sido encontrados en otras partes, pueden llegar a ser descubiertos también en la zona del PNCM. Estas Formaciones y su contenido faunístico que van desde el Jurásico Tardío hasta el Cuaternario (Figura 10.4), se han analizado, investigado en Tesis de diferentes niveles y publicado en revistas científicas o se han

mostrado en diferentes foros tanto nacionales como internacionales. Es de esperar que aún exista una gran cantidad de fósiles y sus restos que aún están cubiertos por sedimentos pero que con el paso del tiempo irán siendo descubiertos ya sea por geocientíficos o personas aficionadas a la Paleontología. En este proceso de búsqueda se incluyen investigadores de disciplinas diferentes, Paleontólogos, Paleobiólogos, Biólogos y el invaluable apoyo de los aficionados a la Paleontogía de todas partes del mundo, quienes con un afán incansable de conocer y permitir identificar los seres u organismos que nos precedieron en esta vida, dedican su esfuerzo físico y económico en aras de nuevos conocimientos paleontológicos y paleobiológicos.

Las rocas que forman el PNCM corresponden geológicamente al Mesozoico (245 – 65 ma) y Cenozoico (65 ma – actualidad), exceptuando la base del Mesozoico el denominado Período Triásico (Figura 10.4). Este Período no se presenta en lugares incluidos dentro del PNCM, por lo tanto se enfocará en lo sucesivo en los organismos fósiles o la Paleobiología del Jurásico (195 – 136 ma), Cretácico (136 – 65 ma), Terciario (65.5 – 2.3 ma) y Cuaternario (2.3 ma - actualidad) (Figura 10.4).

El PNCM exhibe en su base, rocas correspondientes al período Jurásico, en particular correspondientes al Jurásico Tardío (Figura 10.5). En las partes más prominentes o montañosas, se observan las rocas del Cretácico y de manera muy local, en los valles o áreas más deprimidas el Terciario. También se acumularon sedimentos correspondientes al Cuaternario, (en especial en los lechos y márgenes de ríos y arroyos pero además en algunos valles), en el que se ha encontrado una riqueza muy abundante de organismos y restos de ellos en especial de vertebrados. Además, las Formaciones cretácicas resaltan las montañas que marcan el paisaje general y que predominan en todo el PNCM. Estas prominentes Formaciones rocosas se depositaron durante el Cretácico. En especial las montañas correspondientes a la Formación Cupido, que se depositaron durante el lapso o mejor denominado desde el Piso Hauteriviano Tardío al Aptiano Tardío del Cerro de la Silla y la "M" en el PNCM.

Se debe mencionar que la Paleobiología y la Paleontología dependen totalmente de los procesos geológicos tanto para los procesos de fosilización como la preservación de los restos de organismos que vivieron en el pasado remoto. Por lo tanto, es sumamente importante que se conozcan las características o componentes litológicos que definen una Formación, aunque sea de manera general. Una sobrevista la ofrecen las columnas estratigráficas o litológicas de las Figuras 10.4 y 10.5.

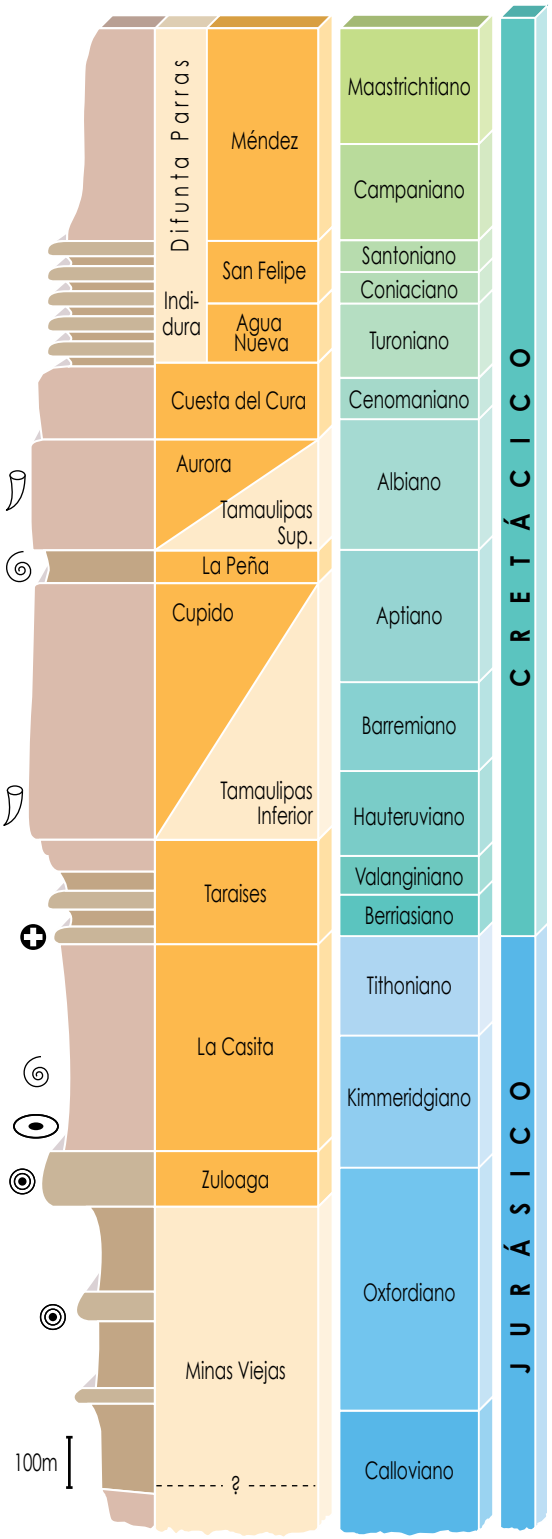


Figura 10.4 Columna estratigráfica para la Sierra Madre Oriental. La parte marcada en rojo indica las Formaciones presentes en el área del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Modificado de Michalzik (1988); Medina-Pedraza (2012).

10.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS DEL PNCM

FORMACIÓN MINAS VIEJAS (Jurásico Tardío; Calloviano-Oxfordiano)

La Fm. Minas Viejas (Figura 10.5) básicamente muestra sedimentos de evaporitas, es decir, de depósitos de sulfatos relacionados a procesos de evaporación en zonas con un alto grado de aridez y transicionales entre continente y mar. Son principalmente depósitos de anhidrita, halita, yeso, etc. En esta Formación, prácticamente no se ha encontrado ni flora ni fauna, debido precisamente a la forma de acumulación de estos sedimentos denominados: sedimentos evaporíticos. Únicamente, se pueden encontrar unos pocos restos de algas o muy escasos organismos planctónicos debido a su modo de vida que en forma flotante son llevados por las corrientes de marea a las cuencas de depósito marginal o a las zonas de lagunas alejadas del constante aporte marino.

FORMACIÓN ZULOAGA (Jurásico Tardío; Kimmeridgiano)

La Formación Zuloaga (Figura 10.5) es una secuencia de sedimentos que muestra una serie de eventos de movimientos del nivel del mar, predominando una depositación muy somera. Se pueden encontrar secuencias de estratos con estromatolitos, alternando con secuencias de fragmentos rocosos, restos de evaporitas y una clara predominancia de estructuras redondeadas u ovaladas generalmente producto de la depositación afectada por corrientes de marea y/o de costa. Estas estructuras en los estratos de la Formación Zuloaga (Figuras 10.5 y 10.6), denominadas, de manera general, ooides, incluyen pellets o heces fecales de microorganismos invertebrados., que vivieron en la zona de costa. Además, existen estructuras que muestran un núcleo envuelto por finas laminaciones reconocidas como restos de algas filamentosas y conocidas como oncoides o pisoides dependiendo del tamaño o el diámetro. Éstas, varían en tamaño y sugieren zonas de depositación muy somera, es decir, de unos cuantos metros y redondeadas por efecto de transporte por oleaje.

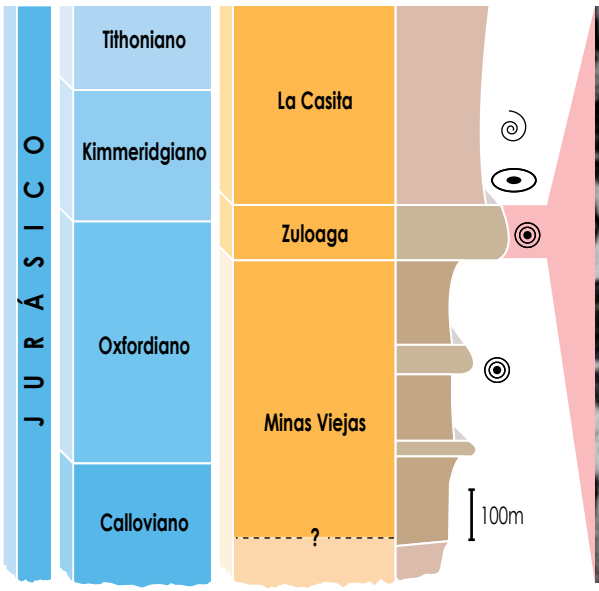


Figura 10.5 Columna estratigráfica para el Jurásico Tardío del Noreste de México. La parte marcada en naranja muestra las Formaciones presentes en el área del PNCM. Modificado de Medina-Pedraza (2012).

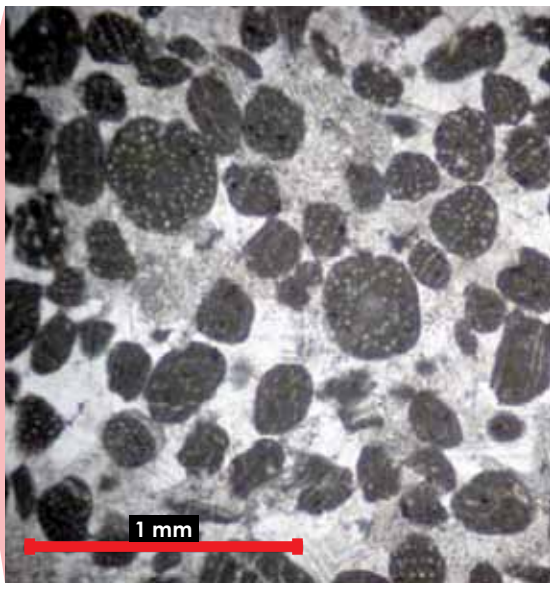


Figura 10.6 Pellets de *Favreina* sp. Formación Zuloaga Jurásico Tardío. Producidos por la acción defecante de decápodos en zonas costeras. (La barra es equivalente a 1 mm). Tomada de Velasco-Segura (2005)

FORMACIÓN LA CASITA (Jurásico Tardío; Kimmeridgiano-Tithoniano)

La Formación La Casita (Figuras 10.4 y 10.5), está conformada principalmente por sedimentos preponderantemente arcillosos producto de la acumulación de los sedimentos en zonas relativamente profundas, es decir, en la zona de plataforma externa y en algunos casos en talud interno. Esta Formación presenta una flora un tanto escasa pero una microfauna y fauna de invertebrados y vertebrados, considerablemente abundante y muy significativa. La microfauna está principalmente compuesta por organismos unicelulares planctónicos. Estos microfósiles predominantes son los radiolarios y un grupo ya desaparecido, denominado Calpionélidos (Figura 10.7) que son importantes marcadores estratigráficos y una herramienta muy importante para definir el límite bioestratigráfico entre el Jurásico Tardío y el Cretácico Temprano (J/K) o bien, entre el Tithoniano y el Berriasiano. Estos microfósiles están ampliamente distribuidos en el globo terráqueo y han permitido obtener una definición o un excelente control bioestratigráfico del límite J/K.

Además de estos microfósiles, los calpionélidos, se han encontrado invertebrados especialmente amonites, belemnites y lamelibranquiados y algunos vertebrados como es el caso de ictiosaurios cuyos restos se encontraron en sedimentos de la Fm. La Casita en Galeana (Schumann, 1987), y Potrero Chico, Hidalgo N.L.

Una característica muy notoria es la abundancia de concreciones (Figura 10.9). Estas concreciones son estructuras de forma ovalada a esférica, compuestas por sedimentos diferentes a las arcillas que caracterizan a la Formación La Casita. Estas tienen amonites (Figuras 10.10), restos de otros fósiles o fragmentos rocosos que son el núcleo que muestran las concreciones. Esta Formación, además de lo mencionado anteriormente, tiene elementos florísticos aún sin determinar y una rica variedad faunística en especial de animales vertebrados. Entre ellos se pueden mencionar, peces, ictiosaurios y reptiles marinos. Entre estos reptiles se han rescatado fragmentos óseos de pliosaurios en especial del pliosaurio difundido en el mundo con el nombre de "Monstruo de Aramberri". Se calculó que este reptil marino, único en el mundo llegó a medir de 15 a 18 metros de longitud y pudo tener un peso de alrededor de 50 toneladas. Restos de pliosaurios similares se encontraron en las cercanías de Galeana e Iturbide, N.L. (Buchy *et al.,* 2006). Además, se han encontrado restos y/o fragmentos de vértebras de ictiosaurios como los encontrados en la zona del Potrero Chico, en Hidalgo, N.L.

En el estado de Coahuila en especial al sur de Saltillo, se han encontrado también restos de cocodrilos y otros reptiles. En otras zonas de la República Mexicana se han descubierto restos de cocodrilos (Frey *et. al.,* 2002), que son únicos en su especie y género. Finalmente, se debe mencionar que día a día, se presentan nuevos restos de organismos, muchos de los cuales son nuevas especies, pero aún faltan muchos por descubrir. Según estimaciones de algunos investigadores, hasta la actualidad, únicamente se ha descubierto un 10% o menos de la fauna potencial de desentrañar de los estratos jurásicos no sólo del norte de México sino de toda la república, e inclusive, del mundo. Un objetivo de los investigadores debe ser motivar a los aficionados a la Paleontología a que reporten los hallazgos que ellos realizan en sus caminatas. Desafortunadamente, en México no existen apoyos económicos accesibles, como sucede en otros países, entre ellos Alemania, España, Francia e Inglaterra, que fomenten este tipo de actividades a manera de estímulos o financiamientos directos a los investigadores y aficionados.

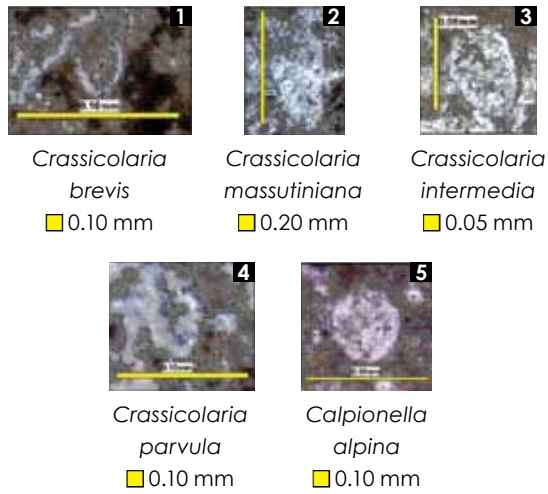


Figura 10.7 Especies índice de Calpionélidos. Jurásico Tardío. **Simbología:** ■ Escala



Figura 10.8 Concreción Característica de la Fm. La Casita con un amonite como núcleo.

FORMACIONES TARAISES, CUPIDO Y LA PEÑA.

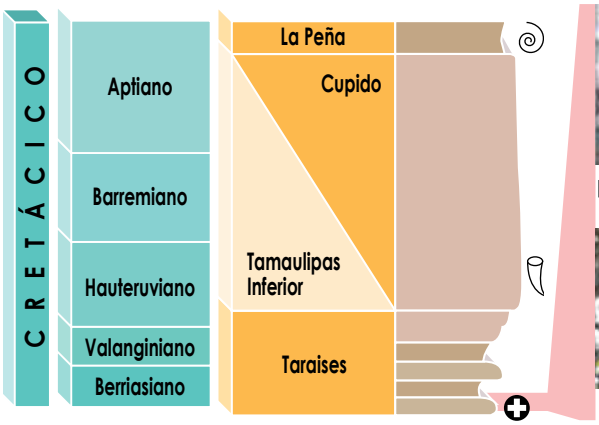


Figura 10.9 Columna litológica del Cretácico Temprano, del PNCM (Sin Escala).

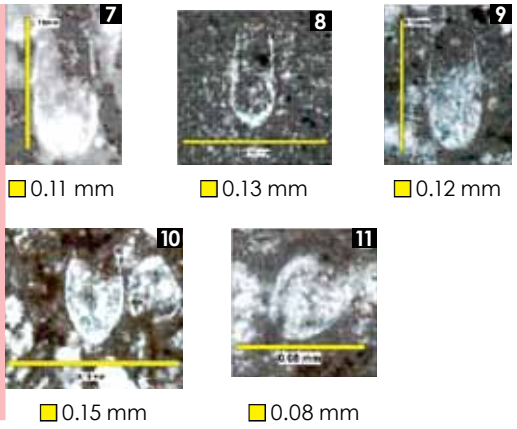


Figura 10.10
7) *Calpionellopsis simplex*,
8) *C. oblonga*, 9) *Tintinnopsella oblonga*,
10) *T. Carpathica*, 11) *Lorenziella hungarica*.
Tomada de Santana-Salas *et al.* (2011).

FORMACIÓN TARAISES (Cretácico Temprano: Berriasiano - Hauteriviano Medio)

Se agrupan estas tres Formaciones: Taraises, Cupido y La Peña, correspondientes al Cretácico Temprano, debido principalmente a que los grupos fósiles que se han encontrado, corresponden principalmente a microfósiles en la Fm. Taraises y algunos invertebrados, como es el caso de los pelecípodos conocidos como rudistas, en la Fm. Cupido. Este nombre se ha utilizado para estos organismos, debido principalmente a su apariencia.

Los sedimentos de la Formación Taraises básicamente contienen elementos unicelulares o microorganismos muy típicos de la transición Jurásico-Cretácico, es decir los calpionélidos (Figuras 10.9 y 10.10). Al encontrar ciertas especies ya se tiene la certeza de que los sedimentos corresponden al Jurásico Tardío o bien al Cretácico Temprano.

FORMACIÓN CUPIDO (Cretácico: Hauteriviano Medio-Aptiano)

La Fm. Cupido está principalmente compuesta por bancos calcáreos pseudoestratificados a estratos masivos de carbonato de calcio (Figura 10.9). Esta secuencia ha sido interpretada como un "arrecife" pero un arrecife de rudistas. Este grupo de moluscos fue muy abundante durante el Cretácico Temprano al Tardío, especialmente en la parte final del Cretácico Temprano. Estos organismos invertebrados de dos valvas, llegaron a formar montículos por la enorme cantidad de organismos que aun siendo no formadores de colonias llegaron a dejar estructuras similares a arrecifes. Se debe mencionar que en esta Formación, el término arrecife es en cierta forma incorrecto pues no existen los corales suficientes como para llegar a formar el andamio o estructura de crecimiento base típica de los verdaderos arrecifes. En otras palabras la gran cantidad de moluscos rudistas formaron "bioformaciones" o "biohermas" similares a arrecifes.

FORMACIÓN LA PEÑA (Cretácico: Albiano Temprano)

La Formación la Peña (Figura 10.9), está representada por una secuencia de estratos de calizas que alternan con argilitas y ocasionalmente limolitas. Esta Fm., ha aportado fauna característica de profundidades considerables, incluyendo un grupo de microfósiles parientes de los calpionélidos. Este grupo denominado colomiélidos fue muy abundante y con una amplia distribución a nivel global por lo que ha sido posible realizar correlaciones litológicas y temporales con otras zonas del globo. Además de estos microfósiles unicelulares, se han encontrado amonites que de la misma manera que el grupo anterior, fueron muy abundantes y permitieron llevar a cabo correlaciones a nivel global.

FORMACIONES AURORA, CUESTA DEL CURA Y AGUA NUEVA

FORMACIÓN AURORA (Cretácico: Albiano Medio Tardío)

Esta Formación (Figura 10.11), se identifica por la alternancia de bancos o estratos de calizas con un espesor variable entre 20 y 50 cm y estratos de argilitas a margas en un espesor de 5 a 10 cm. En general, muestra un contenido de rudistas relativamente escaso pero en los bancos en los que se presentan, están bien definidos y bien preservados, debido a las características litológicas de grano fino o micritas que permiten una excelente preservación de estos moluscos, aunque escasos pero presentes. Asimismo, se pueden observar microfósiles que llegan a ser muy abundantes y en muchos casos claramente visibles a simple vista. Estos microfósiles identificados como hedbergélidos son muy abundantes por lo que son claramente diferenciables o reconocibles. Pertenecen a los denominados foraminíferos planctónicos y estuvieron ampliamente distribuidos en el globo terráqueo a partir del Albiano Temprano, en el Cretácico Temprano terminal. Estos bancos de manera similar a los de la Fm. Cupido también llegan a formar paquetes muy densos y resistentes a la erosión de tal manera que son claramente visibles formando parte de las cúspides de los cerros. Este es el caso del Cerro de la Silla, símbolo de Monterrey y de la "M", emblema de Monterrey.

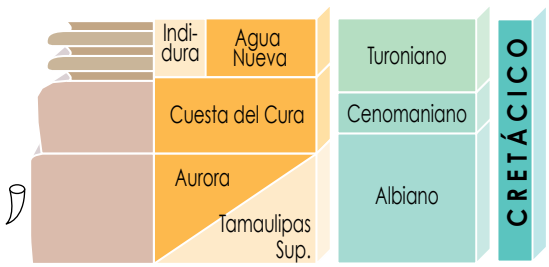


Figura 10.11 Formaciones Aurora, Cuesta del Cura y Agua Nueva. (Sin Escala).

FORMACIÓN CUESTA DEL CURA (Cretácico: Cenomaniano-Turoniano Medio)

La Fm. Cuesta del Cura (Figura 10.11) está compuesta por una alternancia de estratos calcáreos de espesor delgado de unos 5 a 10 cm de espesor, con capas de argilitas de espesor delgado unos 3 a 7 cm. Esta Formación ha sido interpretada como una secuencia de sedimentos acumulados en grandes profundidades del mar del Cretácico, que en esa época cubría toda la superficie de Nuevo León. De esta Formación no se han logrado encontrar evidencias paleobiológicas suficientes, más bien debido a que no ha sido estudiada con detalle. Sin embargo, los microorganismos que son los más abundantes son los radiolarios precisamente debido a las condiciones de profundidad de sedimentación y litogénesis.

FORMACIÓN AGUA NUEVA (Cretácico: Turoniano Medio-Coniaciano)

La Formación Agua Nueva (Figura 10.11) está marcada litológicamente por calizas margosas a margas con espesores de unos 2 a 10 cm y con intercalaciones de argilitas o rocas arcillosas en capas de 2 a 4 cm de espesor variante. Las calizas, debido a las arcillas que contienen, presentan una propiedad muy especial. Al golpearlas lateralmente se separan en capas más delgadas sin fragmentarse en pedazos. Esta característica ha permitido que se le dé el nombre de calizas litográficas. Este término fue acuñado en Alemania pues fueron utilizadas para imprimir textos cuando la industria de la imprenta recién iniciaba su desarrollo a mediados del siglo XVI.

Esta característica de fisibilidad ha permitido que los organismos que vivieron en las cuencas del Turoniano al Cenomaniano y que quedaron atrapados entre los sedimentos, se conservaran en un estado excelente. De esta manera, se ha rescatado una sorprendente cantidad de peces y otros organismos vertebrados e invertebrados en diferentes zonas entre las que se puede mencionar Monterrey, en la zona de las partes altas de San Gerónimo; en Vallecillo, N.L. (Figuras 10.12 y 10.13), en Xilitla, San Luis Potosí, en San Nicolás, Tamaulipas, (Santana-Salas, 2012), al noreste de Cd. Victoria, por mencionar algunos.

En especial se menciona Alemania ya que ahí se originó el término calizas litográficas y yacimientos fosilíferos o mejor conocidos como "Laggerstätten". Este último término se aplica a los afloramientos rocosos que presentan una fauna paleobiológicamente especial. Dado su excelente estado de preservación, se han identificado escamas, líneas laterales, vísceras y bolo

alimenticio en intestinos, además de otras estructuras anatómicas en ejemplares de peces de Monterrey y Vallecillo.

Además de los vertebrados antes mencionados, también se han rescatado tortugas (Figura 10.13), reptiles (relacionados a las anguilas) (Figuras 10.14 y 10.15), amonites (Figura 10.16), conchas de pelecípodos (almejas y gasterópodos (caracoles) (Figura 10.17).

De acuerdo a las condiciones predominantes y la interpretación basada en las evidencias de los sedimentos, los microfósiles y consecuentemente las microfacies, se ha interpretado un ambiente de cuenca común para las diferentes zonas, con características de someridad y de baja energía de corriente y localmente ambiente anóxico a disóxico carente de organismos descomponedores tanto aeróbicos como anaeróbicos.

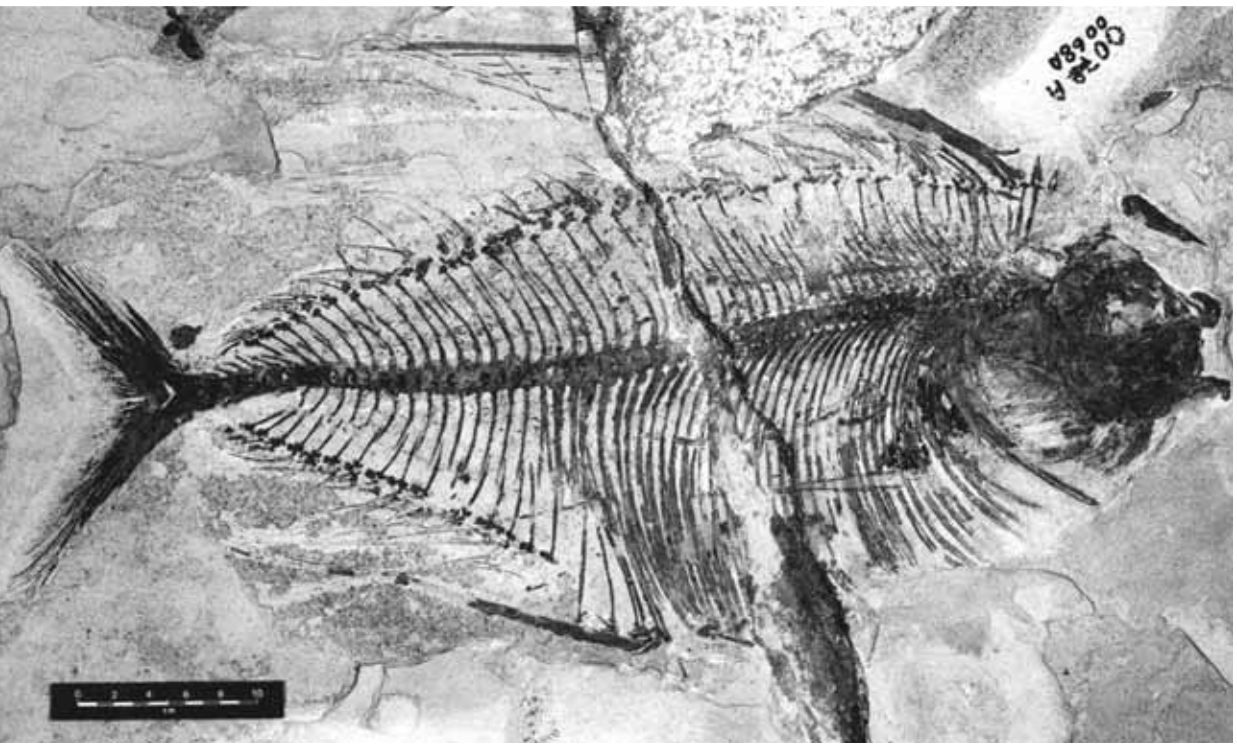


Figura 10.12 *Tselfatia formosa*. Clave FCT-068. Barra de escala: 100 mm. Tomada de Blanco *et al,* (2002); Blanco (2003).



Figura 10.13 Representante del Orden Chelonia. Tomada de Blanco *et al.* (2002); Blanco (2003).

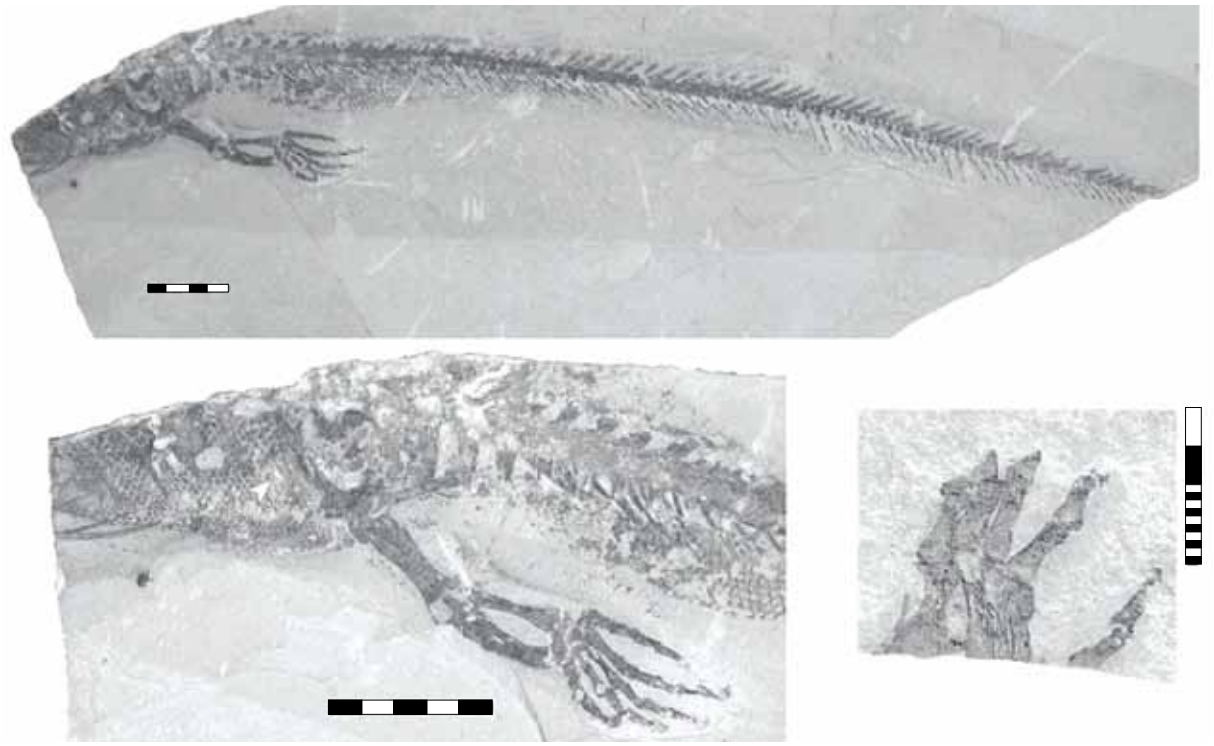


Figura 10.14 Aigialosaurio (anguilomorfo) (UANL-FCT-R27) de Vallecillo, N.L. Escala en la foto = 50 mm). Nótese el tejido suave preservado en la cola. Tomada de Buchy y Smith (2005); Smith y Buchy (2008).

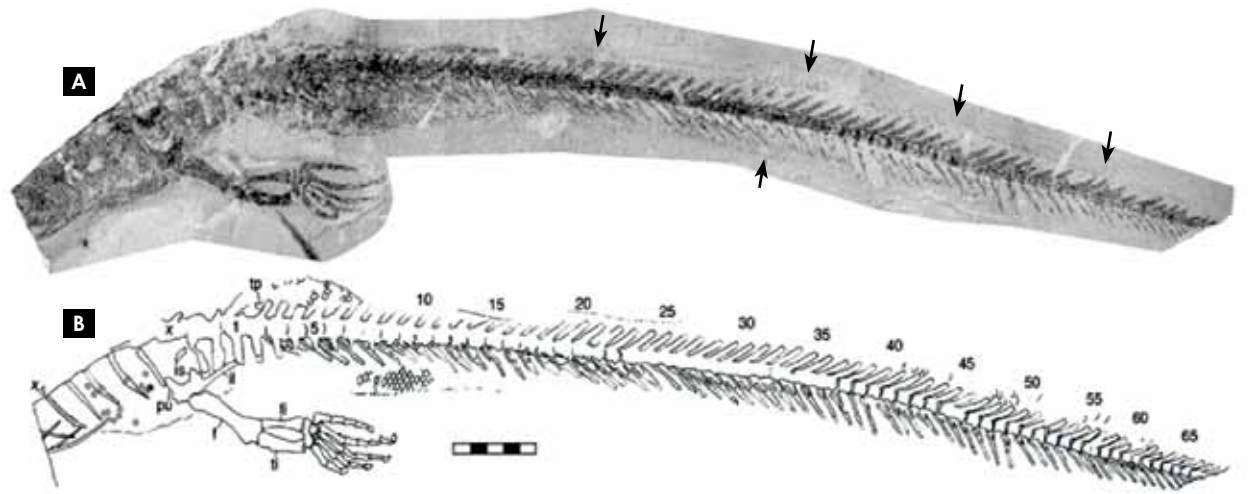


Figura 10.15 A) Fotografía del anguilomorfo de Vallecillo, N.L. B) Esquema interpretado a partir del original. Holotipo de *Vallecillosaurus donroberti,* nuevo. género y nueva especie.
Las flechas sobre las vértebras delinean margen dorsal bien preservado del aigialosaurio.
Tomada de Buchy y Smith (2005); Smith y Buchy (2008).

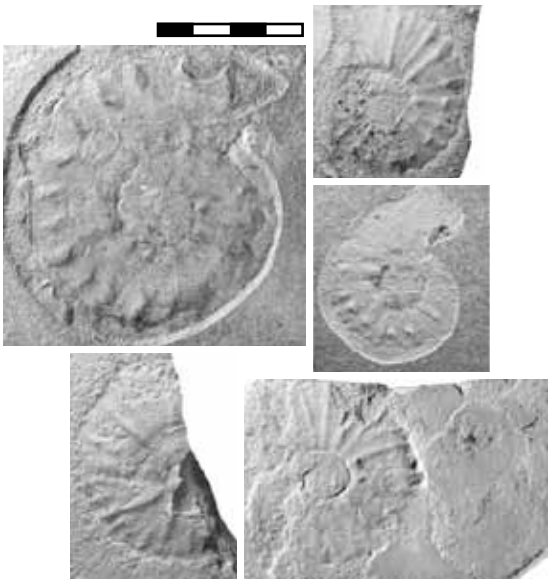


Figura 10.16 A-C, *Watinoceras coloradoense*, UANL-FCT-VC 542, VC555 y VC563. D, E. *Quitmaniceras reaseri,* UANL-FCT-VC585 y 583. Todos x1. Barra escala 5 cm. Tomadas de Blanco (2003).

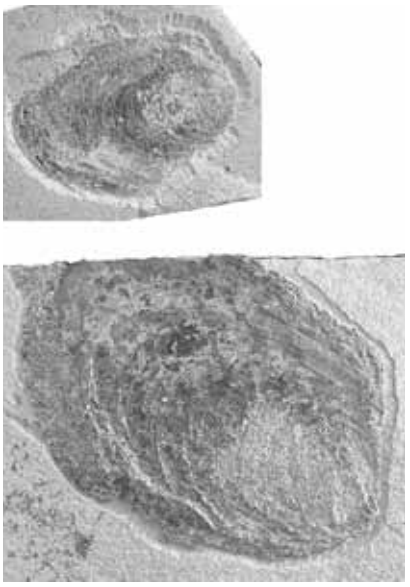


Figura 10.17 Moluscos pelecípodos. a) *Mytiloides hattini* UANL-FCT-VC934. b) *Mytiloides puebloensis*. UANL-FCT182. Todas x0.75. Tomadas de Blanco (2003).

Desafortunadamente, por falta de espacio no se puede agregar más material gráfico de la gran cantidad de fósiles animales que se han rescatado de los diferentes afloramientos de la Formación Agua Nueva. Tanto los estratos o sedimentos de esta Formación como los del Cuaternario han sido, hasta la actualidad, los que mayor cantidad de representantes de los vertebrados han aportado. En todo caso, de haber personas interesadas en conocer más la fauna fósil rescatada de los diferentes afloramientos cuaternarios de Nuevo León, se pueden dirigir a las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, en la Hacienda Guadalupe, Linares, N.L. Se reciben visitas que son guiadas por el personal de la misma institución, previa solicitud dirigida a las autoridades administrativas. Estas visitas se enfocan en especial a escuelas, preprimarias, primarias, secundarias, preparatorias y universidades, de igual manera, a asociaciones de paleontólogos aficionados o a otras instituciones interesadas en conocer la Paleobiología de nuestro estado, en general, y del PNCM, en particular.

FORMACIÓN SAN FELIPE (Cretácico: Santoniano-Campaniano Medio)

Esta Formación muestra una alternancia de rocas y/o estratos muy diferentes entre sí las cuales comprenden desde margas, calizas, areniscas, argilitas, limolitas y algo muy particular, bancos o estratos de color verde. Este color verde es debido a que cenizas de tipo bentonita son bien identificables. Estas bentonitas habían sido interpretadas como bancos de glauconita, un mineral característico de zonas marinas de plataforma externa, por su zona de formación. Sin embargo, estudios más recientes indican que se trata de cenizas volcánicas ampliamente distribuidas y que sirven como horizontes guías o de referencia geológica en correlaciones geocronológicas o sincronismos.

Litológicamente, esta Formación indica una etapa de inestabilidad geológica a nivel regional en nuestro país. Se sugiere que esta inestabilidad estuvo asociada a eventos de trascendencia global entre ellos la apertura final del Atlántico sur durante la separación definitiva de Sudamérica y África. Estos eventos fueron por poco tiempo, geológicamente hablando, precursores de la tectogenia laramídica en nuestro país con lo que prácticamente iniciaría la formación de la Sierra Madre Oriental, en donde se ubica el PNCM. Este proceso de formación de las montañas tardó unos 80 millones de años, desde el Maastrichtiano Tardío al Eoceno Temprano (Padilla y Sánchez, 1982), hasta terminar con la imagen muy similar a lo que actualmente conocemos.

Los estudios realizados no han aportado fauna diversa incluyendo vertebrados y sólo prácticamente un grupo de almejas o pelecípodos fueron los predominantes (inocerámidos en especial *Innoceramus labiatus)*.

FORMACIÓN MÉNDEZ (Cretácico: Campaniano Medio-Maastrichtiano)

Con la depositación de esta Formación (Figura 10.18) terminó el período Cretácico. Las margas que caracterizan a esta Formación fueron acumuladas en una profundidad de entre 400 y 600 m. Este fue un final de período de alto riesgo como podría ser denominado, debido a que sucedieron eventos muy importantes que afectaron marcadamente la Paleobiología del Cretácico Tardío. Se ha propuesto que al final de esta etapa un meteorito de aproximadamente 10 km de diámetro se impactó contra la faz de la Tierra en la plataforma de Yucatán (Alvarez *et al.,* 1980; Alvarez *et. al.,* 1992), teniendo como centro el pueblo de Chicxulub. El impacto dejó como evidencia un cráter de unos 180 km de diámetro y ocasionó la extinción instantánea y masiva de aproximadamente 65 a 70% de los organismos. También se ha propuesto que una serie de eventos incluyendo el impacto del meteorito, unos 500 mil años antes del final del Cretácico, fueron diezmando gradualmente el ambiente y consecuentemente, los organismos empezaron a desaparecer de manera gradual (López-Oliva, 1996). Entre estos eventos, hubo volcanismo en la zona de la India que ha sido denominado como las Deccan Traps (Trampas del Deccan). Este volcanismo de tipo explosivo debió haber arrojado una enorme cantidad de cenizas a la atmósfera que llegaron a bloquear los rayos del sol provocando un enfriamiento de la corteza terrestre y un periodo afótico que detuvo los procesos fotosintéticos y con ello la desaparición de una gran cantidad de plantas. Consecuencia de esto, muchos organismos de alimentación herbívora desaparecieron y como resultado muchos organismos carnívoros también desaparecieron. Además de esta interrupción de la fotosíntesis hubo una serie de variaciones del nivel del mar, hubo enfriamiento y calentamiento alternante, que sin duda ocasionaron grandes pérdidas de organismos en todos los niveles taxonómicos.

Se debe mencionar que los sedimentos asociados a la transición del Cretácico/ Terciario, bien conocida como la transición del K/T, no están presentes en las Formaciones del PNCM debido a procesos de erosión y transporte durante la formación de la SMO. Sin embargo, en zonas paralelas a la SMO y a lo largo de ella, sí se han encontrado evidencias asociadas a este impacto sucedido hace unos 65 ma. Los sedimentos "exóticos" del KT, así como la microfauna analizada, como son los foraminíferos planctónicos (Figura 10.19), no indican una extinción masiva rápida e instantánea, como ha sido sugerida por los impactistas, más bien esta extinción fue gradual y empezó unos 500 mil años antes del límite del Cretácico (López-Oliva, 1996). No sólo eso, sino que también los otros eventos participaron para hacer más dramática la extinción. Resumiendo, esta extinción junto con la del Permo-Trias son las que en verdad pusieron en alto riesgo la existencia de la vida en la Tierra.

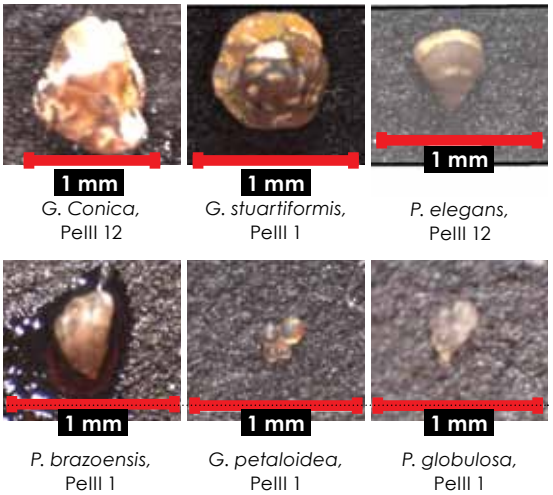


Figura 10.18 Foraminíferos planctónicos del Maastrichtiano Tardío, Formación Méndez. Tomada de Solís-Aguilar (2007).

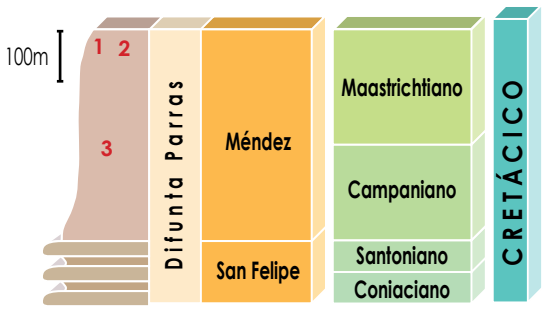


Figura 10.19 Formación San Felipe y Formación Méndez.
Posición aproximada de los fósiles descubiertos:
Figura 10.20 Foraminíferos planctónicos **(1)**
Figura 10.21 Amonites (**2**)
Figura 10.22 Mosasáuridos (**3**)

Entre la fauna del Maastrichtiano que se ha logrado reconocer se pueden mencionar, foraminíferos planctónicos (Figura 10.19), amonites (Figura 10.20), mosasáuridos (Figura 10.21). Nuevamente, se debe hacer mención que los fósiles que se han rescatado, son de otras zonas vecinas a las SMO y al PNCM, por lo que no es de descartar la posibilidad de encontrarlos también en los sedimentos de la Formación Méndez del PNCM (Figuras 10.20-10.24).

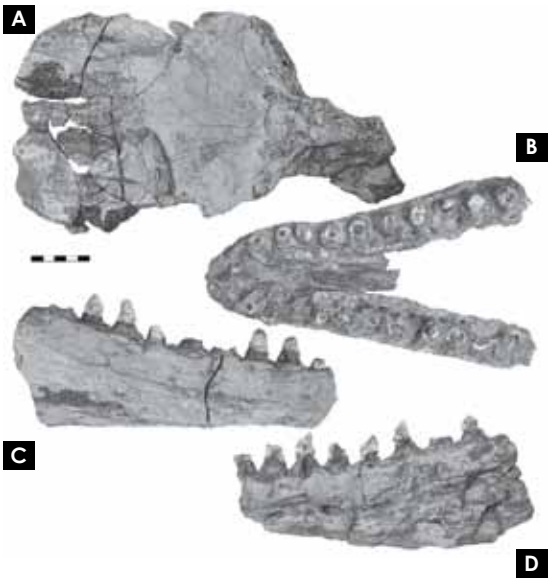


Figura 10.24 Mosasáurido no determinado (UANL-FCT-R4) de Linares, N.L.
A Parte occipital del cráneo en vista dorsal;
B Unidad maxilar-premaxilar en vista ventral;
C Porción preservada de la mandíbula inferior lado anterior derecho en vista lateral;
D Porción preservada de la mandíbula inferior lado anterior izquierdo en vista lateral.
La barra de escala = 50mm. Tomada de Buchy, *et al. (*2007).

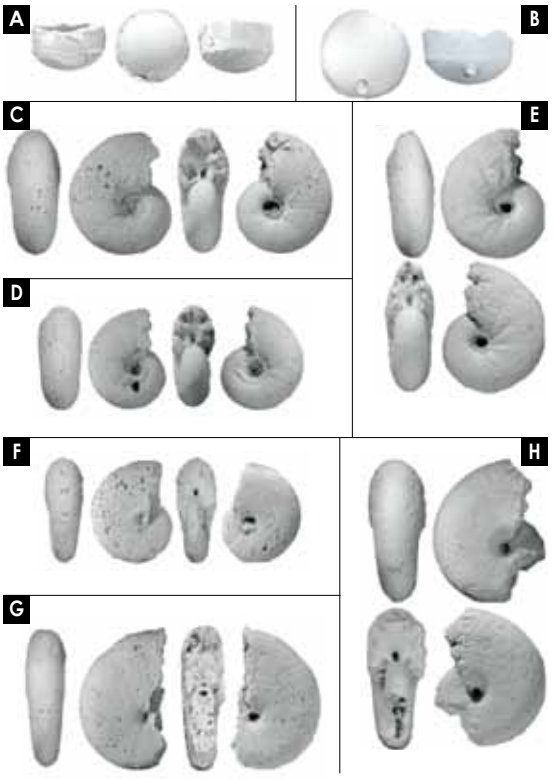


Figura 10.23
A-B *Naefia neogaeia* Wetzel, 1930. A, UANL CE MAAS-131.
B UANL CE MAAS-132.
C-E *Hypophylloceras* (Neophylloceras) cf. H. (N) zurya (Forbes, 1846).
C UANL CE MAAS-002.
D UANL-CE MAAS-001.
E. UANL CE MAAS-003.
F y H *Hipophylloceras* (Neophylloceras) *hetonaience* (Matsumoto, 1942).
F UANL CE MAAS – 007.
G UANL CE MAAS – 009.
H UANL CE MAAS – 011. TODOS X2.
Tomadas de Ifrim *et al. (*2004); Ifrim y Stinnesbeck (2007).

10.3 TERCIARIO

En la zona del PNCM no se han observado estratos, capas o sedimentos de esta época. Esto debido a que durante la formación de la SMO las secuencias litológicas correspondientes al Terciario, fueron desplazadas hacia el este o hacia la zona del Golfo de México. Se pueden observar al frente de la SMO y en forma paralela al tren de la misma.

10.4 CUATERNARIO

Como se mencionó anteriormente, estos sedimentos, conjuntamente con los de la Fm. Agua Nueva, son los que han aportado la mayor cantidad de restos de vertebrados. Estos restos fósiles son los que tienen un mejor estado de preservación debido a lo cercano, temporalmente, a nuestra época. Se han realizado rescates de zonas muy alejadas entre sí y con fauna muy semejante, tanto en edad como en características anatómicas y morfológicas. En el norte de Nuevo León se han rescatado restos de mamuts (Figura 10.25), bisontes, lobos, tortugas, camellos y restos de hombre primitivo (Figura 10.26). En las cercanías de Monterrey unos 10 km al sur, en la zona de La Estanzuela en 1996, se llevó a cabo un rescate de un centenar de restos óseos de mamuts, mastodontes (Figura 10.27 a y b), camellos, lobos entre otros. Un hallazgo muy importante en este



Figura 10.25 Cráneo de mamut de Mina, N.L.



Figura 10.26 Fragmentos craneales de homínidos. Mina, N.L.

yacimiento fue una escápula con señales de corte (Figuras 10.28a y b). Se había propuesto que mamuts, mastodontes y seres humanos habrían convivido en determinadas zonas, sin embargo, no se habían descubierto evidencias concretas de esto y aunque muchos científicos lo daban por hecho, fue esta escápula y la asociación de restos óseos lo que permitió dar a conocer las evidencias que apoyan totalmente esta teoría de vida contemporánea entre estos tres grupos de organismos (López-Oliva *et al.,* 2001). Las marcas de corte (Figura 10.28b), únicamente las pudieron haber dejado los cazadores que indudablemente, cazaban a estos enormes proboscídeos para alimentarse de ellos.

Restos de mamuts y otros organismos del cuaternario se han estado descubriendo sistemáticamente con el paso del tiempo (Polaco *et al.,* 2001). A lo largo del estado de Nuevo León y en sedimentos entre la SMO o particularmente en la zona del PNCM se han descubierto y reportado, por parte de aficionados a la Paleontología, por parte de pastores y algunos paseantes.

La Facultad de Ciencias de la Tierra y la Universidad Autónoma de Nuevo León han llevado a cabo los rescates con financiamiento propio, inclusive realizando grandes excavaciones y remociones de sedimentos para liberar los restos de los organismos encontrados. Tal es el caso del rescate realizado en Mina, N.L., de donde se desenterró un cráneo con las defensas y molares, un rescate muy reconocido además, por la gran cantidad de restos óseos de diferentes organismos incluidos fragmentos del cráneo de un hombre (Figura 10.26), entre otros restos.

En el sur de Nuevo León, en 1985, en la zona de la Angostura, Aramberri, se llevó a cabo un rescate muy importante, debido a que se logró obtener 70% de un mamut. Con esto la Facultad de Ciencias de la Tierra está en la posibilidad de montar y lograr exhibir un mamut completo.



Figura 10.27 a) Molar de mastodonte de de Valle Alto, La Estanzuela en Nuevo León.



Figura 10.27 b) Molar de mastodonte de Valle Alto, La Estanzuela en Nuevo León.



Figura 10.28. a) Escápula de proboscídeo de Valle Alto, La Estanzuela en Nuevo León. b) Detalle de las marcas de corte en la escápula del proboscídeo

10.5 LITERATURA CITADA

Alvarez, L., W. Alvarez, W. Asaro, F. y H. Michel. l980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous –Tertiary extinction: experimental results and theoretical interpretation. Science 208, 1095-1108.

Alvarez, W., J. Smit, W. Lowrie, F. Asaro, S. Margolis, P. Claeys, M. Kastner y A. Hildebrand. 1992, Proximal impact deposits at the Cretaceous-Tertiary boundary in the Gulf of Mexico: A restudy of DSDP Leg 77 Sites 536 and 540: Geology, v. 20, 697–700.

Blanco, P., E. Frey, W. Stinnesbeck, y J. López-Oliva. 2002. Late Cretaceous (Turonian) fish assemblage from Vallecillo, Northeastern Mexico. N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 225: 39-54; Stuttgart.

Blanco, P. 2003. Peces fósiles de Vallecillo, N.L., México, Linares, N.L. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias de la Tierra UANL. Linares, N.L. México. Pp. 343.

Brusi, D., J. Miró y J. Soler. 1995. La Geología y el calendario. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. 3.2. pp. 84-90.

Buchy, M., y K. Smith. 2005. A new aigialosaur with soft part preservation from the Early Turonian of north-east Mexico. Journal of Vertebrate Paleontology, 25 supl. 3: 40A.

Buchy, M., K. Smith, E. Frey, W. Stinnesbeck, A. González, C. Ifrim, J. López-Oliva y H. Porras-Muzquiz. 2005. Annotated catalogue of marine squamates (Reptilia) from the Upper Cretaceous of northeastern Mexico. Netherlands Journal of Geosciences- Geologie en Mijnbouw Vol. 84-3, pp 195-205.

Buchy, M., F. Salisbury, W. Stinnesbeck, J. López-Oliva y M. Götte. 2006. An unusual pliosaur (Reptilia, Sauropterygia) from the Kimmeridgian (Upper Jurassic) of northeastern Mexico. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, 240 (2): 241-270.

Buchy, M., E. Frey, W. Stinnesbeck y López-Oliva, J. 2007. Cranial anatomy of a Maastrichtian (Upper Cretaceous) mosasaur (Squamata, Mosasauridae) from north-east Mexico. Rev. Mex. Ciencias Geol. V.24, núm. 1, pp. 89-103.

Frey, E., M. Buchy, W. Stinnesbeck y López-Oliva, J. 2002. Geosaurus vignaudi n.sp. (Crocodyliformes: Thalattosuchia), first evidence of metriorhynchid crocodilians in the ate Jurassic (Tithonian) of central-east Mexico (Puebla). Canadian Journal of Earth Sciences. 39, 10: 1,467-1,483.

Ifrim, Ch., W. Stinnesbeck, y J. López-Oliva. 2004. Maastrichtian Cephalopods from Cerralvo, North-Eastern México. Palaeontology, Vol. 47, Part 6, pp.1575-1627.

Ifrim, Ch. y W. Stinnesbck. 2007. Eartly Turonian ammonites from Vallecillo, north-eastern Mexico; taxonomiy, biostratigraphy and palaeobiogeographical significance. Cretaceous research. 10. p.1016.

International Commission Union. 2012 y F.M. Gradstein, J. G. Ogg, A. G. Smith, et al. (2004) with Cambridge University Press, and the official website of the International Commission on Stratigraphy (ICS) under www.stratigraphy.org

López-Oliva, J. 1996. Stratigraphy of the Cretaceous/Tertiary (K/T) boundary transition in Northeastern and East-Central Mexico. Ph. D. Thesis work. Princeton University USA. Pp. 268.

López-Oliva, J., O. Polaco, J. Arroyo-Cabrales, y E. Corona-M. 2001. New records for Mammut americanum in northeastern Mexico. Current Research in the Pleistocene (CRP). Vol 18, pp. 108-110.

Medina-Pedraza, R. 2012. Análisis bioestratigráfico y microfacial de la Formación Zuloaga (Oxfordiano – Kimmeridgiano), Laguna de Santa Rosa, Iturbide, N.L., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias de la Tierra. UANL., Linares, N.L. Pp. 108.

Michalzik, D. 1988, Trias bis tiefste Unter-Kreide des Nordöstlichen Sierra Madre Oriental, Mexiko – Fazielle Entwicklung eines passiven Kontinentalrandes. –Dissertation, TH Darmstadt: 247 pp. (unpublished).

Padilla y Sanchez, R. 1982. Geologic evolution of the Sierra Madre Oriental between Linares, Concepcion del Oro, Saltillo, and Monterrey, Mexico: The University of Texas at Austin, PhD. Dissertation, 217 Pp.

Polaco, O., J. Arroyo-Cabrales, E. Corona-M, y J. López-Oliva. 2001. The American Mastodon Mammut americanum in Mexico. Proc. 1rst. Intern. Congr. Roma 2001. Pp. 237-242.

Santana-Salas, L., J. López-Oliva, F. Medina-Barrera, J. Steffahn. 2011. Bioestratigrafía de la transición formacional La Casita-Taraises (Jurásico Superior-Cretácico Inferior) en el Cañón El Novillo, Iturbide, N.L. En López-Oliva, J.G. (Compilador) 2011. Epístolas Geológicas. 281 Pp. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Santana-Salas, L. A. 2012. Análisis de microfacies y paleoictiología de la Formación Agua Nueva (Cretácico Superior) en la Sierra de San Carlos Tamaulipas, México. Tesis de Maestría. FCT-UANL. Pp.108.

Schumann, D. 1987. Observaciones paleoecológicas en secuencias del Kimmeridgiano / Tithoniano (Formación La Casita) de Nuevo León, Noreste de México. - Actas Fac. Cienc. Tierra, U.A.N.L., Linares, 3: 43-59.

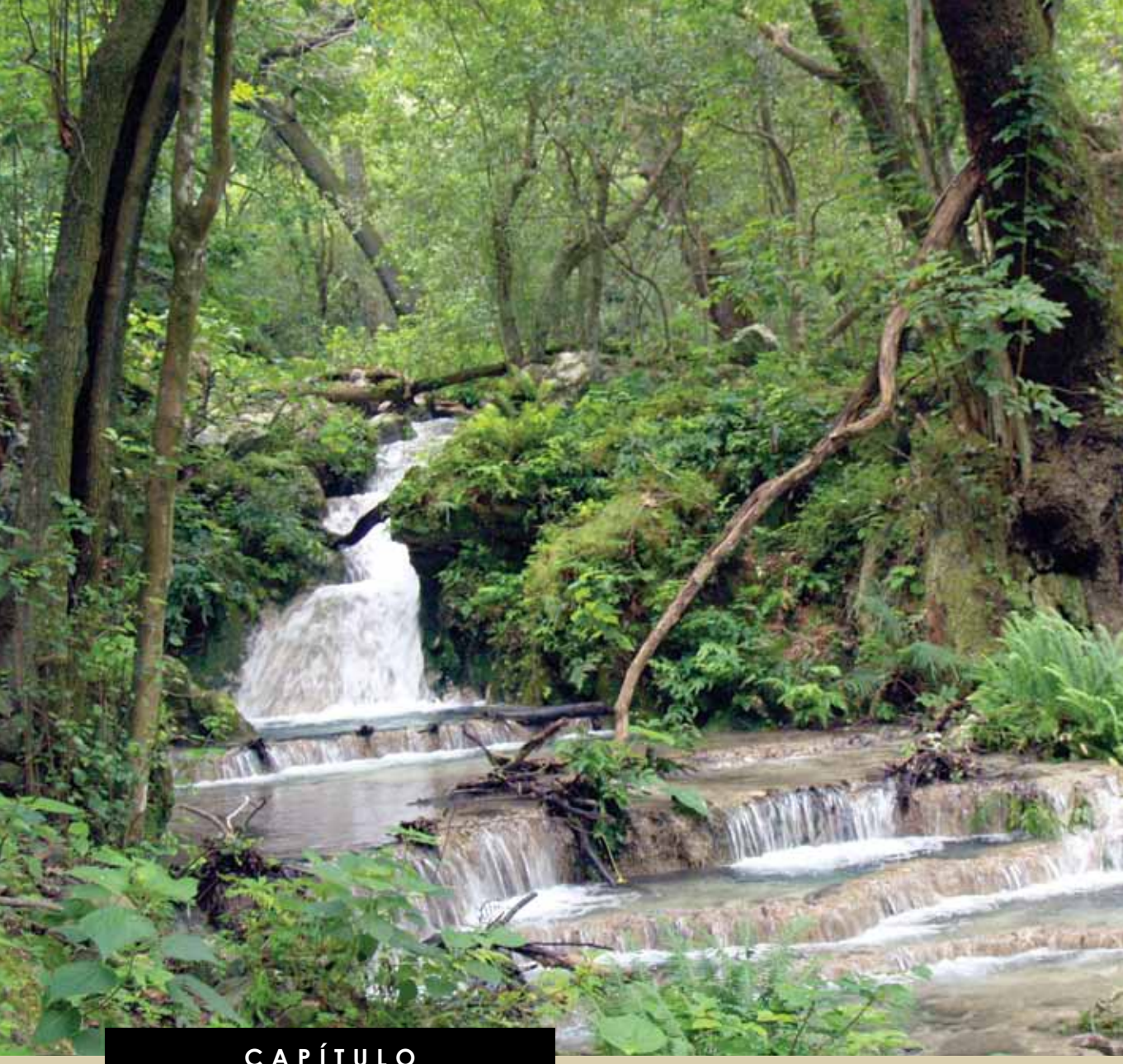
Sepkoski, Jr. J.J. 1993. Ten years in the library; new data confirm paleontological patterns. Paleobiology v. 19, No. 1, p. 43-51.

Smith, K. y M. Buchy. 2008. A new aigialosaur (Squamata: anguilomorpha) with soft tissue remains from the Upper Cretaceous of Nuevo León, México. Journal of Vertebrate Paleontology 28(1):85-94. The Society of Vertebrate Paleontology.

Solís-Aguilar, C. 2007. Caracterización petrológica y bioestratigrafía de la parte superior de la Formación Méndez y su secuencia esferulítica intercalada, en el Peñón III. Mederos, N.L. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL. Linares, N.L.

Velasco-Segura. J.A. 2005. Análisis litológico y estratigráfico de la Formación la Caja en la "Sierra el Jabalí", Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL. Linares, N. L. Pp. 119.

Ziegler, B. 1980. Allgemeine Paläontologie. Einführung in die Paläobiologie. Teil. I. E. Schweizerbart´sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart. Pp. 248.



CAPÍTULO

11

TIPOS DE VEGETACIÓN

Glafiro J. Alanís Flores[1]

y Carlos G. Velazco Macías[2]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas

Cd. Universitaria, CP 66451. AP 105-F.
San Nicolás de los Garza, N.L.

[2]Parques y Vida Silvestre,
Gobierno del Estado de Nuevo León

galanis44@hotmail.com

Alanís-Flores, G. y C. Velazco-Macías. 2013. Tipos de Vegetación, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 117-126.

Tipos de Vegetación

Glafiro J. Alanís Flores y Carlos G. Velazco Macías

11.1 INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) se caracteriza por su accidentada orografía, diversidad climática, tipos de suelo y el factor exposición lo que determina la combinación de especies de flora dentro de los diversos tipos de vegetación. De una manera general, podemos abarcar las comunidades de vegetación del PNCM en dos grandes grupos: matorrales y bosques (Figuras 11.1 y 11.2), siendo los primeros, característicos de las zonas más bajas y áridas dentro del PNCM, aunque en algunos casos, como es el chaparral, se presentan en zonas de mayor altitud; mientras que los bosques se caracterizan por distribuirse por encima de los 1,000 msnm y mayormente en zonas de clima templado y con mayor grado de humedad y precipitación.

El mosaico de vegetación es, muchas veces, difícil de delimitar de una manera precisa y definida, por lo que generalmente, los límites entre los tipos de vegetación se desdibujan fácilmente al presentarse cambios graduales en el ensamble de especies, o donde muchas veces, dada la diversidad en la forma de la orografía se presentan numerosos manchones de matorral desértico dentro de lo que se podrían considerar como bosques de encinos o bosques de pinos puros.

A continuación se presenta una breve descripción de las principales variantes de estos dos grandes grupos de vegetación (Figuras 11.1 a 11.8).



Figura 11.1 Matorral submontano.

Matorrales

Los grupos de matorrales están representados por comunidades donde las especies predominantes muestran la forma de vida arbustiva y, en ocasiones, con árboles de porte bajo. Se reconocen varios tipos, conforme la fisionomía predominante de sus elementos, como el matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo y matorral submontano. Los matorrales desérticos se localizan al noroeste del PNCM, condicionados además, por la salinidad y la profundidad del suelo.

Matorral desértico rosetófilo

Se caracteriza porque las especies predominantes tienen una fisonomía arrosetada. Esta comunidad descrita por Rzedowski (1966), equivale a los matorrales crasi-rosulifolios espinosos de Miranda y Hernández X. (1963).

Esta comunidad vegetal está determinada por la dominancia de especies con hojas carnosas agrupadas en roseta, con o sin espinas, son plantas generalmente acaulescentes, es decir , sin tallo aparente, como los magueyes o las guapillas, en este matorral abundan las cactáceas con tallos planos, esféricos o globosos hay que considerar que dentro de este matorral, con regularidad, pueden encontrarse especies arbustivas con hojas pequeñas y espinas de baja altura 0.80 a 1.20 metros y un estrato herbáceo de hasta 0.5 m de altura. Se localiza en la parte media de laderas o taludes de lomas y en los abanicos aluviales en mesetas altas, en su hábitat existen afloramientos de conglomerados rocosos, pedregosos o suelos delgados de tipo litosol; sus componentes principales son: "sotol" *Dasylirion texanum*, "guapilla" *Hechtia glomerata*, "lechuguilla" *Agave lecheguilla*, "espadín" *Agave striata*, "noha" *Agave victoria-reginae*, "maguey serrano" *Agave americana*, "amole de castilla" *Agave bracteosa*,

"samandoque" *Hesperaloe parviflora*, "nopal serrano" *Opuntia engelmannii*, "nopal arrastradillo" *Opuntia stenopetala*, "tasajillo" *Opuntia leptocaulis*, "coyonoxtle" *Opuntia imbricata*, "biznaga ganchuda" *Ferocactus hamatacanthus*, "candelilla" *Euphorbia antisyphilitica*, "pitaya de mayo" *Echinocactus enneacanthus*, "nopalillo cegador" *Opuntia microdasys*, "sangre de drago" *Jatropha dioica*, "chaya de monte" *Cnidoscolus multilobus*, "paxtle bola" *Tillandsia recurvata*, "albarda" *Fouquieria splendens* y *Thelocactus bicolor*. En las laderas escarpadas de las altas montañas encontramos el "palmito" *Brahea berlandieri* (Alanís-Flores *et al.,* 1999; Ramírez-Álvarez, 1984; Rojas-Mendoza, 1965; Sánchez-Vega, 1967) (Figura 11.3).

Dentro de las especies con categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, están el "palmito" *Brahea berlandieri*, "noha" *Agave victoriae-reginae* y "amole dulce" *A. bracteosa* (Figura 11.4) (SEMARNAT, 2010).

Matorral desértico micrófilo

Este tipo de vegetación se caracteriza porque las especies predominantes poseen hojas pequeñas compuestas por foliolos diminutos. Alcanzan hasta 1.5 m de altura, presentan un estrato inferior bien definido que alcanza los 0.50 m de altura (INEGI, 1977). Corresponde al matorral inerme o subinerme, caracterizado por Miranda y Hernández X. (1963).

Las especies predominantes en el estrato superior son: "gobernadora" *Larrea tridentata*, *Viguiera stenoloba*, *Citharexylum brachyanthum*, "hojasén" *Fluorensia cernua*, "uña de gato" *Mimosa malacophylla*, "chaparro prieto" *Acacia rigidula*, "candelilla" *Euphorbia antisyphilitica*, "pitaya de mayo" *Echinocactus enneacanthus*, "nopalillo cegador" *Opuntia microdasys* y *Jatropha dioica*. En algunas ocasiones, se encuentran esparcidos algunos elementos de *Yucca treculeana* con una altura de hasta cuatro metros. En el estrato inferior, se encuentran "lechuguilla" *Agave lecheguilla*, "guayacán" *Guaiacum angustifolia* y "tasajillo" *Opuntia leptocaulis*. De manera particular, destaca la presencia de especies como *Leucophyllum langmanie,* cenizo de Langman, especie endémica al noreste de México. Por su escasa productividad forrajera y predominio de especies con hojas glutinosas no aptas para el pastoreo, por lo tanto, estas comunidades se encuentran en buen estado de conservación. Las áreas de este tipo de matorral más representativas son las que se localizan en las porciones adyacentes a El Jonuco, en el municipio de Santa Catarina, N.L., las cuales son buenos representantes de este tipo de comunidad vegetal.

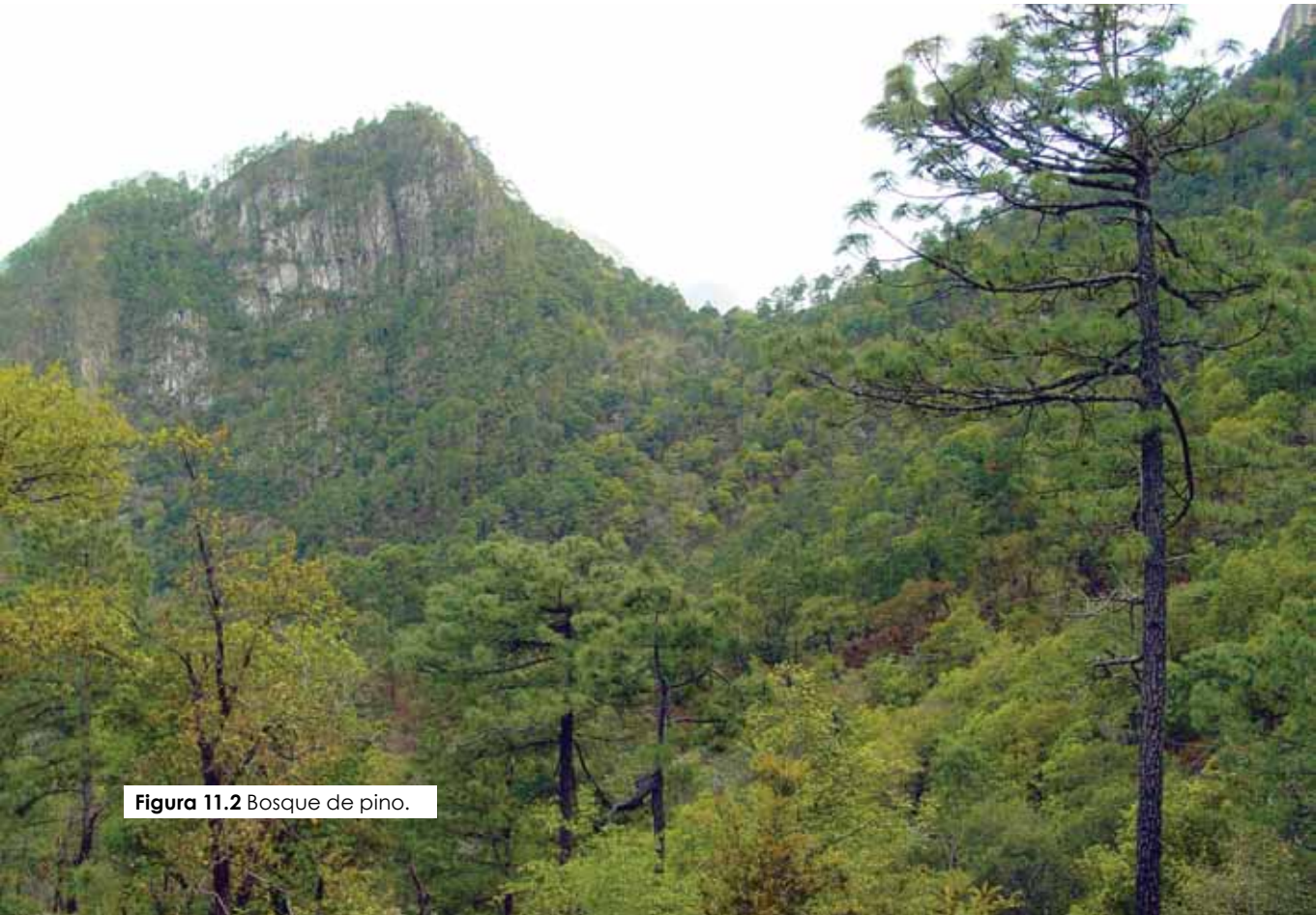


Figura 11.2 Bosque de pino.

Matorral submontano

Caracterizado por especies con ramificaciones desde la base, de hojas pequeñas o micrófilas, algunas especies armadas con espinas (depende del nivel de aridez y perturbación en las comunidades), en algunos sitios se desarrollan árboles de bajo porte, en general, la talla de las especies de esta comunidad pueden alcanzar alturas de 4 a 6 metros. Se localiza en taludes inferiores y forman un área que separa a los organismos del matorral xerófito espinoso en las planicies, de los bosques de mixtos, en los taludes superiores (Figura 11.1).

El matorral submontano prospera en lomeríos de suaves o fuertes pendientes, sobre los plegamientos de las faldas de la Sierra, hacia los anticlinales. Esta zona es característica por los flancos del Cretácico Superior, con rocas arcillosas o lutitas calcáreas y calizas arcillosas. Los suelos son aluviales y de coluvión, de textura arenosa o areno-arcillosa. En las laderas que están orientadas hacia el norte, existe una vegetación más abundante, sobre aquellas de la misma región, expuestas hacia el sur (Valdez-Tamez, 1981). Si los suelos se tornan poco profundos, se establece una asociación característica de "chaparro prieto" *Acacia rigidula* y "tenaza" *Havardia pallens* con variados organismos arbustivos como "anacahuita" *Cordia boissieri* y "hierba del potro" *Caesalpinia mexicana* en espacios abiertos con disturbio. En condiciones más secas y con suelos más profundos, la vegetación cambia de manera gradual al igual que los taxa, predominan "oreja de ratón" *Bernardia myricaefolia*, "coyotillo" *Karwinskia humboldtiana*, "cenizo" *Leucophyllum texanum*, "huajillo" *Acacia berlandieri* y "corba gallina" *Neopringlea integrifolia*.

En algunas áreas de valles, entremezclados con especies arbóreas y arbustivas del matorral, se encuentra "mezquite" *Prosopis glandulosa* que integran comunidades altas, interrumpidas por la presencia de caminos y veredas convergentes hacia las zonas de pastoreo o de explotación de canteras (Valdez-Tamez, 1981). En áreas protegidas con alto grado de humedad, se encuentran en el estrato herbáceo helechos como: *Polypodium polypodioides*, *Phanerophlebia umbonata*, *Notolaena sinuata var. integerrima*, *Adiantum capillus-veneris* y cubriendo las rocas *Sellaginella pilifera* (Gutiérrez-Lobatos, 1970).

Estas comunidades son ricas en especies de gramíneas y ciperáceas (Jiménez-Valdez, 1977). Para el estado de Nuevo León, el matorral submontano es el que comprende al mayor número de especies de estos grupos, como lo reporta Cabral-Cordero (1984). Existen 88 especies de gramíneas y 23 de ciperáceas en estas comunidades, lo que representa 73% y 56%, respectivamente, del total de especies reportadas para el estado. De las 88 especies presentes en el municipio de Santiago, 54 gramíneas y 15 ciperáceas se encuentran dentro del PNCM.



Figura 11.3 Matorral desértico rosetófilo.



Figura 11.4 Palmito, *Brahea berlandieri*.

Las áreas más representativas de esta comunidad vegetal se localizan en toda la exposición este de la Sierra Madre Oriental, en los municipios de Montemorelos, Allende, Santiago y Monterrey. Puede subdividirse en tres tipos de asociaciones: a) inermes; b) subinermes y c) espinosas (INEGI, 1977b y 1978).

a) Asociación de matorral submontano inerme

Se encuentra en laderas y planicies con suelos de texturas finas y ocupa pequeñas extensiones de tierra fisonómicamente corresponde al matorral parvifolio propuesto por Miranda y Hernández X. (1963) y según lo denomina Rzedowski (1978), es matorral xerófilo.

Esta asociación forma comunidades de hasta cuatro

metros de altura y los principales componentes en el estrato superior son: "candelilla o escobilla" *Fraxinus greggii* "hoja dorada" *Decatropis bicolor*, "barreta" *Helietta parvifolia*, "chamonaque" *Gochnatia hypoleuca*, *Amyris madrensis*, "chapote prieto" *Diospyros texana*, *Colubrina greggii* y "huajillo" *Acacia berlandieri*. En el estrato medio (hasta 1.5 m de altura) se encuentra *Bernardia myricaefolia* y "corbagallina" *Neopringlea integrifolia*. En el estrato bajo (alcanza una altura hasta 0.5 m) son frecuentes: *Croton fruticulosus*, "coyotillo" *Karwinskia humboldtiana*, *Agave* spp., *Zexmenia hispida*, *Eupatorium* sp., *Ruellia sp.* y *Salvia* spp.

b) Asociación de matorral submontano subinerme

Se encuentra en el talud inferior norte de la Sierra Madre Oriental y de las montañas aisladas, asimismo en la planicie superior centro occidental. Este tipo de vegetación se caracteriza por alcanzar las mayores alturas como comunidad vegetal dentro de los matorrales. Existen estratos superior y medio bien diferenciados. Este matorral se distribuye desde 700 hasta 1,700 msnm (Ramírez-Álvarez, 1984).

En el estrato superior, los elementos predominantes son: "anacahuita" *Cordia boissieri*, "tenaza" *Havardia pallens*, "colima" *Zanthoxylum fagara*, "hoja dorada" *Decatropis bicolor*, "guajillo" *Acacia berlandieri*, "colorín" *Sophora secundiflora*, "coma" *Syderoxylon celastrinum*. *Colubrina greggii*, *Aloysia gratissima*, "chaparro prieto" *Acacia rigidula*, "candelilla" *Fraxinus greggii*, "barreta" *Helietta parvifolia*, "mezquite" *Prosopis glandulosa*, y "ébano" *Ebenopsis ebano*. En algunas regiones es posible encontrar "palma pita" *Yucca filifera* como elemento sobresaliente en este estrato.

En el estrato medio se pueden encontrar, además de las especies típicas, algunos elementos jóvenes del estrato superior, cuya presencia se ve incrementada en las comunidades que han sido sometidas a diversos grados de perturbación y se han recuperado en forma natural (Melgoza-Castillo, 1977); alcanza alturas de hasta 2.5 m y las especies más frecuentes son: "oreja de ratón" *Bernardia myricaefolia*, "sotol" *Dasylirion berlandieri*, "granjeno" *Celtis pallida*, "coyonostle" *Opuntia imbricata*, "guayacán" *Guaiacum angustifolium* "colima" *Zanthoxylum fagara*, "panalero" *Schaefferia cuneifolia*, "coyotillo" *Karwinskia humboldtiana*, *Calliandra conferta*, "chile pájaro" *Citharexylum brachyanthum*, *Salvia ballotaeflora*, *Callicarpa pringlei*, y "cenizo" *Leucophyllum texanum*.

c) Asociación de matorral submontano espinoso

Llega a alcanzar una altura de tres metros, en algunos sitios las especies podrán llegar a cuatro metros. De 75% a 100% de los elementos predominantes presentan espinas. De acuerdo a INEGI (1977), está caracterizado por las siguientes especies representativas: "chaparro prieto" *Acacia rigidula*, "tenaza" *Havardia pallens*, "guajillo" *A. berlandieri*, "huizache" *A. farnesiana*, "uña de gato" *A. wrightii* y *A. greggii*, "Brasil" *Condalia hookeri*, "anacahuita" *Cordia boissieri*, "palo verde" *Cercidium macrum*, "mezquite" *Prosopis glandulosa*, "guayacán" *Guaiacum angustifolium* y "colima" *Zanthoxylum fagara*.

En esta asociación se ubica una formación que se caracteriza por medir un máximo de dos metros de altura. Sus especies particulares son: "tasajillo" *Opuntia leptocaulis*, "granjeno" *Celtis pallida*, "coyotillo" *Karwinskia humboldtiana*, "palo de arco" *Acacia roemeriana*, "palma pita" *Yucca filifera* "panalero" *Condalia spathulata*, "granjeno" *Celtis pallida*, *Aloysia gratissima*, *Forestiera angustifolia*, "salvia" *Croton torreyanus* y *Lantana macropoda*.

Bosques

Los componentes florísticos de los bosques, principalmente árboles, generalmente son de origen septentrional de la región holártica, se distribuyen principalmente en regiones de climas semifríos, templados y semiáridos, con variantes de humedad y en condiciones distintas de suelos; estas comunidades arbóreas son propias de las regiones de montaña.

Por sus características florísticas, fisonómicas y ecológicas los bosques distintivos del PNCM son los siguientes:

a) Bosques de pino piñonero

En la vertiente suroeste de la sierra se encuentra bien representado el pinar de piñoneros *Pinus cembroides*. Este tipo de vegetación se encuentra en colindancia con los matorrales de la zona árida por lo que es común encontrar elementos típicos del desierto dentro de esta comunidad. Se distribuye desde los 2,000 a los 2,500 m en cañones abiertos y de los 1,850 a los 2,300 m en lugares protegidos o en cañones estrechos en el municipio de Santiago (Valdez-Tamez, 1981).

Estos bosques representan un área de transición entre los bosques de pino y encino que se encuentran en las zonas más altas y la vegetación xerófita del altiplano mexicano (Capó, 1972; Valdez-Tamez, 1981). Poseen además, una composición florística definida y forman a menudo asociaciones con *Juniperus*, *Quercus* y *Pinus* (Flores-Olvera, 1983). Este pinar llega a medir en ocasiones hasta 14 m de altura, aunque por lo general, mide entre 8 a 10 m. Se distinguen tres estratos, el arbóreo, arbustivo y herbáceo.

De acuerdo a los muestreos de Capó (1972), Flores-Olvera (1983), Valdez-Tamez (1981) y de los



Figura 11.5 Bosque de pino piñonero.

reportes de INEGI (1977), en el estrato arbóreo las especies más frecuentes son: "pino piñonero" *Pinus cembroides*, "palma samandoca" *Yucca carnerosana*, otros pinos en forma dispersa como *Pinus arizonica*, *P. pseudostrobus* var. *estevezi* incluyendo algunas otras especies de *Pinus* spp. Otras coníferas como los llamados cedros *Cupressus arizonica*, *Juniperus monosperma* y *J. flaccida*; otra especie típica como el "madroño" *Arbutus xalapensis*. En ocasiones, algunos encinos se encuentran dentro de esta comunidad como *Quercus laeta* y *Quercus* spp.

En el estrato arbustivo, las especies más frecuentes son: "colorín" *Sophora secundiflora*, "lantrisco" *Rhus virens* y "guaje" *Leucaena greggii*. En el estrato herbáceo los elementos más comunes son: *Erioneuron grandiflorum*, *Aristida pansa*, *Buchloe dactyloides* y *Mimosa texana*. Las especies trepadoras más comunes son: *Maurandya barclaiana*, *Lonicera pilosa*, *Desmodium lindheimeri* y *Mandevilla foliosa*, localizada en lugares donde el sotobosque es más espeso. Las epífitas más comunes reportadas son: *Tillandsia recurvata*, *T. usneoides* y los líquenes *Teloschites flavicans*, *Usnea strigosa*, *Ramalina* sp. y *Parmelia* sp.

b) Bosques de pino

Estas comunidades rara vez forman masas puras ya que se entremezclan en diversos hábitats con especies de encinos. En aquellas asociaciones que no hacen ecotono con la zona árida, las especies de pinos más frecuentes en el estrato arbóreo son: "pino blanco" *Pinus pseudostrobus*, *P. pseudostrobus* var. *estevezi*; *P. montezumae* y "pino chino" *P. teocote* (Capó, 1972; Valdez-Tamez, 1981).

En hábitats muy especiales por condiciones de topografía y clima, básicamente en sitios altos, se localizan especies entremezcladas características del bosque reconocido como "montane mesic forest" de Muller (1939). Siendo éstas del estrato arbóreo: *Pinus pseudostrobus* var. *estevezi*, "hayarín" *Pseudotsuga menziesi*, "guayame blanco" *Abies vejari*, "nogalillo" *Juglans major*, entre otros (Capó, 1972). Dentro de esta comunidad, en hábitats protegidos, con suelos de alta humedad, se localiza el "pinabete de Nuevo León" *Picea martinezii*, especie de reciente descripción (Patterson, 1988), su población es pequeña y se considera como endémica y relictual, también incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría En Peligro de Extinción http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies_priori/fichas/pdf/PinabeteNuevoLeon.pdf . Está asociada con "cornus" *Cornus florida*, "palo verde" *Ilex rubra*, "encino" *Quercus greggii*, "guayame o abeto" *Abies duranguensis var. coahuilensis*, "nogal cimarrón" *Carya ovata* y "romerillo" *Taxus globosa*.

En el estrato arbustivo se encuentran presentes varias especies de "encinos" *Quercus* spp., "capulí" *Prunus serotina*, "madroño" *Arbutus xalapensis*, "manzanita" *Archtostaphylos pungens* y "cedro" *Juniperus monosperma*. En el estrato herbáceo se encuentran: *Pteridium aquilinum* var. *caudatum*, *Geranium mexica-*

num, *Pellaea atropurpurea*, *Senecio seemannii* y *Desmodium neomexicanum*, entre otras.

Hay que recalcar que dentro de estas asociaciones hay presencia de elementos florísticos relevantes para la conservación, como es el caso de "pinabete de Nuevo León" *Picea martinezii* ya antes mencionada, y *Magnolia dealbata* ambas en riesgo de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales ocurren dentro del PNCM en cañadas restringidas y cuyas poblaciones son bastante reducidas (Figura 11.6).

Valdéz-Tamez (l981), describe la asociación de *Pinus-Pseudotsuga-Abies* hacia la porción más alta de la sierra, en el municipio de Santiago, entre 2,500 y 3,000 msnm, con especies de árboles cuya altura alcanzan hasta 25 m.

c) Bosque mixto de pino-encino

Tienen una amplia distribución altitudinal en la Sierra Madre Oriental, se encuentran desde los 800 a los 2,800 msnm, según Muller (1939), Rojas-Mendoza (1965) y Rzedowski (1978), en las tierras altas y taludes superiores de las áreas montañosas. Estas comunidades vegetales forman un complejo que incluye aquellas de tamaño más o menos pequeño (6-8 m de longitud), abiertas, de baja densidad, hasta aquellas comunidades de las zonas altas que forman asociaciones más altas y densas (Valdez-Tamez, 1981).

Las especies de pino más comunes en el estrato arbóreo son: "pino blanco o pino real" *Pinus pseudostrobus*, "pino chino" *P. teocote* y *P. pseudostrobus* var. *estevezi*. Además, es frecuente encontrar las siguientes especies: "madroños" *Arbutus xalapensis* y *Arbutus arizonica* y algunos "cedros" *Juniperus* spp.

Las especies de encinos más frecuentes son: *Quercus polymorpha*, *Q. rysophylla*, *Q. graciliformis*, *Q. laeta*, *Q. mexicana*, *Q. rugosa* y *Q. laceyi*. En el estrato arbustivo, las variedades más abundantes son: *Quercus canbyi*, *Litsea novolentis*, *Comarostaphyllus polifolia*, "tejocote" *Crataegus greggiana*, *Colubrina greggii*, *Rhus radicans*, "cedro" *Juniperus monosperma*, y "lantrisco" *Rhus virens*. El estrato herbáceo está representado por *Mildella intramarginalis* var. *serratifolia*, *Ranunculus hydrocharoides*, *Sisyrinchium angustifolium*, *Pteridium aquilinium* var. *caudatum* y *Geranium mexicanum*, entre otras.

d) Bosques de encinos

Se caracterizan por la dominancia del género *Quercus* en comunidades cuya distribución altitudinal va desde los 800 msnm, y en ocasiones a menores altitudes (650 msnm), debido a las condiciones de humedad, topografía y temperatura favorables (Marroquín-Flores, 1985; Rojas-Mendoza, 1965,); Valdez-Tamez, 1981; Alanís-Flores, 2004). Ésta, es la comunidad forestal templada más diversa en el área de la Sierra Madre Oriental. Los principales trabajos de descripción de vegetación para México la señalan como "encinares" bosque de hojas planas y duras (Miranda y Hernández X., 1963) o "bosque de *Quercus*" por Rzedowski (1966).



Figura 11.6 *Picea martinezii*.

Se les localiza en las áreas de la sierra con pendientes mayores del 15 ó 20 por ciento. Las especies de encino más frecuentes en el estrato arbóreo son: "encino roble" *Quercus polymorpha*, *Q. grisea*, *Q. graciliformis*, "encino asta" *Q. risophylla*, "encino chaparro" *Q. intricata*, "encino duraznillo" *Q. canby* "encino memelito" *Q. laceyi*, "encino blanco" *Q. laeta*, "encino bravo o siempre verde" *Q. fusiformis*. Para el PNCM se reportan las siguientes especies de encinos: *Q. pringlei*, *Q. microlepis* *Q. sartorii* y *Q. tuberculata*, (Peña, 2010). (Figura 11.7).

Entremezclados con: "cedros" *Juniperus monosperma* y *J. flaccida,* "pino piñonero" *Pinus cembroides*, *Arbutus xalapensis*, *Juglans* sp.,"pino blanco o pino real" *Pinus pseudostrobus*, "pino chino" *P. teocote* y "capulín" *Prunus serotina*, en el estrato arbustivo se encuentran: "chaparro prieto" *Acacia rigidula*, "hizache" *A. farnesiana*, *Calliandra conferta*, "nogalillo" *Carya miristicaeformis*, *Croton fruticulosus*, *Dasylirion* sp., "nopal de monte" *Opuntia lindheimeri*, y *Xylosma flexuosum*. En el estrato herbáceo, son comunes: *Po-*



Figura 11.7 Bosque de encino.

lypodium polypodioides var. michauxiana, *Bouteloua curtipendula*, *Cyperus* sp., *Mildella intramarginalis var. serratifolia*, *Ranunculus* sp. y *Sisyrihchium angustifolium*, entre otras.

e) Chaparral

En la vertiente suroeste de la Sierra Madre Oriental, se reportan entre altitudes de 1,800 y 2,800 msnm y en algunos sitios de Nuevo León desde los 1,100 msnm. Marroquín-Flores (1985), Muller (1939) y Rzedowski (1978), registran los encinares arbustivos o western montante chaparral.

Estas comunidades con la dominancia de encinos se identifican por presentar hojas duras y tiesas, quizás como una adaptación a las condiciones de escasa humedad. Esta comunidad se encuentra entre el matorral submontano y el bosque mixto (Marroquín-Flores, 1985; Valdez-Tamez, 1981, 2002). Los chaparrales alcanzan alturas hasta de 4.5 m y se encuentran asociados a "palmito" *Brahea dulcis*. Las especies de encinos más comunes son: *Quercus hypoxantha*, *Q. greggii*, *Q. sideroxyla*, *Q. rugosa*, *Q. aff. fusiformis*, *Q. mohriana*, *Q. emoryi*, *Q. intricata*, *Q. mexicana*, *Q. muhlenbergi* y *Q. microphylla*.

Otras especies frecuentes en el estrato superior del chaparral son: "madroño" *Arbutus xalapensis*, *Bauxleyanthus salicifolios*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis* sp., *Porophyllum porophylloides*, *Aristida pansa*, *Acacia* sp., *Muhlenbergia schreberi*, "nopal" *Opuntia* spp., "sotol" *Dasylirium texanum*, *Cercocarpus montanus*, "colorín" *Sophora secundiflora*, *Acacia berlandieri*, *Dodonaea viscosa* y "cedro" *Juniperus* sp. En el estrato medio, son frecuentes ya sea individuos jóvenes del estrato superior o las siguientes especies: *Baccharis salicifolia*, "tasajillo" *Opuntia leptocaulis*, *Solanum elaeagnifolium*, *Aloysia gratissima*, "lechuguilla" *Agave lecheguilla*, "cenizo" *Leucophyllum frutescens* y *Loeselia coerulea*.

f) Bosque de galería

Se denomina bosque de galería o bosque de ribera a la comunidad vegetacional riparia, (Figura 11.8), es decir, que sobrevive fundamentalmente por la humedad del suelo y que crece en las orillas de un ríos o arroyos de corrientes permanentes; generalmente en estas comunidades abundan plantas acuáticas, semiacuáticas y helechos, los árboles presentan estructuras boscosas.

Los bosques de galería se caracterizan por formar comunidades estratificadas en galerías, en cañadas y zonas protegidas a lo largo de los ríos y arroyos, cuyos afluentes se originan dentro del PNCM. Debido a que las condiciones microclimáticas de estas zonas son más estables que en las comunidades próximas, muchas veces más expuestas, la vegetación que los caracteriza es única (Rojas-Mendoza, 1965; Rzedowski, 1978). Las especies que integran estas comunidades son de hoja perenne o semi-decidua, las cuales pueden incluir trepadoras o epífitas (paixtle o heno). Las especies representativas de estas comunidades son: "sabinos o ahuehuetes" *Taxodium mucro-*

natum, "álamo de río" *Platanus occidentalis*, "sauce de río" *Salix nigra*, "alamillo" *Populus tremuloides*, "fresno" *Fraxinus americana* Las áreas con este tipo de vegetación se encuentran en los ríos o arroyos como la Cola de Caballo, Ramos, Congregación Calles, Garrapatas y Rayones, y sus afluentes. También se reportan comunidades de galería en buen estado de conservación en los cañones de La Estanzuela, El Diente y La Posada (Sánchez-Vega, 1967). Otras especies dentro de esta comunidad son: "nogalillo" *Juglans mollis*, "naranjillo" *Sargentia greggii*, "jarilla de río" *Baccharis glutinosa*, "cisus" *Parthenocissus quinquefolia*, "carrizo" *Arundo donax*, "chile piquín" *Capsicum frutescens*, "culantrillo de pozo" *Adiantum capillus-veneris*, "lobelia acuática" *Lobelia cardinalis*, algunos árboles presentan epífitas como el "heno o paixtle" *Tillandsia usneoides*.

En algunas condiciones dentro del PNCM, en arroyos o cañadas con corrientes temporales y sitios semiáridos encontramos a "palo blanco" *Celtis laevigata*, "retama" *Parkinsonia aculeata*, "granjeno" *Celtis pallida*, "dodonea" *Dodonea viscosa*, "mezquite" *Prosopis glandulosa*, *Condalia lycioides* y "huizache" *Acacia famesiana*. Estas comunidades vegetales al establecerse en suelos aluviales desarrollan un sistema de raíz que alcanza los mantos freáticos más profundos, por lo que permanecen verdes durante gran parte del año.

g) Pastizales

Las comunidades de pastizal se caracterizan por la dominancia de flora herbácea, plantas con hojas delgadas y alargadas, esencialmente en estas comunidades dominan las gramíneas, sin embargo pueden combinarse especies de otras familias botánicas como Asteraceae, Fabaceae, Cactaceae, Agavaceae y Chenopodiaceae. Las áreas de pastizal dentro del PNCM, se localizan en espacios abiertos e intermedios dentro de algunos otros tipos de comunidades como los matorrales desértico micrófilo y rosetófilo; y los bosques de pino piñonero, encinares abiertos y chaparral. Los principales componentes son: *Muhlenbergia monticola*, *Panicum antidotale*, *Poa annua*, *Stipa tenuisima*, *Erioneuron grandiflorum*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis Bouteloua repens*, *Bouteloua filiformis*, *Setaria machrostachya*, *Aristida adsencionis*, *Aristida arizonica*, *Aristida pansa*, *Tridens muticus*, *Muhlenbergia rigida*, *Muhlenbergia pauciflora*, *Muhlenbergia parviglumis*, *Lycurus phleoides*, *Croton dioicus*, *Dyssodia setifolia*, *Opuntia microdasys*, *Mimosa* spp. y *Agave* spp. Se localizan áreas pequeñas, donde se ha eliminado la vegetación natural y se han inducido gramíneas cultivadas con fines pecuarios o de alimentación humana, por lo que estas parcelas pueden aparecer dentro de cualquier tipo de vegetación (Ramírez-Álvarez, 1984).

Figura 11.8 Bosque de galería.



11.2 LITERATURA CITADA

Alanís Flores, G. J. 2004. Florística de Nuevo León. In: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.), Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. CONABIO, UNAM y Las Prensas de Ciencias. México, D. F. Pp. 243-509.

Alanís Flores, J.G., A. Ledezma y M. C. Velazco Macías. 1999. Vegetación y Flora de Santa Catarina. In: Galán Wong L. J., J. A. García Salas, M. de J. Flores Hinojosa, U. de la Garza Valdez y H. A. Luna Olvera (eds.), Santa Catarina hacia el siglo XXI. Pasado, Presente y Futuro. Universidad Autónoma de Nuevo León, R. Ayuntamiento de Santa Catarina. Santa Catarina, N. L.

Cabral Cordero, I. 1984. Glumiflorae (zacates y ciperaceas) de Santiago, Nuevo León, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Capó, A. 1972. Observaciones sobre la taxonomía y distribución de las coníferas de Nuevo León, Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Flores Olvera, R. 1983. Notas autoecológicas del "pino piñonero" (Pinus cembroides Zuccarini) en Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Gutiérrez Lobatos, J. L. 1970. El matorral submontano en los alrededores de Monterrey, N. L., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. México.

INEGI. 1977a. Cartas Edafológicas: Ramos Arizpe (G14-C24), Garza García (G14-C25), Monterrey (G14-C26), San Antonio de las Alazanas (G14-C35), Allende (G14-C36), Rayones (G14-C46), Montemorelos (G14-C47). Escala 1:50,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

INEGI. 1977b. Carta de Uso de Suelo: Garza García (G14-C25). Escala 1:50,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

INEGI. 1978. Cartas de Uso de Suelo: Monterrey (G14-C26), Montemorelos (G14-C47). Escala 1:50,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

Jiménez- Valdez, I. 1977. Contribución al estudio de las gramíneas del área metropolitana de Monterrey, N.L., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Marroquín-Flores, R. A. 1985. El género *Quercus* L. al noroeste del Estado de Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Melgoza-Castillo, A. 1977. Estudio florístico ecológico de comunidades secundarias de matorral submontano en Santiago Nuevo León. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 29: 29-179

Muller, C. H. 1939. Studies in the Oaks of the Mountains of Northeastern México. Journal of the Arnold Arboretum 17:160-179.

Patterson, T. F. 1988. A new species of Picea (Pinaceae) from Nuevo León, México. Sida, Contributions to Botany 13: 131-135

Peña, C. 2010. Taxonomía, ecología y variación genética de algunas especies de encino (Quercus L.) del Parque Ecológico Chipínque. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Ramírez-Álvarez, E. 1984. Unidades fisonómico-florísticas de la Sierra de Las Mitras de Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Ramírez-Leal, R. 1982. La herbolaria medicinal del municipio de Allende, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. UANL.

Rojas-Mendoza, P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del Estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM.

Rzedowski, J. 1966. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Acta Científica Potosina 5: 5-291

Rzedowski, J. 1978. La Vegetación de México. Ed. Limusa, México. Pp. 432.

Sánchez-Vega, H. V. 1967. Vegetación de una porción del anticlinal de Los Muertos, Sierra Madre Oriental. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010.

Valdez-Tamez, V. 1981. Contribución al conocimiento de los tipos de vegetación, su cartografía y notas florístico-ecológicas del Municipio de Santiago, N.L., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Valdez- Tamez, V. 2002. Desarrollo de estrategias para la preservación de la diversidad florística del Municipio de Santiago, N.L, México. Tesis Doctoral. División de Estudios de Postgrado. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.



CAPÍTULO

12

MICOBIOTA

José G. Marmolejo Moncivais[1], Ricardo Valenzuela Garza[2], Fortunato Garza Ocañas[1] y Jesús García Jiménez[3]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales Carretera Nacional km 145, CP 67700, AP 41. Linares, N.L.

[2] Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N.

[3] Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamps.

jmarmole@gmail.com

Marmolejo-Moncivais, J., R. Valenzuela-Garza, F. Garza-Ocañas y J. García-Jiménez, C. 2013. Micobiota, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 127-132.

Micobiota

José G. Marmolejo, Ricardo Valenzuela Garza, Fortunato Garza Ocañas y Jesús García Jiménez

12.1 INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) cuenta con una superficie total de 177,395.98 hectáreas y se encuentra ubicado en ocho municipios de estado de Nuevo León siendo estos Allende, García, Montemorelos, Monterrey, Rayones, Santa Catarina, Santiago y San Pedro Garza García (DOF, 2000). Este parque es un área natural protegida y proporciona importantes servicios ecológicos y ambientales a la ciudad de Monterrey y su área conurbada. Sin embargo, esta vecindad al área metropolitana de Monterrey genera una fuerte presión antropogénica lo que causa un desequilibrio en los ecosistemas. Esta presión ocasiona, entre otras consecuencias, una disminución de la diversidad de las especies incluyendo los hongos.

El conocimiento sobre la diversidad, biología y taxonomía de los hongos es escaso. Esto aun cuando los hongos son organismos importantes por sus implicaciones en muchos procesos ecológicos y por impactar directamente muchas actividades humanas (Mueller y Schmit, 2007) el número de especies de hongos a nivel mundial varía según el criterio de los autores. Generalmente, se aceptan las estimaciones hechas por Hawksworth (1991, 2001) de un número de 1.5 millones de especies, de los cuales se conocen menos del 5% de éstas. Rossman (1994) estimó la diversidad de hongos en un millón de especies. Schmit y Mueller (2007), calcularon un número conservador de 700,000 especies de hongos. En México, la situación no difiere mucho de lo estimado a nivel mundial, Guzmán (1998) estimó el número de especies de hongos en 200,000 de los cuales se conocen 7,000 especies. Esto representa apenas el 3.5% de las especies de hongos que probablemente existan en México. Conocer la diversidad total de hongos en México es igualmente una tarea difícil de realizar considerando que hay menos de 20 micólogos dedicados a la taxonomía, y muchos de ellos no dedican todo su tiempo a la investigación (Guzmán, 1998).

Entre los trabajos que registran especies recolectadas en el PNCM se pueden citar los siguientes: Welden y Lemke (1961) refieren a once especies de polyporáceos para los municipios de Santiago y San Pedro Garza García. Castillo y Guzmán (1970) describieron 28 especies de polyporáceos recolectados en el PNCM. Nieto-de Villarreal (1971) registró nueve especies de gasteromicetos para diversas localidades dentro del PNCM. Garza-Montemayor (1975) citó 5 especies de xylariáceos de los municipios de Santiago y Santa Catarina. Pérez-Silva (1975) describió tres especies de Xylaria del PNCM. Araujo-Menéndez (1977) registró 25 especies de hongos aislados de suelos agrícolas en la región de Laguna de Sánchez, Santiago. García (1980) y García y Castillo (1981) describieron 31 especies de boletáceos del PNCM. Marmolejo (1981) y Marmolejo *et al.* (1981) describieron 10 especies de thelephoráceos recolectados en el PNCM. Gómez-Sánchez y Castillo (1981) citaron 16 especies de mixomicetos del PNCM. Mendoza *et al.* (1981) estudiaron a *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter en la Laguna de Sánchez, Santiago. Valenzuela (1981) y Valenzuela *et al.,* (1981) describieron a *Volvariella villosovolva* (Lloyd) Singer de la Cola de Caballo, a *Lepiota cristata* (Bolton) P. Kumm. de Puerto Genovevo, Santiago y a *Gymnopilus aeruginosus* (Peck) Singer de Chipinque. Milonas-Von Versen (1982) estudió a *Cronartium conigenum* Hedgc. & N.R. Hunt de diversas localidades del municipio de Santiago. Céspedes-Cabriales (1982) aisló cuatro hongos acuáticos del municipio de Santiago. Chacón (1982) y Chacón y Guzmán (1983) registraron a siete ascomicetos para el PNCM. Garza-Ocañas (1983) citó a nueve especies de macromicetos del PNCM. Guevara (1984) y Guevara *et al.* (1985) estudiaron diez especies de macromicetos del PNCM. Cázares (1984) describió 19 especies de hongos hipogeos de diversas localidades dentro del PNCM. Garza-Ocañas *et al.* (1985) citaron 74 especies de macromicetos asociados con *Quercus rysophylla* Weath. de diversas localidades dentro del PNCM. Urista (1985) y Urista *et al.* (1985) registraron 24 especies de gasteromicetos del PNCM. Marmolejo y Butin (1990) describieron a *Ophiostoma colliferum* (Marm. & Butin) Georg Hausner, J. Reid & Klassen asociado a *Pinus teocote* Schlecht & Cham. en el municipio de Santiago. Marmolejo (1998) registró 287 taxones de hongos para el Parque Ecológico Chipinque. San Martín *et al.* (1999) citaron tres especies de *Hypoxylon* para el municipio de Santiago. García (1999) estudió 38 especies de boletáceos de especímenes recolectados en el PNCM. López-García (2002) citó 25 taxones de hongos asociados a la hojarasca de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en el Parque Ecológico

Chipinque. Guevara (2003) hizo un estudio molecular sobre el género *Cantharellus*, citando especímenes de *Cantharellus cibarius* Fr. y de *C. lateritius* Berk.) Singer procedentes del PNCM. Guevara y Garza-Ocañas (2005) citaron a *Cantharellus cibarius* de Chipinque o del Parque Ecológico Chipinque. Cazares *et al.* (2008) describieron a *Melanogaster minisporus* Cázares, Guevara, J. García & Trappedel en el municipio de Santiago. Guevara *et al.,* (2008) describieron a *Hysterangium aureum* Zeller y a *Hysterangium latisporum* Castellano, Cázares & Guevara de localidades del municipio de Santiago. Medel *et al.,* (2010) citaron a *Xylaria multiplex* (Kunze) Fr. de Chipinque. Finalmente, Herrera-Cruz (2011) registró 70 especies de hongos también del Parque Ecológico Chipinque.

12.2 METODOLOGÍA

Para la realización del presente estudio se hizo una búsqueda intensiva de referencias bibliográficas que incluyeran hongos descritos o citados del PNCM. Se consultó además la base de datos electrónica del Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (CFNL), las tesis disponibles en las bibliotecas de la Facultad de Ciencias Biológicas y de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, el Boletín y la Revista de la Sociedad Mexicana de Micología y otras revistas micológicas relevantes. Se tomó nota de todos los datos disponibles de colecta de todos los hongos encontrados tanto en la revisión bibliográfica como los de la base de datos. Se consultó el Index Fungorum (CABI, 2012) para la revisión de la validez, autoría, sinónima y posición taxonómica de todas las especies incluidas. Las especies dudosas no fueron tomadas en cuenta.

12.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 512 taxones de hongos para el PNCM, de los cuales, 375 son basidiomicetos, 108 son ascomicetos, uno es zigomiceto, cuatro se adscriben al Reino Chromista y 24 son mixomicetos adscritos al Reino Protozoa. En las figuras 12.1 y 12.2 se detalla la proporción de taxones para cada grupo taxonómico.

Los basidiomicetos (Phyllum Basidiomycota) encontrados se adscriben a 73 familias, de las cuales la familia Boletaceae fue la mejor representada con 56 taxones, seguida de la familia Agaricaceae con 38 taxones, seguidas por las familias Polyporaceae y Russulaceae con 33 y 18 taxones, respectivamente. Los ascomicetos (Phyllum Ascomycota) se adscribieron a 37 familias, de las cuales la familia Xylariaceae fue la mejor representada con 16 taxones. Los cigomicetos (Phyllum Zygomycota) estuvieron representados solo por una familia (Rhizopodaceae) con un sólo taxón. Las cuatro especies adscritas al Phyllum Oomycota del

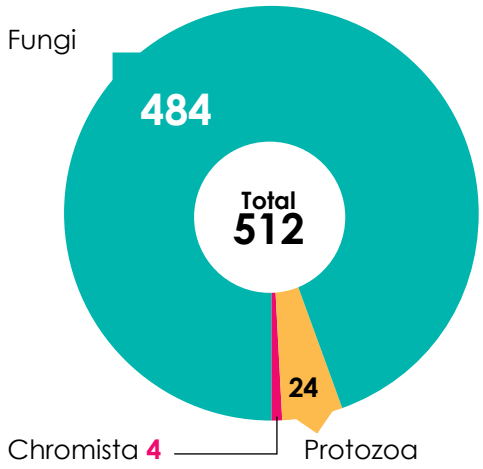


Figura 12.1 Proporción de taxones en relación a su Reino de adscripción.

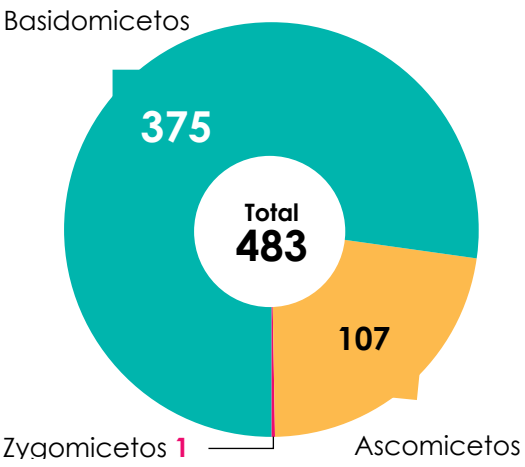


Figura 12.2 Proporción de taxones de hongos de en relación a su filo de adscripción.

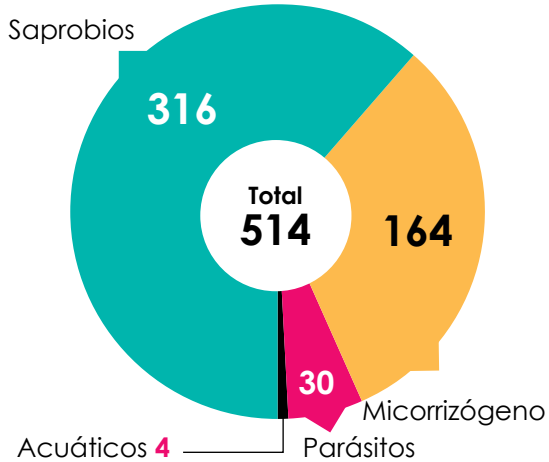


Figura 12.3 Hábitos de vida de los hongos encontrados en el PNCM.

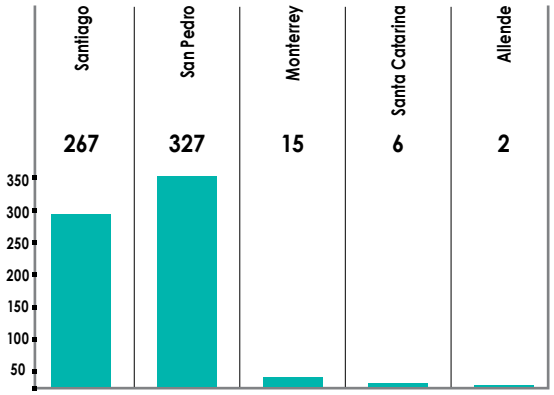


Figura 12.4 Distribución de las especies de hongos por municipio dentro del PNCM.

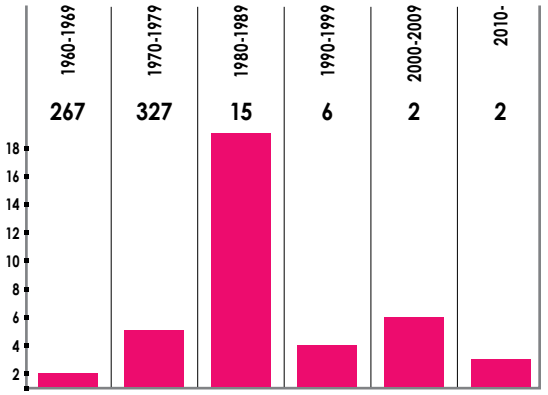


Figura 12.5 Publicaciones sobre hongos del PNCM por décadas

Reino Chromista se adscribieron a la familia Saprolegniaceae. Los mixomicetos (Reino Protozoa, Phyllum Amoebozoa) se adscribieron a ocho familias, de las cuales las familias Physaraceae y Stemonitidaceae fueron las mejor representadas con siete y seis especies, respectivamente.

En cuanto a los hábitos de vida de los especies de hongos encontrados, 316 son saprobios, 164 taxones corresponden a hongos micorrizógenos, 30 son parásitos y cuatro son acuáticos. Una representación gráfica se presenta en la Figura 12.3.

En cuanto a la distribución de las especies por localidades estudiadas, el municipio que registró el mayor número de taxones fue San Pedro Garza García con 327 especies, seguido por el municipio de Santiago con 267 taxones. Los municipios de Monterrey y Santa Catarina registraron 15 y 6 especies, respectivamente; y de Allende sólo se registraron 2 especies. De los municipios de García, Montemorelos y Rayones no se encontraron registros en la literatura revisada dentro de los límites del PNCM. Esta distribución coincide con los sitios más visitados por su accesibilidad o cercanía con la Ciudad de Monterrey, siendo el Parque Ecológico Chipinque el sitio mejor explorado, como ya lo había hecho notar Marmolejo (1998). En la Figura 12.4 se representan gráficamente la distribución de los hongos por municipio.

En cuanto a los tipos de vegetación de los que proceden los hongos colectados, la mayoría de ellos fueron recolectados de bosques de encinos, bosques mixtos y bosques de pinos, lo cual se ve reflejado en la alta diversidad de hongos saprobios de la madera y de hongos micorrizógenos en donde coincidentemente, ambos grupos presentaron 164 taxones. Algunos hongos se obtuvieron de suelos agrícolas (Araujo- Menéndez, 1977) y cuatro especies procedieron de ambientes acuáticos Céspedes-Cabriales(1982).

Como conclusión de estos resultados podemos decir que el conocimiento de los hongos del PNCM es escaso. Es importante señalar también que la mayoría de los hongos citados corresponden a publicaciones realizadas hace 25 años o más, donde destaca la contribución hecha por el hoy extinto Maestro Biólogo José Castillo Tovar, quien durante su paso por la UANL, dio un gran impulsó a los estudios micológicos en la región. En la Figura 12.5, se detalla el número de publicaciones por década consultadas con información sobre hongos del PNCM. Si consideramos las propuestas de Hawskworth (1991, 2001) y se extrapola la diversidad fúngica a la diversidad de plantas superiores del PNCM, 881 taxones, (CONANP, en prensa), la diversidad de especies de hongos del PCNM podría alcanzar casi las 5,000 especies, de las cuales se conocen aproximadamente, sólo un 10 por ciento.

La información aquí presentada pone de manifiesto la falta de conocimiento sobre la diversidad fúngica del PNCM. Esto a pesar de la importancia que tienen los hongos dentro de los ecosistemas como simbiontes mutualistas (hongos micorrizógenos) y su papel vital como degradadores de la materia orgánica y parásitos, sin dejar de mencionar su aprovechamiento como fuente de alimento, metabolitos, productos medicinales, procesos de biorremediación, control biológico, etc. Por lo que es necesario impulsar los estudios sobre el conocimiento de los hongos y, en general, sobre la biodiversidad. Dicho impulso debe ser promovido por igual por el sector público, las Universidades y el sector privado.

12.4 LITERATURA CITADA

Araujo-Menéndez, C. M. 1977. Aislamiento e identificación de hongos del suelo de la zona agrícola de la laguna de Sánchez, Santiago, Nuevo León, México. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

CABI Bioscience, CBS and Landcare Research. 2012. Index Fungorum, www.indexfungorum.org. Accesado junio 2012.

Castillo, J. y Guzmán, G. 1970. Estudio sobre los polyporaceos de Nuevo León, II. Bol. Soc. Bot. Mex.31:1-47.

Cázares, E. 1984. Estudio taxonómico y ecológico de los hongos hipogeos (Zygomycetes, Ascomycetes y Basidiomycetes) en algunas localidades de los estados de Coahuila, Durango y Nuevo León. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Cázares, E., G. Guevara, J. García y J. M. Trappe. 2008. Melanogaster minysporus sp. nov., a new sequestrate member of the Boletales from Mexico. Rev. Mex. Mic. 28: 67-69.

Chacón, S. 1982. Contribución al estudio florístico y ecológico de algunos ascomycetes (fungi) : poco conocidos en México. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Chacón, S. y G, Guzmán. 1983. Ascomycetes poco conocidos en México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 18: 183-218.

Céspedes-Cabriales, A. E. 1982. Algunos "Phycomycetes" acuáticos y terrestres (Chytridiomycetes y oomycetes) de 4 estados de la República Mexicana. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

CONANP. (En Prensa). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Pp. 179.

DOF, Diario Oficial de la Federación. 2000. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de parque nacional, la región conocida con el nombre de Cumbres de Monterrey, ubicada en los municipios de Allende, García, Montemorelos, Monterrey, Rayones, Santa Catarina, Santiago y San Pedro Garza García, Estado de Nuevo León.

García, J. 1980. Las especies de hongos del grupo de los boletáceos conocidos en Nuevo León. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

García, J. 1999. Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, N.L. Pp. 334.

García, J. y J. Castillo. 1981. Las especies de boletaceos y gomfidiaceos conocidas en Nuevo León. Bol. Soc. Mex. Mic. 15: 121-197.

Garza-Montemayor, F. 1975. Distribución de algunos sphaeriales en el estado de Nuevo León. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Garza-Ocañas, F. 1983. La Flora micológica (Macromicetes) asociada al bosque de *Quercus rysophylla* Weatherby, en algunas localidades de la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Garza-Ocañas, F., García, J. y Castillo, J. 1985. Macromicetos asociados al bosque de *Quercus rysophylla* en algunas localidades del centro del estado de Nuevo León. Rev. Mex. Mic. 1:423-437.

Gómez Sánchez, A. y J. Castillo. 1981. Estudio sobre los myxomycetes del estado de Nuevo León. Bol Soc. Mex. Mic. 15: 199-223.

Guevara, G. 1984. Estudio taxonómico de algunas especies de hongos macromycetes (basidiomycetes) de tres estados del norte de México. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Guevara, G. 2003. Estudios moleculares del hongos comestible y ectomicorrizógeno *Cantharellus* spp. de algunas localidades de México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Forestales, UANL.

Guevara G., J. García y J. Castillo. 1985. Algunos agaricales del norte de México. Rev. Mex. Mic. 1: 129-188.

Guevara, G. y F. Garza Ocañas. 2005. Estudio de la subunidad mayor del ADN ribosomal nuclear de algunas especies del género Cantharellus de México. Rev. Mex. Mic. 20: 21-26.

Guevara, G., M. A. Castellano, J. García, E. Cázares y J. M. Trappe. 2008. Hysterangium (Hysterangiales, Hysterangiaceae) from northern Mexico. Rev. Mex. Mic. 28: 95-100.

Guzmán, G. 1998. Inventorying the fungi of Mexico. Biodivers. Conserv. 7:369–384.

Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. Mycol Res 95:641–655.

Hawksworth, D. L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. Mycol. Res. 105: 1422–1432.

Herrera Cruz, M. 2011. Los hongos del Parque Ecológico Chipinque, San Pedro Garza García, Nuevo León, México. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

López García, T. G. 2002. Diversidad y distribución de los micromicetos asociados a la hojarasca de *Pinus pseudostrobus* Lindl. a lo largo de transectos altitudinales en el Parque Ecológico Chipinque, San Pedro Garza García, N.L. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Marmolejo, J. G. 1981. Contribución al conocimiento de las especies de teleforaáceos (Fungi, Basidiomycetes) de México, con datos sobre su distribución ecológica y geográfica y la importancia económica. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Marmolejo, J. G. 1998. Diversidad fúngica en dos ecosistemas forestales del estado de Nuevo León, México. Reporte Científico 36:1-43.

Marmolejo, J. G. y H. Butin. 1990. New conifer-inhabiting species of *Ophiostoma* and *Ceratocystiopsis* (Ascomycetes, Microascales) from Mexico. Sydowia 42: 193-199.

Marmolejo, J. G., J. Castillo y G. Guzmán. 1981. Descripción de especies de teleforaceos poco conocidas en México. Bol. Soc. Mex. Mic. 15: 9-65.

Medel, R., G. Guzmán y R. Castillo. 2010. Adiciones al conocimiento de *Xylaria* (Ascomycota, Xylariales) en México. Rev. Mex. Mic. 31: 9-18.

Mendoza H. A., A. M. Bailey y J. E. Ibarra. 1981. Evaluación de daños ocasionados por la "roña del manzano" *Venturia inaequalis* (Cke.)Wint., en Santiago, N.L. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Milonas-Von Versen, H. 1982. Algunos aspectos de la biología y distribución en Nuevo León y Coahuila del hongo *Cronartium conigenum* Hdgck. & Hunt. (Uredinales: Melampsoraceae). Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Mueller, G. M. y J. P. Schmit. 2007. Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? Biodivers. Conserv. 16:1-5.

Nieto-de Villarreal, H. 1971. Algunas especies de gasteromycetes (Basidiomycetes) en el estado de Nuevo León, México. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Pérez-Silva, E. 1975. El Género Xylaria (Pyrenomycetes) en México, I. Bol. Soc. Mex. Mic. 9: 31-52

Rossman, A. 1994. A strategy for an all-taxa inventory of fungal biodiversity. In: Peng C. I. y C. H. Chou (eds.), Biodiversity and terrestrial ecosystems. Academia Sinica Monograph Series No. 14. Taipei, Pp. 169–194.

San Martín, F. E., Y-M. Ju y J. D. Rogers. 1999. Algunas especies de Hypoxylon (Pyrenomycetes, Xylariaceae) de México. Acta Botánica Mexicana 47:31-53.

Schmit, J. P. y G. M. Mueller. 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. Biodivers. Conserv. 16:99–111.

Urista, E. 1985. Taxonomía y aspectos ecológicos de algunas especies de Gasteromycetes (Basidiomycetes) en diversas localidades de los estados de Nuevo León, Coahuila, Durango y Tamaulipas. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Urista, E., J. García y J. Castillo. 1985. Algunas especies de gasteromicetos del norte de México. Rev. Mex. Mic. 1: 471-523.

Valenzuela, R. 1981. Contribución a la flora micológica mexicana. Descripción de 23 taxa de macromicetos con discusiones sobre su ecología y distribución. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Valenzuela, R., G. Guzmán y J. Castillo. 1981. Descripciones de especies de macromicetos poco conocidas en México, con discusiones sobre su ecología y distribución. Bol. Soc. Mex.Mic. 15: 67-120.

Welden, A. L. y P. A. Lemke. 1961. Notas sobre algunos hongos mexicanos. Bol. Soc. Bot. Mex. 26:1-24.



CAPÍTULO

13

GIMNOSPERMAS

Susana Favela Lara[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas
Cd. Universitaria, CP 66451. AP 105-F.
San Nicolás de los Garza, N.L.
sfavela@gmail.com

Favela-Lara, S. 2013. Gimnospermas, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 133-139.

Gimnospermas

Susana Favela Lara

13.1 INTRODUCCIÓN

Las Gimnospermas ocupan un lugar predominante en el reino de las plantas. Constituyen un grupo que ha demostrado tener éxito en su adaptación a ambientes muy diferentes. Como resultado de este éxito, se pueden encontrar especies en la mayor parte de los hábitats terrestres, creciendo de forma natural en el hemisferio norte. En algunas partes son árboles dominantes en bosques extensos y en muchas otras son codominantes, usualmente con otras coníferas y algunas veces con angiospermas.

Además de ser grandes componentes de la vegetación y ser una fuente importante para la economía, influyen marcadamente los ecosistemas de muchas formas. Afectan los procesos biogeoquímicos, hidrológicos y regímenes de fuego. Proveen de alimento y crean hábitats para otros animales; además juegan un rol importante en la determinación regional y global del clima (Farjon, 2008).

Habitan principalmente en zonas templadas de ambos hemisferios y han sido elementos importantes en comunidades de plantas tanto fósiles como actuales, su aparición a finales de Paleozoico representa uno de los procesos evolutivos más importantes dentro de los patrones de diversificación de las plantas vasculares (Niklas *et al.,* 1983).

Gimnospermas significa "plantas con semillas desnudas" lo opuesto de angiospermas, las cuales tienen semillas encerradas en carpelos formando un fruto. Algunas gimnospermas son las precursoras de angiospermas, aunque aún no se sabe de cual gimnosperma (fósil) derivaron las angiospermas. Las gimnospermas, formalmente se clasifican como división o subdivisión, no son un grupo natural, simplemente son todas las plantas con semillas que no son angiospermas.

Diversidad

Actualmente, existen ocho familias, 70 géneros y 630 especies con distribución mundial. Dentro de este grupo, las tres familias mejor representadas y que quedan incluidas en las coníferas (Orden Coniferales) son: Pinaceae (11 géneros y 225 especies), Podocarpaceas (18 géneros y 185 especies) y Cupressaceae (30 géneros y 133 especies,) (incluyendo la familia Taxodiaceae) (Farjon, 2008). De éstas, cuatro familias están presentes en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), marcadas en negrillas en la Tabla 13.1.

Tabla 13.1 Clasificación de las Espermatofitas, énfasis en las Gimnospermas. Familias en negrillas presentes en el PNCM. Número de géneros y especies a nivel mundial, indicados en paréntesis, separados por diagonal. Tomado de Simpson (2010).

ESPERMATOFITA
- **GYMNOSPERMAE**
  - CYCADOPHYTA
    - Cycadaceae (1/100-110)
    - Zamiaceae (10/220-230)
  - GYNKGOPHYTA
    - Ginkgoaceae (1/1)
  - CONIFERAE (PINOPHYTA)
    - **Pinaceae (12/225)**
  - CUPRESSOPSIDA
    - Araucariacea (3/32)
    - **Cupressaseae (32/130)**
    - Phyllocladaceae (1/5)
    - Podocarpaceae (17/167)
    - Sciadopityaceae (1/1)
    - **Taxaceae (6/28)**
  - GNETALES
    - Ephedraceae (1/40)
    - Gnetaceae (1/30)
    - Welwitschiaceae (1/1)

Las gimnospermas en México están distribuidas principalmente en bosques templados y matorrales áridos, florísticamente están representadas por cerca de 130 especies incluidas en 14 géneros y seis familias, esta diversidad representa el 15%, a nivel mundial. En estos bosques templados se concentra más de la mitad de las especies (cerca de 70 especies) y se distribuyen principalmente en las regiones biogeográficas de la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur y los Altos de Chiapas. La Sierra Madre Oriental alberga el mayor número de especies (50) considerada previamente por Contreras-Medina (2004) como una área rica e importante en Gimnospermas. El estado de Nuevo León queda insertado dentro de esta provincia fisiográfica la cual brinda

las condiciones ecológicas adecuadas para albergar 33 especies, 11 géneros y 5 familias pertenecientes todas ellas al grupo de las Gimnospermas (Contreras-Medina y Luna-Vega, 2007).

La Ecología de las Gimnospermas dentro del PNCM

Para poder enmarcar al grupo de la gimnospermas dentro del PNCM se tendría que dividir éste en dos grandes regiones: la región árida y la región mesica-templada (Estrada *et al.,* 2007), donde este grupo es diverso y está representado por 17 especies, ocho géneros y cuatro familias (Estrada, 2007). Algunas de ellas, están presentes en las regiones xéricas o áridas y otras en las áreas boscosas y más templadas, de tal forma que se distribuyen dentro del PNCM en altitudes que van desde los 800 a los 3,400 msnm. Algo importante de mencionar, es que seis de estos taxa han sido categorizados como amenazados, en riesgo de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y por la lista roja de especies amenazadas por la International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2003) en estatus de bajo riesgo, casi amenazada y críticamente amenazada, por lo que son prioritarias para la conservación.

Las gimnospermas ocurren en matorrales submontanos, bosques de encino, bosques de pino-encino, bosques de coníferas, bosques de pino y zonas de transición. Dada la topografía variada del PNCM, el cual está representado dentro del macizo montañoso de la Sierra Madre Oriental la descripción de la distribución de este grupo de plantas en este capítulo se hace desde un punto de vista de zonación climática y altitudinal dado que la naturaleza de estos taxa obedece de manera natural a esta forma y no bajo los criterios de límites estatales.

La parte norte del PNCM corresponde a la denominada zona árida, está constituida por diferentes matorrales. El matorral submontano forma el límite más bajo de los bosques, especialmente en las laderas semi-desérticas. En estas comunidades predomina la vegetación arborescente de especies de *Juniperus flaccida*, *Pinus cembroides*, *P. remota* y *P. pinceana*. Generalmente, se localizan en sitios secos con precipitaciones anuales entre 300 y 500 mm y altitudes bajas entre 1,100 y 1,700 msnm. Cabe hacer mención que la única localidad reportada para *P. remota* para el estado de Nuevo León está dentro de los límites del PNCM, la población más cercana es la Sierra de la Gavia en el estado de Coahuila. Esta especie ocurre en asociación con otros taxa del grupo de las gimnospermas como son *P. cembroides* y *J. flaccida*, además de otros componentes de angiospermas que delinean el matorral submontano. Su posición taxonómica ha sido controversial desde que fue originalmente descrita como *P. catarianae* por Robert-Passini (1981), sin embargo, trabajos recientes tanto morfológicos como moleculares (Farjon y Styles, 1997; Favela, 2005) demostraron su sinonimia y ahora es oficialmente aceptada como *Pinus remota*.

Otra especie de reciente descubrimiento (Favela *et al.,* 2009) para el estado de Nuevo León y que pasa a formar parte de las especies de gimnospermas reportadas para PNCM es *Pinus pinceana*. Esta especie se distribuye dentro del matorral submontano, se presenta de manera esparcida por algunos lomeríos semiáridos y cañadas, bajo las mismas condiciones ecológicas que las otras especies reportadas en esta área, para este tipo de vegetación (Figura 13.1). *P. pinceana* está categorizada como sujeta a protección especial (Pr) por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y por la IUCN (2003) como bajo riesgo y casi amenazada. La ventaja que brinda el hecho de que ocurra dentro de los límites del PNCM es que favorecería su conservación y protección.

De manera general, podemos decir que los pinares son un grupo heterogéneo de bosques dominados por especies de Pinus se extienden desde las partes bajas (1,400 msnm) hasta el límite de la vegetación arbórea y desde piñonares xéricos abiertos hasta bosques mesico (con moderada humedad) mixtos montanos de tallos altos con doseles cerrados.

Los bosques de pinos mesicos de la zona montana generalmente se localizan entre los 1,400 y 2,800 msnm y son más diversos. En varias partes del PNCM más de una especie y no menos de 5 a 8 pueden estar presentes en un sólo bosque, generalmente distribuidos en una zonación altitudinal. Por un lado, las especies simpátricas son comunes en este tipo de bosques y se presentan de manera más frecuente que en ninguna otra comunidad vegetal de este tipo, y por el otro lado, otras pocas especies ocurren cuando un género u otros géneros de coníferas están presentes.

Dentro del cinturón del bosque de pino montano se presenta una zonación altitudinal influida por el factor climático. Las especies de este grupo presentan ciertas adaptaciones en respuesta a estas diferencias altitudinales y/o climáticas, las cuales se denotan en el follaje largo y péndulo de algunas especies que ocurren en lugares más bajos y con temperaturas más calientes, mientras que las hojas cortas, duras y rígidas son más características de especies de lugares altos y temperaturas frías. Especies presentes dentro del PNCM que responden a estas adaptaciones son *Pinus pseudostrobus*, *P. greggii* y *Juniperus flaccida*, las cuales habitan en lugares bajos y calientes mientras que *P. hartwegii*, *P. cembroides* var. *bicolor* son de hojas cortas y lugares fríos y elevados. Existen algunas especies con



Figura 13.1 Bosque de gimnospermas

rangos más amplios que van desde las partes bajas del cinturón montano hasta las partes más altas y que con frecuencia constituyen el bosque montano. Dentro del PNCM, *P. cembroides*, *P. teocote*, *P. pseudostrosbus*, *P. montezumae*, *P. gregii* y *Juniperus monosperma*, son especies que presentan adaptaciones a diversas condiciones climáticas y edáficas, como resultado de su variación genética.

Existe una transición gradual entre el denominado bosque de encino y el bosque de pino en altitudes montanas: la mayoría de los bosques clasificados como bosques de pino tienen una mezcla de *Quercus*, mientras que el bosque de encinos contiene especies de pinos. Algunas especies de pinos se asocian comúnmente con árboles de hoja ancha, deciduos y de temperaturas más cálidas. A primera instancia, *Pinus pseuodstrobus* y *P. teocote* están generalmente creciendo con especies de *Quercus* en donde se presenta una transición gradual del bosque de encino-pino al bosque de pino en las laderas secas del PNCM en donde algunas especies de pinos más tolerantes a la sequía hacen su aparición como, por ejemplo, *P. pseudostrobus* y *P. montezumae*. Esto se puede observar en la partes de la Sierra de Chipinque.

En las partes frías, húmedas y con la presencia de nubes dentro del PNCM se localizan los bosques de coníferas los cuáles se caracterizan por la presencia, no solamente del género *Pinus* sino de otros géneros pertenecientes al orden coniferales los cuales están incluidos dentro del grupo de las gimnospermas. En estos bosques templados y húmedos ocurren las especies *Cupressus arizonica*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies vejarii*, *Taxus globosa* y *Picea martinezii*, junto con pocas especies del género *Pinus*. En estas partes del bosque en donde la competencia por crecimiento de coníferas altas es severa, la dispersión efectiva de semilla es de suma importancia para poder llegar a los lugares más distantes posibles. Todas las especies tienen conos (estróbilos femeninos) que se abren fácilmente al secarse en la madurez, permitiendo liberar las semillas. Los conos de estas especies se caracterizan por presentarse en las puntas más altas de los árboles como en el género *Abies* (Figura 13.2 y 13.3) o hacia la parte terminal de las ramas más altas como en algunas especies de pinos, esto para facilitar la dispersión de las semillas a largas distancias.

Con respecto al bosque de coníferas es importante puntualizar que, al menos, cinco de sus especies están enlistadas en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la IUCN (2003). De particular interés y digna de mencionar, es *Picea martinezii* que por su distribución restringida, confinada exclusivamente al noreste de México a dos localidades del estado de Nuevo León y una de ellas en el ejido La Trinidad, el cual pertenece al PNCM, está categorizada En Peligro de Extinción por la NOM-



Figura 13.2 *Abies* sp.



Figura 13.3 *Pseudotsuga* sp.

059-SEMARNAT-2010 y Críticamente Amenazada por la IUCN (2003), lo que exige esfuerzos especiales para su manejo y conservación.

Finalmente, en las partes más altas del PNCM entre los 2,800 y 3,400 msnm, están presentes algunas especies de pinos, entre ellas *Pinus cembroides* var. *bicolor*, especie de tamaño pequeño que hace su presencia a los 2,800 metros y en ocasiones se localiza dentro de la zona denominada chaparral montano, habitando con otras especies de *Quercus* de tamaño pequeño (Figura 13.4). Generalmente, se presenta con una distribución disyunta a lo largo de la Sierra Madre Oriental. Desde un punto de vista taxonómico esta especie ha sido controversial. Con frecuencia es referida como *P. johannis*, sin embargo, estudios filogenéticos a nivel molecular, demostraron que no existe diferencia genética entre este taxón y *P. cembroides* var. *bicolor* por lo que ahora *P. johannis* es sinónimo de *Pinus cembroides var. bicolor* (Favela, 2005). Otra especie que se presenta dentro de este rango altitudinal y que en muchas ocasiones viene a señalar el límite de vegetación arbórea (no para el PNCM) es *P. hartwegii*. Dentro del PNCM se presenta de manera dispersa en las partes altas, creciendo en ocasiones con *Pseudotsuga menziesii* y *Abies vejarii*, en las partes más altas de la sierra donde generalmente, forma bosques puros o monotípicos. (Figura 13.5).

13.2 CONCLUSIONES

Los patrones de diversidad de las gimnospermas presentes en el PNCM no responden a un gradiente latitudinal, sino que la riqueza que se presenta en esta zona, puede ser producto de que los géneros de las gimnospermas neárticas, como *Abies*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Pinus* y *Picea* son más diversos en el Reino Holártico y que los estados del noreste de México y particularmente, el PNCM, no son la excepción, por lo que han sido influenciados por este patrón distribucional.

En relación con los rangos altitudinales, las especies de gimnospermas que se presentan en el PNCM se clasifican dentro de la categoría de montanas (1,000-2,600 msnm) y altas montanas (2,800-3,400), además, muestran una relación cercana con los hábitos montanos (partes altas, húmedas y frías, dominadas por coníferas) (Farjon y Styles, 1997; Contreras-Medina, 2004).

De las 17 especies de gimnospermas presentes en el PNCM, algunas se distribuyen de manera disyunta por lo que se presentan para una o varias localidades. *Pinus teocote* y *P. pseudostrobus* son las especies de gimnospermas más ampliamente distribuidas y forman bosques dominantes. Por último y no menos importante, es la especie *Taxodium mucronatum*, presente en hábitats riparios por lo que están asociados a los cauces de los ríos y arroyos y se le puede considerar como una especie ampliamente distribuida y de suma importancia dentro del PNCM.



Figura 13.4 Chaparral montano.



Figura 13.5 Bosque de *Abies* y *Pseudotsuga*.

13.3 LITERATURA CITADA

Contreras–Medina, R. 2004. Gimnospermas. In: Luna I. J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.), Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental: un enfoque multidisciplinario. CONABIO-UNAM, México. D.F. Pp. 137-148.

Contreras-Medina, R. y I. Luna Vega. 2007. Species richness, endemism and conservation of Mexican gymnosperms. Biodiversity Conservation 16:1803-1821.

Estrada, E. 2007. Flora del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. Bases de datos SNIB2010-CONABIO proyecto No. BK036. México, D.F.

Estrada E., J. A. Villarreal, C. Cantú, I. Cabral, L. Scott y C. Yen. 2007. Ethnobotany in the Cumbres de Monterrey National Park, Nuevo León, México. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 3: 8

Favela, L. S. 2005. Taxonomy and genetic variation of pinyon pines (Pinus subsection Cembroides) in the Northeast of Mexico. Unpublished doctoral disertation, University of Edinburgh, Scotland.

Favela L. S., C. Velazco-Macías, y G. Alanís-Flores. 2009. *Pinus pinceana* (PINACEA) un nuevo registro para el Estado de Nuevo León. Journal of the Botanical Research Institute of Texas 3: 771-774.

Farjon, A. 2008. A natural history of Conifers. Timber press. Pp. 304.

Farjon, A. y Styles, B. T. 1997. Pinus (Pinaceae). Flora Neotropica Monograph 75. The New York Botanical Garden, New York.

IUCN. 2003. IUCN Red List Categories and Criteria: versión 3.1. Gland, Switzerland and Cambridge, UKIUCN Species Survival Commission. IUCN.

Niklas, J., H. Tiffney y H. Knoll.1983. Patterns in vascular land plant diversification. Nature 303: 614-616.

Robert-Passini, M.-F. 1981. Deux nouveaux pins pignons du Mexique. Bull. Mus. Hist. Nat. (París), sér. 4, sect. B., Adansonia 1: 61-73

Simpson, G. 2010. Plant Systematics. Second Edition. Elsevier. Pp. 740.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de Diciembre de 2010.



CAPÍTULO

14

ANGIOSPERMAS

Eduardo Estrada Castillón[1], José Á. Villarreal Quintanilla[2] y María M. Salinas Rodríguez[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales

Carretera Nacional km 145, C.P. 67700, A.P. 41. Linares, N.L.

[2]Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

aeduardoestradac@prodigy.net.mx

Estrada-Castillón, E., J. Villarreal-Quintanilla y M. Salinas-Rodríguez. 2013. Angiospermas, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 141-159.

Angiospermas

Eduardo Estrada Castillón, José A. Villarreal Quintanilla y María M. Salinas Rodríguez

14.1 INTRODUCCIÓN

El noreste de México se caracteriza por la heterogeneidad de su paisaje, sus vastas planicies, montañas y serranías albergan una diversa asociación de comunidades vegetales y una rica diversidad de especies vegetales. Los matorrales, bosques de encino y bosques de coníferas son los elementos más característicos del paisaje. Las principales comunidades son de matorral (matorral submontano, matorral mediano subinerme, piedmont scrub, matorral tamaulipeco y matorral rosetófilo) (Muller, 1939; Rojas-Mendoza, 1965; Rzedowski, 1978), chaparral (Valiente-Baunet *et al.,* 1998), bosques mixtos de encino-pino (Rzedowski, 1978; Perry, 1991) además de coníferas (Miranda y Hernández X, 1963; Beaman y Andresen, 1966; Rzedowski, 1978; Farjón *et al.,* 1997). Otras comunidades vegetales, no tan extensas pero con particularidades en su composición vegetal y flora son las comunidades halófitas (Scott *et al.,* 2004) y pradera subalpina (Beaman y Andresen, 1966; García y González, 1991). En la actualidad varias de estas comunidades presentan gran deterioro de su composición natural debido a la tala inmoderada, incendios, cambio de uso de suelo, sobrepastoreo y otras actividades antropogénicas.

La Sierra Madre Oriental es una de las más importantes unidades fisiográficas del noreste de México, no sólo por su belleza escénica, sino por ser la principal área captadora de agua de la región, reservorio de recursos naturales susceptibles de aprovechamiento, presencia de áreas naturales protegidas (Reserva de la Biosfera El Cielo, PNCM, Cerro El Potosí, El Tokio, entre otras).

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) es el mayor de los Parques Nacionales terrestres en México, comprende una superficie de 177,396 ha y fue decretado en 1939 y redelimitado en 2000, con la finalidad de proteger la flora y fauna regional. Hasta hoy es una de las área más visitadas en Nuevo León como fuente de esparcimiento, recreación y actividades de picnic, acampamiento y caminatas. Las principales áreas urbanas dentro del PNCM son: Puerto Genovevo, El Manzano, Ciénega de González, Laguna de Sánchez, El Tejocote, El Hondable, La Camotera, La Trinidad, Potrero Redondo, El Pajonal, El Huajuco, La Huasteca y San Antonio de la Osamenta (INEGI, 1986a).

La lista florística de este estudio se basa principalmente en las colectas de los autores, así como la revisión de las colecciones científicas de los herbarios ANSM, LL y TEX. Los materiales fueron identificados por los autores y han sido depositados en los herbarios ANSM, BRIT, CFNL, MEXU y TEX.

Comunidades vegetales dominantes

Las comunidades vegetales dominantes en el PNCM de acuerdo con Muller (1937), Rojas-Mendoza (1965) e INEGI (1981) son matorral submontano, matorral tamaulipeco, matorral micrófilo, matorral rosetófilo, bosque de encino-pino, bosque de pino y bosque escuamifolio.

Matorral submontano: (matorral mediano subinerme, piedmont scrub): Constituido por especies inermes y espinosas, subcaducifolio, con tres estratos, bajo (1 m o menos de altura), mediano (1.5-3 m) y alto (mayor de 3 m), ubicado en las pendientes y pie de montaña está compuesto principalmente por *Acacia berlandieri, A. greggii, A. rigidula, Agave lechuguilla, Amyris madrensis, A. texana, Bernardia myricaefolia, Caesalpinia mexicana, Calia secundiflora, Celtis pallida, Cercidium macrum, Cordia boissieri, Eysenhardtia texana, Forestiera angustifolia, Gochnatia hypoleuca, Havardia pallens, Helietta parvifolia, Jatropha dioica, Karwinskia humboldtiana, Leucophyllum frutescens, Malpighia glabra, Neopringlea integrifolia, Opuntia engelmannii, Randia rhagocarpa, Schaefferia cuneifolia, Syderoxylon lanuginosum* y *Zanthoxylum fagara*. En las faldas, serranías bajas y en las partes bajas de las montañas se compone principalmente por: *Acacia angustissima, A. berlandieri, A. coulteri, A. roemeriana, Caesalpinia mexicana, Calia secundiflora, Carya ovata, Cercocarpus mojadensis, Chiococca pachyphylla, Decatropis bicolor, Fraxinus greggii, Havardia pallens, Neopringlea integrifolia, Prunus serotina, Ptelea trifoliata, Randia rhagocarpa* y *Ungnadia speciosa*.

Matorral tamaulipeco: Comunidad de arbustos medianos o bajos con predominio de: *Acacia rigidula, Agave lechuguilla, Bernardia myricaefolia, Cordia boissieri, Eysenhardtia texana, Havardia pallens, Jatropha dioica, Karwinskia humboldtiana, Leucophyllum frutescens, Opuntia engelmannii* y *Schaefferia cuneifolia*.

Matorral rosetófilo: Se localiza en pendientes pronunciadas y áreas con suelos pedregosos, poca hu-

medad, principalmente en exposiciones sur y este, se caracteriza por poseer entre sus especies dominantes a elementos con hoja arrosetada, destacando: *Agave americana*, *A. bracteosa, A. lechuguilla, A. lophantha, A. striata, A. victoriae-reginae, Hechtia glomerata, Hesperaloe funifera, Nolina* spp. y *Yucca*.

Bosques de encino-pino y pino-encino: Estos bosques mixtos son las comunidades dominantes en la Sierra Madre Oriental, desde 700 msnm. Se componen principalmente por especies de *Pinus* y *Quercus*, donde sobresalen *P. pseudostrobus, P. greggii, P. ayacahuite, P. teocote, Q. laceyi, Q. canbyi, Q. polymorpha, Q. mexicana, Q. coccolobifolla, Q. glaucoides, Q. fusiformis* y *Q. hypoleucoides*, entre otros.

Bosques de pino: Son comunidades situadas principalmente a partir de 1,600 msnm. en la Sierra Madre Oriental y en la cúspide de sierras aisladas a este macizo montañoso. Las especies predominantes son: *P. cembroides*, en zonas bajas con pendientes bajas a moderadas y áridas, mientras que en las regiones húmedas y más abruptas destacan: *P. teocote, P. pseudostrobus, P. hartweggii, P. arizonica, P. ayacahuite, P. greggii* y *P. strobiformis*.

Bosque escuamifolio: comunidad distribuida en manchones, en zonas templadas, con baja precipitación, se caracteriza por la presencia de *Juniperus monosperma* y *J. deppeana*, como los taxa principales (Zanoni y Adams, 1980).

14.2 METODOLOGÍA

Se colectaron muestras botánicas en todas las comunidades vegetales del PNCM, las cuales se prensaron, secaron, fumigaron e identificaron por los autores en el herbario (CFNL) de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. La colección base se depositó en el herbario CFNL, juegos de muestras incompletos están depositados en los herbarios ANSM, MEXU, TEX. Para la conformación del listado nos basamos en los trabajos de investigación de diversos autores (Aguirre-Claveran, 1983; Allred y Valdés, 1997; Anderson, 1987; Banda-Silva, 1974; Barkworth, 1993; Barneby, 1964; Barneby, 1977; Beaman, 1990; Beetle, 1983; Beetle, 1987; Beetle *et al.,* 1991; Beetle *et al.,* 1995, Beetle *et al.,* 1999; Blake, 1918; Bolli, 1994; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991a; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991b; Capo-Arteaga 1972; Correl y Jhonston, 1970; Cruden, 1981; Dempster, 1978; Elisens, 1985; Espejo y López, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997a, 1997b, Frame *et al.,* 1999; Freytag y Debouck, 2002; Fryxell, 1988; García, 1973; Gentry, 1982; Gunn, 1979; Hawksworth y Widens, 1977; Henrickson, 1999a,b; Henrickson y Flyr, 1985; Hess y Henrickson, 1987; Hinton y Hinton, 1995; Iltis, 1958; Johnston, 1975; Johnston, 1957; 1962; 1971; 1975; 1990; King y Robinson, 1987; Knobloch y Correl, 1962; Luckow, 1993; Marroquín de la Fuente, 1968; Marroquín, 1985; Matuda y Piña, 1980; McDonald, 1990; Méndez y Villaseñor, 2001; Mickel y Beitel, 2004; Nesom, 1990; Ownbey, 1958; Peterson *et al.,* 2004; Peterson y Valdés-Reyna, 2005; Phipps, 1997; Piña, 1985; Raven y Gregory, 1972; Rico y Bachman, 2006; Robinson, 1930; Rodríguez-López, 1987; Salazar, 1993; Silba, 1985; Simpson, 1998; 1999; SPP, 1986; Strother, 1991; Tryon, 1956; Turner 1982; 1991; 1994; 1996; 1997; 2001; Umber, 1979; Valdés-Reyna, 1997; Valdés Reyna y Allred, 2003; Woodson, 1954; Zanoni y Adams, 1980).

14.3 RESULTADOS

La flora del PNCM incluye 132 familias, 614 géneros, 1,332 especies, que adicionadas a las 152 taxa infraespecíficas adicionales hacen un total de 1,484 taxa (Tabla 14.1). Las familias con mayor número de géneros y géneros con mayor número de especies se muestran en las Tablas 14.2 y 14.3, respectivamente. La lista sigue el sistema de clasificación de Cronquist *et al.* (1966) para nombres de categorias de división y clase, Cronquist (1981) para magnoliofitas y Crabbe *et al.* (1975) para helechos y grupos afines (Pteridofitas). Las categorías de familia, género y especie en cada grupo, se presentan en secuencia alfabética.

Fitogeografía

Diversos autores han definido la zona de transición mexicana (Darlington, 1957; Halffter, 2003), como un área compleja y variada donde se superponen elementos bióticos neotropicales y neárticos, así como la evolución *in situ* de numerosos taxones endémicos, lo que equivaldría a la provincia mesoamericana de montaña (Cabrera y Willink, 1973), a la región mesoamericana de montaña (Rzedowski, 1978) y al componente mexicano de montaña (Morrone y Márquez, 2003).

El PNCM se ubica en la Sierra Madre Oriental y por ende en la zona de transición mexicana. Esta sierra consta de una serie de sierras de estratos plegados, que forman cañones profundos surcados por estrechos valles intermontanos que pueden ir en gradientes altitudinales con diferencias significativas que van desde los 600 hasta los 3,400 msnm, efecto que ha favorecido la predominancia de especies de afinidad templada hacia las partes más altas y escarpadas de la serranía, mientras que en las zonas de cañadas o áreas protegidas de la incidencia solar y donde la humedad del suelo se conserva por más tiempo; son comunes las comunidades con elementos típicamente tropicales (Rzedowski, 1978).

Hacia las partes bajas del PNCM, en las laderas de barlovento con suelos de origen sedimentario como

Tabla 14.1 Principales grupos de flora vascular en el PNCM, Nuevo León, México (*Ti= Taxa infraesepcíficos).

División	Familias	Géneros	Especies	*Ti
Pteridophyta	7	19	40	8
Pinophyta	4	8	17	1
Magnoliophyta				
Liliopsida	15	99	213	15
Magnoliopsida	106	488	1,062	128
TOTALES	**132**	**614**	**1,332**	**152**

Tabla 14.2 Familias con mayor número de géneros y especies en el PNCM.

Familias	Géneros	Especies
Asteraceae	104	221
Poaceae	50	124
Leguminosae	49	121
Brassicaceae	14	23
Euophorbiaceae	14	42
Lamiaceae	14	52
Rosaceae	14	26
Malvaceae	13	24
Solanaceae	12	26

Tabla 14.3 Géneros con mayor diversidad de especies en el PNCM.

Géneros	Especies
Quercus	26
Salvia	20
Euphorbia	17
Ageratina	14
Verbena	13
Verbesina	11
Paspalum	11
Senecio	10
Desmodium	10
Dalea	10
Pinus	9
Cheilanthes	9
Ipomoea	8
Eragrsotis	8

calizas y lutitas, en altitudes que van de los 500 a los 800 msnm se extiende una franja continua de matorrales sumbontanos, vegetación caracterizada por la predominancia de árboles de porte bajo y deciduos durante la época de sequías, con una composición florística francamente neotropical. La parte baja de la reserva pertenece a la provincia de la Planicie Costera del Noreste, en donde el elemento neotropical de la flora se impone sobre el neartico. Los matorrales submontanos del PNCM son densos y el estrato arbóreo-arbustivo se compone de géneros como *Acacia*, *Cordia* y *Diospyros*, los cuales son de afinidad neotropical, mientras que especies como *Amyris madrensis, Vauquelinia corymbosa, Croton torreyanus* y *Leucophyllum frutescens* son propias de este tipo de matorral y casi restringen su distribución al noreste de México y sur de Texas.

En las laderas de barlovento a partir de los 700 msnm del PNCM, así como en las cañadas húmedas por donde escurren afluentes temporales en época de lluvias, el matorral submontano entra en un ecotono con los encinares o bosques de encino, caracterizados por la particular textura esclerófila de su follaje, el cual se renueva en la primavera, proporcionándole interesantes tonalidades al inicio de la época de sequía. A menudo, resulta complicado encontrar agrupaciones homogéneas de esta comunidad debido a que suelen entremezclarse con otras comunidades dentro del ANP, como el bosque de pino y los chaparrales. El estrato arbóreo de estos bosques se compone principalmente por especies del género *Quercus*. Es notable que en esta comunidad predomine el elemento neártico en el estrato arbóreo, sin embargo, se encuentre entremezclado con especies de afinidad neotropical en los otros estratos. Géneros como *Quercus, Arbutus, Carya, Cercis* y *Platanus* indican afinidad boreal, mientras que *Bauhinia, Croton, Litsea, Polypodium, Rhus, Ipomoea* y *Commelina* son una conexión hacia la flora tropical, mientras que los géneros de afinidades áridas y algunas endémicas presentes en estos bosques son *Agave, Bouteloua, Mammillaria* y *Aphanostephus*, entre otros.

En las partes centrales y altas del PNCM, a partir de los 1,600 msnm, como las mesetas y las laderas tanto de barlovento como de sotavento, se distribuyen las masas de bosques de pino; esta comunidad se caracteriza por presentar al género *Pinus* como grupo dominante en el estrato arbóreo, es de carácter perenne, los componentes del estrato arbóreo son en su mayoría de porte recto y monopódico y posee una escasa diversidad en el estrato herbáceo. En las partes medias de las laderas más húmedas de barlovento, el bosque de *P. teocote, P. pseudostrobus, P. hartweggii, P. arizonica, P. ayacahuite, P. greggii* y *P. strobiformis*, forma

ecotonos de bosques mixtos de pino-encino, mientras que en las laderas más áridas de sotavento con *P. cembroides*, se encuentra en transición con los matorrales xerófilos hacia las llanuras del altiplano. En las partes más altas, el bosque de pino se entremezcla con géneros de afinidad neártica como *Pseudotsuga, Abies, Arbutus, Juniperus* y *Cupressus*. La especie *Picea martinezii* merece especial mención, debido a que es un elemento neártico y a la vez endémico del estado de Nuevo León, probablemente remanente relicto de las últimas glaciaciones y el cual se encuentra fuertemente amenazado de extinción. Estos bosques son de afinidad neártica y por ende soportan temperaturas bajas la mayor parte del año, así como nevadas ocasionales durante los meses de diciembre a febrero.

Hacia el occidente del PNCM, en las laderas de sotavento, la sombra orográfica y la transición hacia las zonas áridas se vuelve evidente. Los valles intermontanos de sedimentos aluviales rodeados de paredes pronunciadas de roca caliza muestran una fuerte incidencia de elementos endémicos propios de la provincia florística de la Altiplanicie y la Región Xerofítica Mexicana (Rzedowski, 1979). La comunidad representante es el matorral xerófilo rosetófilo la cual se caracteriza por poseer entre sus especies dominantes a elementos con hoja arrosetada, destacando: *Agave americana, A. lechuguilla, A. lophantha, A. striata, Hechtia glomerata, Hesperaloe funifera, Nolina spp.* y *Yucca* spp. Son de especial mención los elementos endémicos de esta parte de la Sierra Madre Oriental *A. bracteosa, A. victoriae-reginae* y *Agave albopilosa*, esta última recientemente descrita con su localidad tipo dentro del PNCM.

Finalmente, hemos de hacer hincapié en las particularidades heterogéneas de la flora presente en una comunidad que se restringe a ciertas cañadas protegidas de la radiación solar y donde es posible el mantenimiento de la humedad por mucho más tiempo. Aquí se distribuyen fragmentos relictuales de lo que fue un bosque mesófilo de montaña, con elementos arbóreos deciduos durante la época seca del año. La particularidad principal es que sus elementos suelen ser de afinidades tanto neárticas como neotropicales. *Carya ovata*, *Ostrya virginiana, Acer negundo* y *Cornus florida* son especies de afinidad templada que también se distribuyen en los bosques de los Estados Unidos, *Magnolia dealbata* es el elemento endémico; especies de los géneros *Persea* y *Garrya*, varias especies epífitas del género *Tillandsia*, así como especies de los estratos más bajos como *Peperomia*, *Asplenium*, *Dichondra* y *Arisaema* representan elementos de afinidad neotropical, todas asociadas a estos bosques húmedos y escasos que se distribuyen en el PNCM (Tabla 14.4).

De las familias con un mayor número de géneros presentes en el área de estudio, definimos de manera muy general que la composición de los orígenes de la flora pertenece principalmente a las afinidades tropicales (pantropical, subtropical y neotropical) en las laderas bajas de barlovento, así como en las cañadas protegidas de la insolación; casi en la misma intensidad la flora presenta afinidades templadas (especies del hemisferio norte) las cuales se vuelven evidentes en las zonas altas de la sierra así como en las laderas de sotavento; en mucho menor medida la flora cosmopolita se hace presente en todo el PNCM y finalmente el elemento endémico de las zonas áridas mexicanas casi se restringe a los valles secos intermontanos y las laderas de sotavento al noroeste y sur del Parque.

Manejo y conservación de los recursos vegetales del PNCM

Las sierras y bosques la Sierra Madre Oriental de Nuevo León son los ecosistemas que más atraen nuestra admiración, resultan contrastantes con la verticalidad de sus crestas y lo profundo de sus valles horadados por ríos y cascadas. Sus características bióticas y abióticas ofrecen una amplia gama de suelos y geoformas que van desde cañones, sierras verticales, altas mesetas, así como sistemas subterráneos de grutas y cavernas, factores que han permitido el desarrollo de una impresionante diversidad climática en la vertiente oriental y occidental del macizo montañoso, con climas fríos, cálidos, húmedos y secos que a su vez han beneficiado la formación de múltiples ecosistemas y una espléndida diversidad vegetal que es estandarte de orgullo para todos los neoloneses, pues además de las bondades que estas sierras ofrecen a la vista de los miles de paseantes que las recorren año con año, son también fuente directa de los servicios ambientales que son invaluables en la continuidad de la vida en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM).

Las sierras que conforman el PNCM presentan ecosistemas variados que se alternan en matorrales submontanos, matorrales xerófilos, bosques mixtos de pinos y encinos, fragmentos relictuales de bosques mesófilos de montaña, chaparrales de encinos, pastizales, ambientes riparios y praderas alpinas, por lo que funcionan como un excepcional corredor para la fauna silvestre y la continuidad de los procesos biogeoquímicos y ecológicos, funcionando también como una barrera orográfica, límite natural de distribución de especies de orígenes tan dispares como neárticos y neotropicales en un mismo espacio.

El PNCM alberga una diversidad envidiable de encinos a nivel nacional, con 28 especies y 16 especies de coníferas, algunas de ellas endémicas como la *Picea martinezii*, por lo que los bosques son los principales recursos naturales que desde antaño han sido la

fuente de sustento para sus habitantes, que hasta el siglo pasado, todavía su extracción y venta fue una actividad importante para el ejido La Trinidad y las comunidades de Laguna de Sánchez y de San Antonio de la Osamenta, por ejemplo. Algunos propietarios particulares ya aprovechaban para uso comercial las maderas del PNCM por lo que existían varios aserraderos. Posteriormente, ante la conformación legal de Parque Nacional, las prácticas comunitarias del manejo de los bosques se volvieron hacia su restauración y conservación, siendo las reforestaciones sobre todo de áreas incendiadas, la principal actividad, evitando el abandono y utilizando los residuos del incendio como material de construcción o como combustible. Las principales especies de aprovechamiento forestal fueron *Pinus pseudostrobus*, *P. teocote, Abies vejarii* y *Quercus* spp.

Debido a las restricciones para la extracción de madera, el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables tomó su lugar en importancia, pues en la actualidad sigue practicándose sin tantas restricciones, especialmente en el aprovechamiento de las epífitas como el paixtle y el musgo en los meses de octubre a diciembre, así como la colecta a nivel familiar de

Tabla 14.4 Orígen de las familias con mayor número de géneros dentro del PNCM.

	Géneros	Especies	Orígen
Asteraceae	104	221	Cosmopolita pero especialmente adaptada a regiones templadas, montañosas y desérticas.
Poaceae	50	124	Cosmopolita.
Leguminosae	49	121	Cosmopolita.
Brassicaceae	14	23	Zonas templadas y frías del hemisferio norte, Mediterráneo y Asia Central como centro de diversidad.
Euphorbiaceae	14	42	Principalmente tropical pero con muchos representantes en zonas Templadas.
Lamiaceae	14	52	Cosmopolita, pero con el mayor número de especies en zonas templadas y especialmente en el Mediterráneo.
Rosaceae	14	26	Cosmopolita pero especialmente abundante en zonas templadas de Asia del este, Norteamérica y Europa.
Malvaceae	13	24	Generalmente cosmopolita pero diversa en los trópicos de América.
Solanaceae	12	26	Cosmopolita, pero especialmente abundante en Centro y Sudamérica.
Acanthaceae	11	16	Pantropical, con centros de distribución en Indo- Malasia, África, Brasil y Centroamérica.
Apiaceae	11	17	Dispersa, pero especialmente abundante al norte de las regiones templadas.
Pteridaceae	11	26	Pantropical.
Rubiaceae	11	20	Tropical y subtropical, abundante en la parte norte de Sudamérica.
Scrophulariaceae	11	17	Cosmopolita, pero muchas especies al norte de las regiones templadas.
Orchidaceae	10	15	Diversa en los trópicos, especialmente en la zona Indo- Malaya y Americana.
Rutaceae	10	11	Tropical y subtropical, bien representada al sur de África, Australia y Sudamérica.
Liliaceae	9	17	Predominantemente zonas templadas del hemisferio Norte especialmente abundante en los Himalayas y China.
Boraginaceae	8	22	Cosmopolita pero bien representada en zonas templadas y subtropicales, centro de diversidad en el Mediterráneo y el oeste de América.
Cactaceae	8	19	Desiertos de América.
Cyperaceae	7	15	Dispersa, pero abundante en zonas subárticas y templadas.
Sapindaceae	7	9	Tropical y subtropical especialmente abundante en Asia y América.
Commelinaceae	6	11	Dispersa en zonas tropicales y subtropicales, con algunas representantes en zonas cálido-templadas.
Crassulaceae	6	11	Zonas templadas y áridas de Norteamérica y África meridional.
Nyctaginaceae	6	13	Tropical y subtropical, bien representada en los trópicos de América, con pocos representantes en zonas templadas.
Verbenaceae	6	31	Tropical y subtropical.

especies con fines alimentarios y medicinales como el piñón, maguey, yerbaniz, laurel, gordolobo, hojasén, orégano, cáscara de nogal, nopalitos, palo amarillo y abono o mantillo, entre muchos otros.

Se podría afirmar que la recarga de los mantos acuíferos, traducidos en el abasto del agua, es el más fundamental de todos los servicios ambientales para el bienestar de los habitantes del AMM, debido a que 40% del agua que abastece a los más de 4 millones de habitantes de Monterrey y su área metropolitana es captada en el Parque y la disminución en el abasto del vital líquido significaría cambios dramáticos que difícilmente permitirían la continuidad de nuestras actividades cotidianas (CONANP, en Prensa).

Un problema para la conservación de los recursos vegetales del PNCM, ha sido el incremento de los incendios, los cuales se oríginan en la mayoría de las ocasiones por descuidos humanos, pues aunque estos fenómenos forman parte de la dinámica natural en los ciclos de los ecosistemas, cuando son de origen antropogénico, suelen ser devastadores, como ocurrió con los incendios del año 1998 que afectaron de manera muy considerable la cubierta vegetal hasta el estrato arbóreo de zonas como Puerto Genovevo, La Cieneguilla, Laguna de Sánchez, La Trinidad y Chipinque, dejando grandes espacios de suelo desnudo proclives a la erosión, que ocasionan la pérdida del germoplasma, los nutrimentos del suelo, afectando además, la regeneración natural o, en casos extremos, impidiéndola, contrarrestando asimismo el potencial climático que ofrece el dosel arbóreo y la recuperación del ecosistema a un estado natural primario.

La contaminación de sus cauces también ha significado un serio problema sobre todo para la flora y fauna acuática. Muchas de las actividades de tipo turístico presentes en el PNCM se practican en las proximidades de los cursos de agua, debido al atractivo que estos presentan, como el caso de los parajes: Las Adjuntas, Chipitín, Río Ramos, Elizondo, Calabozos, La Chueca, Corral de Piedra y Escamilla, entre otros.

Los turistas suelen asistir en grandes cantidades, especialmente durante la Semana Santa, afectando la calidad del agua de los ríos y arroyos, debido a la generación de desechos que no se degradan como el plástico, vidrio, aluminio; además de abrir cárcavas y alterar el fondo de los ríos con la práctica de actividades de jeepeo y motociclismo dentro de los cauces. Es por ello que la flora nativa puede estar en contacto con sustancias ajenas y al no poder adaptarse a los cambios, perecen, afectando en cadena a las demás especies que dependen de su existencia para sobrevivir. Es necesario buscar alternativas que permitan la armónica convivencia entre los paseantes y la integridad del agua que se genera en el PNCM. El turismo de aventura que, en la modalidad de escalada, implica la instalación de armellas para subir las paredes verticales de roca y que, últimamente, se ha popularizado en el paraje conocido como La Huasteca, representa asimismo, una amenaza potencial para las poblaciones de algunas especies vegetales de hábitos rupícolas que además son prioritarias para la conservación por su alto nivel de endemismo y la fragilidad de los ecosistemas en donde se desarrollan. Tal es el caso de dos agaves endémicos: *Agave victoria-reginae* (noa) y *Agave albopilosa* (agave piloso). Ambos crecen en las grietas de las paredes rocosas y la afluencia de paseantes puede ser una presión a los individuos, así como en el sustrato donde crecen. Sin contar que ambos también son buscados por los coleccionistas de plantas, decreciendo así sus poblaciones. Una situación similar padece la flora que tiene potencial ornamental como muchas especies de cactáceas endémicas de los cañones áridos, sobre todo en la parte del PNCM que pertenece al municipio de Rayones. Especies como *Aztekium ritteri* y *Geohintonia mexicana*, son buscadas por coleccionistas de cactáceas nacionales y extranjeros debido a su rareza y grado de endemismo, lo que ocasiona serios daños en la continuidad de sus poblaciones que desafortunadamente son, además de escasas, muy localizadas.

El último de los problemas que podría considerarse entre los más importantes para la integridad de los recursos vegetales, es la presencia de especies invasoras. Ciertas especies que no pertenecen al ecosistema, pero que han encontrado en él, un hábitat idóneo para la expansión de sus poblaciones. Tal es el caso del carrizo *Arundo donax*, que es frecuente y abundante en los cauces de los arroyos, y a menudo lo suficientemente prolífico como para causar la baja en el aforo y el empantanamiento del cauce.

En general, la conservación de los recursos vegetales implicaría revalorizar de una manera objetiva, integral y sustentable la importancia que juega la vegetación y su flora para la sociedad, lo que exige que las autoridades de gobierno tomen las decisiones acertadas sin otro objetivo que no sea la búsqueda del equilibrio ecológico de la región para beneficio de la sociedad, a través de realizar actividades de restauración, monitoreo y educación ambiental que garanticen la conservación de la gran riqueza vegetal que el PNCM resguarda, como el capital natural invaluable que se admira y aprecia desde cualquier punto de la vanguardista capital de Nuevo León.

Agradecimientos

Al Doctor Tohmas Wendt por permitir la consulta de información del herbario TEX/LL. A George S. Hinton por permitir la revisión de ejemplares de su herbario.

Al doctor Jesús Valdés Reyna y al Dr. Ismael Cabral Cordero por la corroboración e identifiacación de la familia Poaceae. Al doctor Alfonso Delgado Salinas por corroborar e identificar la familia Leguminosae. Al Maestro en Ciencias Juan Antonio Encina Domínguez por su apoyo en la corroboración e identificación de encinos. A la Dra. Socorro González Elizondo por su apoyo en la identIficación y corroboración de la Familia Cyperaceae. Al M.C. Miguel Angel González Botello por la revisión de Cactaceae.

LISTADO FLORÍSTICO DEL PNCM

PTERIDOPHYTA

ANEMIACEAE
- *Anemia adiantifolia* (L.) Sw.

ASPLENIACEAE
- *Asplenium resiliens* Kuntze
- *Phanerophlebia auriculata* Underw.
- *Phanerophlebia umbonata* Underw.
- *Scolopendrium scolopendrium* (L.) H. Karst.

EQUISETACEAE
- *Equisetum hyemale* L. var. *affine* (Engelm.) A. A. Eat.
- *Equisetum laevigatum* A. Br.

POLYPODIACEAE
- *Phlebodium aureum* (L.) J. Smith
- *Pleopeltis guttata* (Maxon) E. B. Andrews & Win
- *Pleopeltis polylepsis* Roem. ex Kuntze var. *erythrolepis* (Weath.) T. Wendt
- *Pleopeltis polylepsis* Roem. ex Kuntze var. *polylepsis Roem.* ex Kuntze
- *Pleopeltis polypodioides* (L.) E. G. Arews & Windham var. *michauxiana* (Weath.) E. G. Arews & Windham,
- *Polypodium plesiosorum* Kunze
- *Polypodium polypodioides* (L.) Watt.
- *Polypodium polypodioides* (L.) Watt. var. *michauxianum Weath.*
- *Polypodium subpetiolatum* Hook.

PTERIDACEAE
- *Adianthum capillus-veneris* L.
- *Allosorus tomentosus* (Link) Farw.
- *Argyrochosma microphylla* (Mett. ex Kuhn) Windham
- *Aspidotis meifolia* (D.C. Eaton) Pic. Serm.
- *Astrolepis integerrima* (Hook.) D.M.Benham & Wiham
- *Astrolepis sinuata* Sw.
- *Cheilanthes aemula* Maxon
- *Cheilanthes alabamensis* Kuntze
- *Cheilanthes bonariensis* (Willd.) Proctor
- *Cheilanthes candida* (M. Martens) Galeotti
- *Cheilanthes eatonii* Baker
- *Cheilanthes horridula* Maxon
- *Cheilanthes integerrima* (Hook.) Mickel
- *Cheilanthes microphylla* Sw.
- *Cheilanthes sinuata* Domin
- *Llavea cordifolia* Lag.
- *Mildella fallax* (M. Martens & Galeotti G.L.Nesom
- *Mildella intramarginalis* (Link) Trevisan var. *Intramarginalis*
- *Notholaena aschenborniana* Klotzsch
- *Notholaena candida* (Mart. & Galeotti) Hk. var. *copelandii* C. C. Hall
- *Notholaena nealleyi* Seaton ex J.M. Coult
- *Pellaea atropurpurea* (L.) Link
- *Pellaea ovata* Weath.
- *Pteris cretica* L.
- *Pteris longifolia* L.
- *Pteris vittata* L.

SELAGINELLACEAE
- *Selaginella delicatissima* Lien ex A. Braun.
- *Selaginella lepidophylla* (Hook. & Grev.) Spring
- *Selaginella novoleonensis* Hieron
- *Selaginella pallescens* (Presl.) Spring
- *Selaginella pilifera* A.Br.
- *Selaginella wrightii* Hieron

THELYPTERIDACEAE
- *Thelypteris concinna* (Willd.) Ching
- *Thelypteris ovata* R. P. St. John Small var.*lindheimeri* C. Chr. A. R. Sm.
- *Thelypteris rudis* (Kuntze) Proctor

PINOPHYTA

CUPRESSACEAE
- *Cupressus arizonica* Greene
- *Juniperus deppeana* Steud.
- *Juniperus flaccida* Schlecht.

PINACEAE
- *Abies vejari* Martinez
- *Picea martinezii* T. F. Patterson
- *Pinus cembroides* Gordon
- *Pinus greggii* Engelm. ex Parl.
- *Pinus hartwegii* Lil.
- *Pinus johannis* Rob.-Pass.
- *Pinus lumholtzii* (B. L. Rob.) Fernald (cultivado).
- *Pinus montezumae* Lamb.
- *Pinus pseudostrobus* Lindl. var. *pseudostrobus* Lindl.
- *Pinus remota* (Little) L. H. Bailey & Hawksw.
- *Pinus teocote* (Cham.) Schlecht.
- *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco
- *Pseudotsuga mucronata* (Raf.) Sudw.

TAXACEAE
- *Taxus globosa* Schltdl.

TAXODIACEAE
- *Taxodium mucronatum* Ten.

MAGNOLIOPHYTA
LILIOPSIDA (MONOCOTYLEDONEAE)

AGAVACEAE
- *Agave bracteosa* S. Watson ex Engelm.
- Agave lecheguilla Torr.
- Agave striata Zucc.
- Agave victoriae-reginae T. Moore.
- *Dasylirion berlandieri* S. Watson, G. H.
- *Dasylirion texanum* Scheele
- *Hesperaloe funifera* (K. Koch) Trel. ssp. funifera (K. Koch) Trel.
- *Nolina caespitifera* Michx.
- *Yucca* sp.

ARACEAE
- *Arisaema dracontium* (L.) Schott
- *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott & Endl.

BROMELIACEAE
- *Hechtia texensis* S. Watson
- *Tillandsia bartramii* Elliott
- *Tillandsia parryi* Baker
- *Tillandsia recurvata* Gaudich.
- *Tillandsia usneoides* (L.) L.

CANNACEAE
- *Canna indica* L.

COMMELINACEAE
- *Aneilema geniculata* (Jacq.) Woodson
- *Commelina dianthifolia* Delile
- *Commelina erecta* L. var. angustifolia (Michx.) Fernald.
- *Gibasis karwinskyana* (Roem. & Schult.) Rohweder ssp. palmeri D. R. Hunt
- *Gibasis pellucida* Mart. & Gal.
- *Gibasis pulchella* Raf.
- *Tinantia pringlei* (S. Watson) Rohw.
- *Tradescantia brevifolia* (Torr.) Rose
- *Tradescantia crassifolia* Cav.
- *Tradescantia pringlei* S. Watson
- *Tripogandra angustifloia* (B.L. Rob.) Woodson

CYPERACEAE
- *Bulbostylis juncoides* (Vahl) Kük. ex Osten
- *Carex leucodonta* T. Holm
- *Carex planostachys Kuntze*
- *Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Stal.
- *Cyperus niger* Ruiz & Pav.
- *Cyperus ochraceus* Vahl
- *Cyperus odoratus* L.
- *Cyperus pallidicolor* Kük.
- *Cyperus pseudothyrsiflorus* (Kük.) J. Rich. Carter & S.D. JoneS
- *Cyperus retroflexus* Buckley
- *Cyperus rotundus* L.
- *Eleocharis geniculata* (L.) Roem. & Schult.
- *Fuirena simplex* Vahl
- *Rhynchospora colorata* (L.) H. Pfeiff.
- *Scleria oligantha* Michx.

IRIDACEAE
- *Eustylis purpurea* (Herb.) Engelm. & A. Gray
- *Sisyrinchium demissum* Greene
- *Sisyrinchium dimorphum* R. L. Oliv.
- *Sisyrinchium novoleonense* G.L.Nesom & L. Hern.
- *Sisyrinchium scabrum* (Cham.) Schltdl.
- *Sisyrinchium schaffneri* S. Watson
- *Tigridia pavonia* (L. F.)

JUNCACEAE
- *Juncus nodosus* L.

LILIACEAE
- *Allium glandulosum* Link & Otto.
- *Allium hintoniorum* B. L. Turner
- *Allium sativum* L.
- *Asphodelus fistulosus* L.
- *Cooperia pedunculata* Herb.
- *Echeandia chandleri* (Greenm. & C. H. Thomps.) R. W. Cruden
- *Echeandia durangensis* (Greenm.) Cruden

•*Echeandia flavescens* (Schult. & Schult. F.) Cruden,
•*Echeandia skinneri* (Baker) Cruden
•*Hypoxys mexicana* Schult.
•*Hypoxys pulchella* G. L. Nesom
•*Manfreda maculosa* Rose
•*Manfreda variegata* (Jacobi) Rose
•*Nothoscordum bivalve* (L.) Britton
•*Schoenocaulon macrocarpum* Brinker
•*Schoenocaulon texanum* Scheele
•*Zigadenus virescens* (Kunth) J.F. Macbr

NAJADACEAE

•*Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus

ORCHIDACEAE

•*Corallorhiza bulbosa* A. Rich. & Galeotti
•*Corallorhiza maculata* Greene
•*Corallorhiza wisteriana* Conrad
•*Dichromanthus cinnabarinus* (La Llave & Lex.) Garay
•*Goodyera oblongifolia* Raf.
•*Govenia liliacea* Lindl.
•*Hexalectris grandiflora* (A. Richard. & Galeotti) L. O. Williams
•*Malaxis corymbosa* (S. Watson) Kuntze
•*Malaxis hintonii* Todzia
•*Malaxis wendtii* Salazar
•*Platanthera limosa* Lindl.
•*Platanthera sparsiflora* Schltr. var. *sparsiflora* Schltr.
•*Prescottia tubulosa* (Lil.) L.O.Williams
•*Schiedeella rubrocalosa* (Rob & Greenm.) Burns-Bal
•*Spiranthes vernalis* (Engelm.) A. Gray

POACEAE

•*Agrostis exarata* Trin.
•*Agrostis semiverticillata* (Forssk.) C. Chr.
•*Andropogon glomeratus* (Walter) Britton Sterns & Pogg.
•*Aristida glauca* (Nees.) Walp.
•*Aristida purpurea* Nutt.
•*Aristida purpurea* Nutt. var. *purpurea* Nutt.
•*Aristida roemeriana* Scheele
•*Arundinella berteroniana* (Schult.) Hitchc. & Chase
•*Avena fatua* L. var. *fatua*
•*Avena fatua* L. var. *sativa* (L.)
•*Bothriochloa isaechaemum* (L.) Keng var. songarica (Rupr. ex Fisch & Meyen) Celarier & J. R. Harlan
•*Bothriochloa saccharoides* Rydb.
•*Bothriochloa saccharoides* Rydb. var. *torreyana* (Steud.) Gould
•*Bouteloua barbata* Lag.
•*Bouteloua curtipendula* Torr.
•*Bouteloua curtipendula* Torr., var. *caespitosa* Gould & Kapadia
•*Bouteloua repens* (Scribn.) Merrill
•*Bouteloua trifida* (Thurb.) ex S. Watson
•*Brachypodium mexicanum* (Roem. & Schult.) Link
•*Briza minor* L.
•*Briza subaristata* Lam.
•*Bromus anomalus* Rupr. ex E. Fourn.
•*Bromus carinatus* Hook. & Arn.
•*Bromus catharticus* Vahl
•*Bromus marginatus* Steud.
•*Bromus meyeri* Swallen
•*Bromus unioloides* Kunth
•*Buchloe dactyloides* Engelm.
•*Cenchrus incertus* M. A. Curt.
•*Chasmanthium latifolium* (Michx.) H. O. Yates
•*Chloris andropogonoides* E. Fourn.
•*Chloris submutica* H. B. & K.
•*Cynodon dactylon* Pers.
•*Dasyochloa pulchella* (Kunth) Willd. ex. Rydb.
•*Dichanthelium acuminatum* (Sw.) Gould & C. A. Clark
•*Dichanthelium angustifolium* (Elliott) Gould
•*Dichanthelium lanuginosum* (Elliott) Gould var. *lanuginosum* (Elliott) Gould
•*Dichanthelium laxiflorum* (Lam.) Gould
•*Dichanthelium malacophyllum* (Nash) Gould
•*Dichanthelium pedicellatum* (Vasey) Gould
•*Dichanthelium sphaerocarpon* (Elliott) Gould
•*Digitaria adscendens* (Kunth) Henrard
•*Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult.
•*Digitaria californica* (Benth.) Henrard
•*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler
•*Digitaria cognata* (Schult.) Pilg. ssp. pubiflora (Vasey) Wipff
•*Digitaria hitchcockii* (Chase) Stuck.
•*Digitaria insularis* (L.) Fedde
•*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.
•*Eleusine indica* (L.) Gaertn.
•*Elymus canadensis* L.
•*Elymus canadensis* L. var. *brachystachys* (Scribn. & C.R. Ball) Farw.
•*Elymus longifolius* (J. G. Smith) Gould
•*Elymus pringlei* Scribn. & Merr.
•*Enneapogon desvauxii* P. Beauv.
•*Eragrostis barrelieri* Daveau
•*Eragrostis capillaris* Nees.
•*Eragrostis ciliaris* (L.) R. Br. in Tuckey
•*Eragrostis diffusa* Buckley
•*Eragrostis intermedia* Hitchc. var. *oreophila* (L.H. Harv.) Witherspoon
•*Eragrostis lugens* Nees.
•*Eragrostis mexicana* (Hornem.) Link ssp. mexicana (Hornem.) Link
•*Eragrostis pilosa* Beauv.
•*Erioneuron pilosum* (Buckley) Nash
•*Festuca amplissima* Rupr.
•*Glyceria striata* (Lam.) Hitchc.
•*Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf
•*Koeleria pyramidata* (Lam.) P. Beauv.
•*Leersia monara* Sw.
•*Leersia virginica* Willd.
•*Leptoloma cognata* (Schult.) Chase
•*Lycurus phleoides* (H. B.) K.
•*Muhlenbergia dubia* E. Fourn. & E. Fourn.
•*Muhlenbergia emersleyi* Vasey
•*Muhlenbergia monticola* Buckley
•*Muhlenbergia parviglumis* Vasey
•*Muhlenbergia peruviana* (Beauv.) Steud.
•*Muhlenbergia utilis* (Torr.) Hitchc.
•*Nassella leucotricha* (Trin. & Rupr.) Barkwort
•*Nassella mucronata* (Kunth) R. W. Pohl
•*Oplismenus cristatus* J. Presl
•*Oplismenus hirtellus* (L.) P. Beauv.
•*Panicum acuminatum* Sw.
•*Panicum antidotale* Retz
•*Panicum bulbosum* Kunth
•*Panicum diffusum* Swartz
•*Panicum fasciculatum* Sw.
•*Pappophorum bicolor* E.Fourn.
•*Paspalum botteri* (E.Fourn.) Chase
•*Paspalum conjugatum* P. J. Bergius
•*Paspalum convexum* Humb. & Bonpl. ex Flugge
•*Paspalum dilatatum* Poir.
•*Paspalum distichum* L.
•*Paspalum hartwegianum* E. Fourn.
•*Paspalum langei* (E.Fourn.) Nash
•*Paspalum mutabile* Chase
•*Paspalum pubiflorum* Rupr.
•*Paspalum tinctum* Chase
•*Paspalum unispicatum* (Scribn. & Merr.)
•*Piptochaetium angustifolium* (Hitchc.) Valencia &Costas
•*Piptochaetium fimbriatum* (Kunth) Hitchc.
•*Poa annua* L.
•*Poa compressa* L.
•*Polypogon monspeliensis* (L.) Desf.
•*Polypogon viridis* (Gouan) Breistr.
•*Rhynchelytrum repens* (Willd.) C. E. Hubb.
•*Schizachyrium cirratum* (Hack.) Wooton & Standl. var. *cirratum* (Hack.) Wooton & Standl.
•*Schizachyrium scoparium* (Michx.) Nash var. *littorale* (Nash) Gould
•*Setaria geniculata* Beauv.
•*Setaria glauca* (L.) P. Beauv.
•*Setaria grisebachii* E. Fourn.
•*Setaria leucophylla* Kunth ex A. Dietr.
•*Setaria parvifolia* (Poir) Kerquélen
•*Setaria scheelei* (Steud.) Hitchc.
•*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.
•*Sorghastrum brunneum* Swallen
•*Sorghum halepense* Pers.
•*Sporobolus buckleyi* Vasey
•*Sporobolus indicus* (L.) R. Br. var. *indicus* (L.) R. Br.
•*Stipa clandestina* Hack.
•*Stipa constricta* Hitchc.
•*Stipa eminens* Cav. Benth.
•*Stipa leucotricha* Trin. & Rupr.
•*Stipa mucronata* Kunth
•*Tragus berteronianus* Schult.
•*Tridens muticus* Nash
•*Tridens texanus* (S. Watson) Nash
•*Tripsacum dactyloides* (L.) L.

POTAMOGETONACEAE

•*Potamogeton illinoensis* Morong

SMILACACEAE

•*Smilax aristolochiifolia* Mill.
•*Smilax bona-nox* L.
•*Smilax lanceolata* L.
•*Smilax moranensis* M. Martens & Galeotti

ZANNICHELLIACEAE

•*Zannichellia palustris* L.

MAGNOLIOPSIDA (DICOTILEDONEAE)

ACANTHACEAE

•*Anisacanthus quadrifidus* (Vahl) Nees var. *wrightii* (Torr.) Henr.
•*Beloperone fulvicoma* (Schltdl.& Cham.) A. W. Hill
•*Carlowrightia parviflora* (Buckley) Wassh.
•*Dyschoriste poliodes* Leonard & Gentry
•*Dyschoriste schiedeana* (Nees.) Kuntze var. schiedeana (Nees.) Kuntze
•*Elytraria bromoides* Oerst. Michx
•*Jacobinia incana* (Nees.) Hemsl.
•*Justicia pilosella* (Nees.) Hilsenb
•*Justicia turneri* Hilsenb
•*Miraea huastescensis* T. F. Daniel
•*Ruellia corzoi* Tharp F. A. Barkley
•*Ruellia malacosperma* Greenm

•*Ruellia occidentalis* (A. Gray) Tharp & F. A. Barkley
•*Ruellia parryi* A.Gray
•*Ruellia yucatana* (Leonard) Tharp & F. A. Barkley
•*Siphonoglossa canbyi* (Greenm.)Hilsenb
•*Tetramerium nervosum* Nees.

ACERACAE
•*Acer negundo* L.

AMARANTHACEAE
•*Amaranthus palmeri* S. Watson
•*Amaranthus spinosus* L.
•*Amaranthus viridis* L.
•*Froelichia arizonica* Thornber ex Standl.
•*Iresine calea* (Ibáñez) Standl.
•*Iresine orientalis* G. L. Nesom
•*Iresine palmeri* (S. Watson) Standl.

ANACARDIACEAE
•*Pistacia texana* Swingle
•*Rhus allophylloides* Standl.
•*Rhus aromatica* Aiton
•*Rhus lanceolata* (A. Gray) Britton
•*Rhus muelleri* Standl. & Barkl.
•*Rhus pachyrrhachis* Hemsl.
•*Rhus radicans* L.
•*Rhus virens* Lindh. var. *choriophylla* (Woot. & Standl.) L.D. Benson
•*Rhus virens* Lindh. var. *virens* Lindh.
•*Schmaltzia glabra* (L.) Small
•*Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze
•*Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze ssp. divaricatum (Greene) Gillis

APIACEAE
•*Apium graveolens* L.
•*Apium leptophyllum* (Pers.) F. Muell. ex Benth.
•*Arracacia ternata* Mathias & Constance
•*Arracacia atropurpurea* (Lehm.) Benth. & Hook. ex Hemsl.
•*Cicuta maculata* L.
•*Coriandrum sativum* L.
•*Daucus carota* L.
•*Daucus montanus* Humb. & Bonpl. ex Spreng
•*Daucus pusillus* Michx
•*Donnellsmithia ternata* (S. Watson) J. M. Coult & Rose
•*Eryngium longifolium* Cav.
•*Eryngium venustum* Bartlett
•*Prionosciadium humile* Rose
•*Sanicula canadensis* Cham. & Schltdl.
•*Sanicula liberta* L.
•*Tauschia bicolor* Constance & Bye.
•*Torilis arvensis* Link

APOCYNACEAE
•*Apocynum cannabinum* L.
•*Mandevilla foliosa* (Muell. Arg.) Hemsl.
•*Vinca major* L.

AQUIFOLIACEAE
•*Ilex braegeana* Loes
•*Ilex rubra* S. Watson

ARISTOLOCHIACEAE
•*Aristolochia elegans* Mast

ASCLEPIADACEAE
•*Asclepias angustifolia* Sessé & Moc.
•*Asclepias curassavica* Griseb
•*Asclepias linaria* Cav.
•*Asclepias oenotheroides* Schltdl. & Cham.
•*Asclepias similis* Hemsl.
•*Asclepias subverticillata* (A. Gray) Vail
•*Asclepias tuberosa* L.
•*Cynanchum kunthii* Standl.
•*Cynanchum pringlei* (A. Gray) Henrickson
•*Cynanchum racemosum* (Jacq.) Jacq.
•*Cynoctonum mitreola* (L.) Britton
•*Marsdenia pringlei* S. Watson
•*Matelea reticulata* (Engelm. ex A. Gray) Woodson
•*Sarcostemma torreyi* (A. Gray) Woodson

ASTERACEAE
•*Achillea millefolium* var. *pacifica* (Rydb.) G.N.Jones
•*Acmella repens* (Walter) Rich.
•*Ageratina calaminthifolia* (Kunth) R. M. King & H. Rob.
•*Ageratina espinosarum* var. *subintegrifolia* (B. L. Rob.) B. L. Turner
•*Ageratina gypsophila* B. L. Turner
•*Ageratina havanensis* (Kunth) R. M. King & H. Rob.
•*Ageratina herbacea* (A. Gray) R. M. King & H. Rob.
•*Ageratina nesomii* B. L. Turner
•Ageratina petiolaris (Moc. & Sessé ex D. C.) R. M. King & H. Rob.
•*Ageratina pichinchensis* (Kunth) R. M. King & H. Rob.
•*Ageratina rollinsii* B. L. Turner
•*Ageratina saltillensis* (B. L. Rob.) R. M. King &H. Rob.
•*Ageratina scorodonioides* (A. Gray) R. M. King & H. Rob.
•*Ageratina viburnoides* (DC.) R. M. King & H. Rob.
•*Ageratina wrightii* (A. Gray) R. M. King & H. Rob.
•*Ageratum corymbosum* Zucc.
•*Ambrosia artemisiifolia* L.
•*Ambrosia confertiflora* D. C.
•*Ambrosia psilostachya* D. C.
•*Aphanostephus ramosissimus* D. C. var. *ramosissimus* D. C.
•*Artemisia ludoviciana* Nutt.
•*Aster ericoides* L.
•*Astranthium integrifolium* Nutt.
•*Astranthium integrifolium* (Michx.) Nutt. var. *triflorum* (Raf.) Shinners
•*Baccharis bigelovii* A. Gray
•*Baccharis crassicuneata* G. L. Nesom
•*Baccharis neglecta* Britton
•*Baccharis salicifolia* Pers.
•*Baccharis salicina* Torr. & Gray
•*Bahia absinthifolia* Benth. var. *dealbata* (A. Gray) A. Gray
•*Bahia autumnalis* W. L. Ellison
•*Bidens odorata* Cav.
•*Brickellia coahuilensis* (A. Gray) Harc. & Beaman
•*Brickellia eupatorioides* (L.)
•Shinners var. *chlorolepis* (Wooton & Standl.)
•*Brickellia grandiflora* (Hook.) Nutt.
•*Brickellia laciniata* A. Gray
•*Brickellia lemmonii* A. Gray
•*Brickellia lemmonii* A. Gray, var. *nelsonii* (B.L.Rob.) B.L. Turner
•*Brickellia secundiflora* (Lag.) A. Gray
•*Brickellia secundiflora* A. Gray var. *parryi* (A. Gray) B. L. Turner
•*Brickellia urolepis* Blake
•*Brickellia veronicifolia* (Kunth) A. Gray
•*Calea ternifolia* Oliv. var. *calyculata* (B. L. Rob.) Wussow
•*Calyptocarpus vialis* Less.
•*Carduus tenuiflorus* Curt.
•*Centaurea americana* Nutt.
•*Chaetopappa bellioides* (A. Gray) Shinners
•*Chaptalia lyratifolia* Burkart
•*Chaptalia texana* Greene
•*Chaptalia transiliens* G. L. Nesom,
•*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob.
•*Chromolaena turbinata* (A. Gray) B. L. Turner
•*Chrysactinia mexicana* A. Gray
•*Chrysactinia pinnata* S. Watson
•*Chrysactinia truncata* S. Watson
•*Chrysanthemum leucanthemum* L.
•*Chrysanthemum parthenium* (L.) Pers.
•*Chrysanthemum procumbens* (L.) Sessé & Moc.
•*Cirsium acrolepis* (Petr.) G. B. Ownbey
•*Cirsium pringlei* (S. Watson) Petr.
•*Cirsium texanum* Buckley
•*Conoclinium betonicifolium* (Mill.) R.M. King & H. Rob. var. *integrifolium* (A. Gray) Patt.
•*Conyza canadensis* var. *canadensis* (L.) Cronquist
•*Cosmos bipinnatus* Cav.
•*Cosmos crithmifolius* Kunth
•*Dahlia coccinea* Cav.
•*Dahlia tubulata* P. D. Sorensen
•*Dichaetophora campestris* A. Gray
•*Dyssodia greggii* (A. Gray) B.L. Rob
•*Dyssodia papposa* Hitchc.
•*Dyssodia pinnata* (Cav.) B. L. Rob.
•*Dyssodia pinnata* (Cav.) B. L. Rob. var. *glabrescens* Strother
•*Erigeron basilobatus* S. F. Blake
•*Erigeron calcicola* Greenm.
•*Erigeron dryophyllus* A. Gray
•*Erigeron metrius* S. F. Blake
•*Erigeron veracruzensis* G.L.Nesom
•*Evax multicaulis* DC.
•*Flaveria trinervia* (Spreng.) C. Mohr
•*Fleischmannia porphyranthema* (A. Gray) R. M. King & H.Rob
•*Fleischmannia pycnocephala* (Less.) R. M. King & H.Rob
•*Florestina triperis* DC.
•*Flourensia cernua* DC.
•*Flourensia monticola* M. O. Dillon
•*Flyriella leonensis* (B. L. Rob.) R. M. King & H. Rob.
•*Gaillardia mexicana* A. Gray
•*Gaillardia pulchella* Foug.
•*Gnapahliopsis micropoides* DC.
•*Gnaphalium brachypterum* D. C.
•*Gnaphalium elegans* Kunth
•*Gnaphalium semiamplexicaule* D. C.
•*Gochnatia hypoleuca* (DC.) A. Gray
•*Greenmaniella resinosa* (S. Watson) W. M. Sharp
•*Grindelia greenmanii* Steyerm
•*Grindelia tenella* Steyerm.
•*Gutierrezia microcephala* (DC.) A. Gray
•*Gutierrezia sarothrae* (Pursh) Britton & Rusby
•*Gutierrezia ana* Torr. var. *glutinosa* (S. Schauer) M.A. Lane
•*Gutierrezia texana* Torr. & Gray var. *texana*
•*Gymnosperma glutinosa* Less.

- *Haploesthes greggii* A. Gray var. *multiflora* I.M. Johnst.
- *Helenium elegans* DC. var. *amphibolum* (A. Gray) Bierner
- *Helenium microcephalum* DC. var. *ooclinium* (A. Gray) Bierner
- *Helianthus annuus* L.
- *Helianthus hirsutus* Raf.
- *Helianthus laciniatus* A. Gray
- *Heliopsis parvifolia* A. Gray
- *Heterotheca chrysopsidis* DC.
- *Heterotheca latifolia* Buckley
- *Heterotheca mucronata* Harms ex B. L. Turner
- *Heterotheca subaxillaris* Britton & Rusby
- *Hieracium abscissum* Leesing.
- *Hieracium crepidispermum* Fr.
- *Hieracium gypsophilum* B. L. Turner
- Hymenoxys linearifolia Hook.
- Hymenoxys scaposa (D. C.) K. L. Parker
- *Iva ambrosiifolia* (A. Gray) A. Gray var. lobata (Rydb.) R. C. Jacks.
- *Jefea brevifolia* (A. Gray) Strother
- *Koanophyllon longifolia* (B.L.Rob.) R. M. King & H.Rob.
- *Koanophyllon reyrobinsonii* B. L. Turner
- *Lactuca ludoviciana* (Nutt.) Riddell
- *Lactuca sativa* L.
- *Laennecia schiedeana* (Less.) G.L.Nesom
- *Laennecia sophiifolia* (Kunth) G.L.Nesom
- *Machaeranthera pinnatifida* (Hook.) Shinners var. *pinnatifida* (Hook.) Shinners
- *Machaeranthera scabrella* (Greene) Shinners
- *Machaeranthera tanacetifolia* (Kunth) Nees
- *Matricaria chamomilla* L.
- *Melampodium divaricatum* (Rich) D. C.
- *Osbertia bartletti* (S. F. Blake) G. L. Nesom
- *Palafoxia texana* DC. var. *texana* DC.
- *Parthenium confertum* A. Gray
- *Parthenium confertum* var. *lyratum* (A. Gray) Rollins
- *Parthenium hysterophorus* L.
- *Peteravenia malvaefolia* (DC.) R. M. King &H. Rob.
- *Pinaropappus roseus* var. *macvaughii*
- *Piqueria trinervia* Cav.
- *Pluchea carolinensis* (Jacq.) G. Don
- *Pluchea symphytifolia* (Mill.) Gillis
- *Porophyllum amplexicaule* Engelm ex A. Gray
- *Porophyllum scoparium* A. Gray
- *Psacalium peltatum* (Kunth) Cass. var. *adenophorum* S.F.Blake
- *Pseudognaphalium austrotexanum* G.L.Nesom
- *Pseudognaphalium brachypterum* (DC.) Anderb.
- *Pseudognaphalium canescens* (DC.) Anderb.
- *Pseudognaphalium roseum* (Kunth) Anderb.
- *Pseudognaphalium viscosum* (Kunth) Anderb.
- *Psilactis tenuis* S. Watson
- *Psilostrophe gnaphalodes* DC.
- *Pyrrhopappus multicaulis* D. C.
- *Pyrrhopappus pauciflorus* (D. Don) D. C.
- *Ratibida columnifera* (Nutt.) Wooton & Standl.
- *Roldana sundbergii* (B. L. Turner) B. L. Turner
- *Rumfordia alcortae* Rzed.
- *Rumfordia exauriculata* B. L. Turner
- *Sanvitalia aberti* A. Gray
- *Sanvitalia ocymoides* DC.
- *Schkuhria pinnata* (Lam.) Kuntze ex Thell. var. *guatemalensis* (Rydb.) McVaugh
- *Sclerocarpus uniserialis* Benth. & Hook. F.
- *Sclerocarpus uniserialis* Benth. & Hook. F. var. *frutescens* Brandegee Feddema
- *Senecio coahuilensis* Greenm.
- *Senecio leonensis* Greenm.
- *Senecio loratifolius* Greenm.
- *Senecio madrensis* A. Gray
- *Senecio montereyanus* S. Watson
- *Senecio platypus* Greenm.
- *Senecio richardsonii* B. L. Turner
- *Senecio salignus* D. C.
- *Senecio sundbergii* B.L. Turner
- *Senecio* tampicanus DC.
- *Senecio vulgaris* L.
- *Simsia amplexicaulis* Pers.
- *Simsia calva* (A. Gray & Engelm) A. Gray
- *Simsia eurylepis* S. F. Blake
- *Smallanthus maculatus* (Cav.) H. Rob.
- *Smallanthus uvedalius* (L.) Mack ex Small
- *Solidago altissima* L.
- *Solidago hintoniorum* G. L. Nesom
- *Solidago juliae* G. L. Nesom
- *Solidago pringlei* Fernald
- *Sonchus oleraceus* L.
- *Stephanomeria tenuifolia* (Raf.) H. M. Hall
- *Stevia berlandieri* A. Gray var. *berlandieri* A. Gray
- *Stevia ovata* Willd.
- *Stevia porphyrea* McVaugh
- *Stevia pyrolifolia* Schltdl.
- *Stevia salicifolia* Cav. var. *salicifolia* Cav.
- *Symphyotrichum carnerosanum* (S. Watson) G. L. Nesom,
- *Symphyotrichum expansum* (Poepp. ex Spreng.) G. L. Nesom
- *Tagetes lucida* Cav.
- *Tamaulipa azurea* (DC.) R. M. King & H. Rob.
- *Taraxacum officinale* F. H. Wigg.
- *Tetraneuris linearifolia* Greene var. *linearifolia* Greene
- *Tetraneuris scaposa* Greene var. *scaposa* Greene
- *Thelesperma longipes* A. Gray
- *Thelesperma megapotamicum* (Spreng.) Kuntze var. *megapotamicum* (Spreng.) Kuntze
- *Thelesperma subaequale* S. F. Blake
- *Thymophylla pentachaeta* Small var. *pentachaeta* Small
- *Tridax coronopifolia* (Kunth) Hemsl.
- *Trixis inula* Crantz
- *Verbesina chihuahuensis* A. Gray
- *Verbesina coahuilensis* A. Gray ex S. Watson
- *Verbesina daviesiae* B. L. Turner
- *Verbesina encelioides* (Cav.) Benth. & Hook. ex A. Gray
- *Verbesina hypomalaca* B. L. Rob. & Greenm. var. *saltillensis* B. L. Turner
- *Verbesina longipes* Hemsl.
- *Verbesina microptera* D. C.
- *Verbesina mollis* H. B. & K.
- *Verbesina olsenii* B. L. Turner
- *Verbesina persicifolia* D. C.
- *Verbesina zaragosana* B. L. Turner
- *Vernonia greggii* A. Gray
- *Vernonia greggii* A. Gray var. ervendergii (A. Gray) B. L. Turner
- *Vigethia mexicana* (S. Watson) Weber
- *Viguiera adenophylla* S. F. Blake
- *Viguiera cordifolia* A. Gray var. latisquama Greenm.
- *Viguiera dentata* (Cav.) Spreng var. dentata
- *Wedelia acapulcensis* Kunth
- *Wedelia acapulcensis* Kunth var. hispida (Kunth) J. L. Strother
- *Wedelia ayerscottiana* B. L. Turner
- *Wedelia hispida* Kunth
- *Zaluzania megacephala* Sch. Bip.
- *Zinnia peruviana* L.

BALSAMINACEAE

- *Impatiens capensis* Meerb.

BASELLACEAE

- *Anredera vesicaria* (Lam.) C. F. Gaertn

BEGONIACEAE

- *Begonia uniflora* S. Watson

BERBERIDACEAE

- *Berberis eutriphylla* (Fedde) C. H. Muller
- *Berberis gracilis* Benth
- *Berberis gracilis* Hartw. var. *madrensis* Marroquin
- *Berberis trifoliolata* Moric

BETULACEAE

- *Ostrya virginiana* K. Koch, ssp. virginiana K. Koch

BIGNONIACEAE

- *Chilopsis linearis* Sweet var. *tomenticaulis* Henrickson
- *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth

BORAGINACEAE

- *Cordia boissieri* A. DC.
- *Cryptantha mexicana* (Brandegee) I. M. Johnst
- *Ehretia anacua* (Teran & Berla.) I.M.Johnst.
- *Heliotropium angiospermum* Murray
- *Heliotropium calcicola* Fern.
- *Heliotropium confertifolium* (Torr.) Torr. ex A. Gray
- *Heliotropium fruticosum* L.
- *Heliotropium glabriusculum* (Torr.) A. Gray
- *Heliotropium procumbens* Mill.
- *Heliotropium torreyi* I. M. Johnst.
- *Lithospermum calcicola* B. L. Rob.
- *Lithospermum calycosum* (J. F. Macbr) I. M. Johnst.
- *Lithospermum distichum* Ortega
- *Lithospermum mirabile* Small
- *Lithospermum nelsonii* Greenm.
- *Lithospermum palmeri* S. Watson
- *Lithospermum viride* Greene
- *Macromeria barbigera* I.M.Johnst.
- *Macromeria leonitis* I. M. Johnst.
- *Omphalodes cardiophylla* A. Gray ex Hemsl.
- *Omphalodes mexicana* S. Watson
- *Onosmodium dodrantale* I.M. Johnst.

BRASSICACEAE

- *Brassica campestris* var. *rapa* (L.) Hartm
- *Brassica nigra* L. W. D. J. Koch
- *Cardamine auriculata* S. Watson
- *Cardamine macrocarpa* Braegee
- *Diplotaxis muralis* D. C.
- *Eruca sativa* (L.) Mill.
- *Erysimum asperrimum* (Greene) Rydb.
- *Erysimum asperum* D. C.

- *Erysimum capitatum* (Douglas ex Hook.) Greene
- *Lepidium austrinum* Small
- *Lepidium lasiocarpum* Nutt.
- *Lepidium virginicum* L.
- *Lepidium virginicum* var. *pubescens* (Greene) C. L. Hitchc.
- *Lesquerella lasiocarpa* (A. Gray) S. Watson
- *Lunaria annua* L.
- *Lunaria rediviva* L.
- *Nerisyrenia powellii* Bacon
- *Physaria mirandiana* (Rollins) O'Kane & Al-Shehbaz
- *Rorippa mexicana* (Moc., Sessé & Cerv. D. C.) Standl. & Steyerm
- *Rorippa nasturtium-aquaticum* (L.)Schinz & Thell.
- *Sisymbrium auriculatum* A. Gray
- *Sisymbrium irio* L.
- *Synthlipsis greggii* A. Gray
- *Thelypodium longipes* (Rollins) & Rollins

BUDDLEJACEAE

- *Buddleja cordata* Kunth ssp. cordata Kunth
- *Buddleja cordata* Kunth ssp. tometella (Standl.) E. M. Norman
- *Buddleja marrubiifolia* Benth.

CACTACEAE

- *Echinocereus enneacanthus* Engelm.
- *Echinocereus reichenbachii* (Terscheck) F. Haage
- *Echinocereus stramineus* (Engelm.) Rumpler
- *Echinocereus viereckii* Werderm ssp. morricalii (Riha) N. P.Taylor
- *Epithelantha micromeris* (Engelm.) F. A. C. Weber ex Britton &Rose
- *Ferocactus hamatacanthus* (Muehlenpf.) Britton & Rose
- *Ferocactus pilosus* (Galeotti) Werderm.
- *Mammillaria chinocephala* J. A. Purpus
- *Mammillaria melanocentra* Poselger
- *Mammillaria prolifera* (Mill.) Haw.
- *Mammillaria winterae* Boed.
- *Neolloydia conoidea* (DC.) Britton & Rose
- *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck
- *Opuntia imbricata* (Haw.) DC.
- *Opuntia lindheimeri* Engelm.
- *Opuntia microdasys* (Lehm.) Pfeiff.
- *Opuntia stenopetala* Engelm.
- *Selenicereus spinulosus* Britton & Rose
- *Turbinicarpus beguinii* (N. P. Taylor) Mosco & Zanovello ssp. *beguinii* (N. P.Taylor) Mosco & Zanovello

CAMPANULACEAE

- *Campanula rotundifolia* L.
- *Lobelia calcarea* E. Wimm.
- *Lobelia cardinalis* L.
- *Lobelia ehrenbergii* Vatke var. *ehrenbergii* Vatke
- *Lobelia sublibera* S. Watson
- *Triodanis biflora* (Ruíz & Pavón) Greene
- *Triodanis coloradoensis* (Buckley) McVaugh

CAPARACEAE

- *Koeberlinia spinosa* Zucc.
- *Polanisia dodecandra* (L.) DC.
- *Polanisia uniglandulosa* DC.

CAPRFIOLIACEAE

- *Abelia coriacea* Hemsl. var. *subcoriacea* Hemsl.
- *Lonicera japonica* Thunb.
- *Lonicera pilosa* Maxim.
- *Sambucus caerulea* Raf.
- *Sambucus mexicana* Presl.
- *Sambucus nigra* L. ssp *canadensis* (L.) Bolli
- *Sambucus nigra* L. ssp *cerulea* (Raf.) Bolli
- *Symphoricarpus microphyllus* Kunth
- *Symphoricarpos orbiculatus* Moench

CARYOPHYLLACEAE

- *Arenaria benthamii* Fenzl ex Torr. & A. Gray
- *Arenaria lanuginosa* Rohrb.
- *Arenaria lanuginosa* Rohrb. var. *saxosa* (A. Gray) Zarucchi R. L. Hartm & Rabeler
- *Arenaria lycopodioides* Willd. ex Schltdl.
- *Saponaria officinalis* L.
- *Silene laciniata* Cav.
- *Silene laciniata* Cav. var. *greggii* (A. Gray) S. Watson
- *Stellaria cuspidata* Willd.
- *Stellaria prostrata* Baldwin

CELASTRACEAE

- *Mortonia greggii* A. Gray

CHENOPODIACEAE

- *Beta vulgaris* L.
- *Chenopodium ambrosioides* L.
- *Chenopodium berlandieri* Moq.
- *Chenopodium graveolens* Willd.
- *Chenopodium incidium* Poir.
- *Chenopodium murale* L.

CLUSACIEAE

- *Ascyrum hypericoides* L.
- *Hypericum formosum* Kunth

CONVOLVULACEAE

- *Convolvulus equitans* Benth.
- *Dichondra repens* J. R. Forst & G. Forst
- *Dichondra sericea* Sw.
- *Evolvulus alsinodes* Kuntze
- *Hydrocotyle verticillata* Thunb.
- *Ipomoea collina* House
- *Ipomoea cristulata* Hallier
- *Ipomoea hederifolia* L.
- *Ipomoea* nil (L.) Roth
- *Ipomoea* orizabensis J. A. McDonald var. *collina* (House)
- *Ipomoea pubescens* Lam.
- *Ipomoea purpurea* Roth
- *Ipomoea simulans* D. Hanb

CORNACEAE

- *Cornus florida* L., ssp. *urbiniana* (Rose) Rickett

CRASSULACEAE

- *Echeveria simulans* Rose
- *Echeveria strictiflora* A. Gray
- *Kalanchoe daigremontiana* (Raym.) Hamet & Perrier
- *Lenophyllum acutifolium* Rose
- *Sedum calcicola* B.L.Rob. & Greenm.
- *Sedum diffusum* S. Watson
- *Sedum palmeri* S. Watson
- *Sedum papillicaulum* G. L. Nesom
- *Sedum praealtum* A. DC.
- *Sedum rhodocarpum* Rose
- *Villadia squamulosa* (S. Watson) Rose.

CUCURBITACEAE

- *Cucurbita foetidissima* Kunth
- *Cyclanthera dissecta* Torr. & A. Gray
- *Cyclanthera ribiflora* Cogn.
- *Cyclanthera langei* Cogn.
- *Melothria pendula* L.
- *Sechium edule* S. W.

CUSCUTACEAE

- *Cuscuta glabrior* (Engelm.) Yunck.
- *Cuscuta indecora* Choisy
- *Cuscuta mitriformis* Engelm.
- *Cuscuta rugosiceps* Yunck.
- *Cuscuta tinctoria* Mart. ex Engelm.

EBENACEAE

- *Diospyros texana* Scheele

ERICACEAE

- *Arbutus xalapensis* Kunth
- *Comarostaphylis polifolia* (Kunth) Zucc. Ex Klotzsch
- *Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small
- *Lyonia squamulosa* M. Martens & Galeotti
- *Vaccinium kunthianum* Klotzsch
- *Vaccinium stramineum* L.

EUPHORBIACEAE

- *Acalypha dioica* S. Watson
- *Acalypha hederacea* Torr.
- *Acalypha lindheimeri* Müll. Arg.
- *Acalypha monostachya* Cav.
- *Acalypha ostryifolia* Riddell
- *Acalypha phleoides* Cav.
- *Argythamnia astroplethes* J. W. Ingram
- *Argythamnia neomexicana* Müll. Arg.
- *Bernardia myricaefolia* (Benth.) Hook. F.
- *Cnidoscolus rotuifolius* (Müll. Arg.) McVaugh
- *Croton ciliatoglandulifer* Ortega
- *Croton dioicus* Cav.
- *Croton fruticulosus* Torr.
- *Croton incanus* Kunth
- *Croton suaveolens* Torr.
- Croton virletianus Müll. Arg.
- *Euphorbia antisyphilitica* Zucc.
- *Euphorbia campestris* Cham. & Schlecht.
- *Euphorbia dentata* Michx.
- *Euphorbia fendleri* (Torr.) A. Gray
- *Euphorbia furcillata* H. B. & K.
- *Euphorbia graminea* Jacq.
- *Euphorbia greggii* Engelm. ex Boiss.
- *Euphorbia heterophylla* L. f. cyathophora (Murray) Voss
- *Euphorbia hyssopifolia* L.
- *Euphorbia lathyris* Georgi
- *Euphorbia macropus* (Kl. et Gke.)
- *Euphorbia macropus* (Kl. et Gke.) Boiss. var. *novoleonensis* Mayfield
- *Euphorbia montereyana* Millsp.
- *Euphorbia nutans* Lag.
- *Euphorbia prostrata* Aiton
- *Euphorbia serpens* Kunth
- *Euphorbia villifera* Scheele
- *Jatropha dioica* Sessé ex. Cerv.
- *Keraselma lathyris* (L.) Raf.
- *Phyllanthus neoleonensis* Croizat
- *Phyllanthus polygonoides* Nutt. ex Spreng.
- *Poinsettia tubadenia* Mayfield
- *Ricinus communis* L.
- *Sebastiania longipes* (Müll. Arg.) Müll. Arg.
- *Stillingia sanguinolenta* Müll. Arg.
- *Stillingia treculiana* (Müll. Arg.) I. M. Johnst.
- *Tragia nepetaefolia* Wawra

FAGACEAE

- *Quercus acutifolia* Née var. conspersa (Benth.) A. DC.
- *Quercus affinis* Mart. & Galeotti
- *Quercus canbyi* Trel.
- *Quercus coccolobaefolia* Trel.

•*Quercus eduardi* Trel.
•*Quercus endlichiana* Trel.
•*Quercus endlichiana* Trel. f. serrata Trel.
•*Quercus glaucoides* Mart. & Galeotti
•*Quercus graciliformis* C. H. Müll.
•*Quercus greggii* Trel.
•*Quercus hintoniorum* (Nixon) C. A. Mull.
•*Quercus intricata* Trel.
•*Quercus laceyi* Small
•*Quercus laeta* Liebm.
•*Quercus laurina* M. Martens & Galeotii
•*Quercus mexicana* Humb. & Bonpl.
•*Quercus microphylla* Née
•*Quercus opaca* Trel.
•*Quercus pinnativenulosa* C. H. Muller
•*Quercus polymorpha* Schlecht. & Cham.
•*Quercus pringlei* Seemen
•*Quercus rysophylla* Weath.
•*Quercus saltillensis* Trel.
•*Quercus sartorii x mexicana* Liem.
•*Quercus striatula* Trel.
•*Quercus trinidadensis* C. H. Muller
•*Quercus tuberculata* Liebm.
•*Quercus virginiana* Mill. var. *fusiformis* (Small) E. Murray

FLACOURTIACEAE
•*Neopringlea integrifolia* (Hemsl.) S. Watson
•*Xylosma flexuosum* Hemsl.

FOUQUIERIACEAE
•*Fouquieria splendens* Engelm.

FUMARIACEAE
•*Corydalis pseudomicrantha* Feddema

GARRYACEAE
•*Garrya glaberrima* Wangerin
•*Garrya laurifolia* Benth.
•*Garrya laurifolia* Benth. var. *macrophylla* (Benth.) Dahling
•*Garrya ovata* Benth., var. *mexicana* Dahling
•*Garrya wrightii* Torr.

GENTIANACEAE
•*Centaurium arizonicum* (A. Gray) A. Heller
•*Eustoma exaltatum* (L.) Salisb. ex G. Don

GERANIACEAE
•*Erodium cicutarium* (L.) L' Hér.
•*Geranium seemanni* Peyr.
•*Pelargonium odoratissimum* Soland.

HYDRANGEACEAE
•*Fendlera linearis* Rehder
•*Fendlerella lasiopetala* Standl.
•*Philadelphus calcicola* S.Y. Hu.
•*Philadelphus madrensis* Hemsl.
•*Philadelphus microphyllus* var. *palmeri* A. Gray
•*Philadelphus pringlei* S.Y. Hu.

HYDROPHYLLACEAE
•*Drymaria barkleyi* Steyerm. & J. A. Duke
•*Drymaria glandulosa* Bartl.
•*Drymaria laxiflora* Benth.
•*Nama biflorum* Choisy
•*Nama hintoniorum* G.L.Nesom
•*Nama hispidum* A. Gray
•*Nama hispidum* A. Gray var. *spathulatum* C. L. Hitchc.
•*Nama propinquum* Morton & C. L. Hitchc.
•*Nama palmeri* A. Gray
•*Nama stenophyllum* A. Gray ex Hemsl.
•*Nama undulatum* Kunth
•*Phacelia congesta* Hook.
•*Phacelia rupestris* Greene

JUGLANDACEAE
•*Carya illinoensis* K. Koch
•*Carya myristicaeformis* Nutt.
•*Carya ovata* Britton & Stern et Pogg.
•*Carya ovata* Britton & Stern et Pogg. var. *mexicana* (Engelm. ex Hemsl.) W. E. Manning
•*Carya palmeri* W. E. Manning
•*Juglans major* (Torr.) A. Heller
•*Juglans mollis* Hemsl.

KRAMERIACEAE
•*Krameria cytisoides* Cav.

LAMIACEAE
•*Agastache palmeri* var. *leonensis* R.W. Saers
•*Hedeoma costatum* A. Gray var. *costatum* A. Gray
•*Hedeoma costatum* A. Gray var. *pulchellum* (Greene) Irving
•*Hedeoma drummondii* Benth.
•*Hedeoma irvingii* B. L. Turner
•*Hedeoma nanum* (Torr.) Briq. var. *nanum* (Torr.) Briq.
•*Hedeoma palmeri* Hemsl. var. *santiagoanum* B. L. Turner
•*Hedeoma plicata* Torr.
•*Hyptis mutabilis* (Rich.) Briq.
•*Majorana hortensis* Moench
•*Marrubium vulgare* L.
•*Mentha piperita* L.
•*Mentha rotundifolia* Huds.
•*Mentha spicata* L.
•*Monarda citriodora* Cerv. ex Lag. var. *citriodora* Cerv. ex Lag.
•*Monarda pringlei* Fern.
•*Physostegia correllii* (Luell) Shinners
•*Prunella vulgaris* L.
•*Rosmarinus officinalis* L.
•*Salvia ballotiflora* Benth.
•*Salvia caudata* Epling
•*Salvia chia* Sessé & Moc.
•*Salvia coahuilensis* Fernald
•*Salvia coccinea* Murr.
•*Salvia compsostachys* Epling
•*Salvia coulteri* Epl.
•*Salvia forreri* Greene
•*Salvia greggii* A. Gray
•*Salvia hispanica* L.
•*Salvia involucrata* Cav.
•*Salvia jaimehintoniana* Ramamoorthy ex B. L. Turner
•*Salvia lycioides* A. Gray
•*Salvia microphylla* Torr.
•*Salvia reflexa* Hornem.
•*Salvia regla* Cav.
•*Salvia roemeriana* Scheele
•*Salvia serotina* L.
•*Salvia sharpii* Epling & Mathias
•*Salvia urolepis* Fern.
•*Scutellaria drummondii* Benth.
•*Scutellaria monterreyana* B. L. Turner
•*Scutellaria muzquiziana* B. L. Turner
•*Scutellaria ovata* Hill. ssp. *mexicana* Epling
•*Scutellaria potosina* Brandegee var. *novoleonensis* B. L. Turner
•*Scutellaria potosina* Brandegee var. *potosina* Brandegee
•*Scutellaria seleriana* Loes
•*Scutellaria suffrutescens* S. Watson
•*Stachys agraria* Cham. & Schlecht.
•*Stachys bigelovii* A. Gray
•*Stachys crenata* Phil.
•*Stachys grahami* Benth.
•*Stachys vulnerabilis* Rzed. & Calderón
•*Teucrium canadense* L.
•*Teucrium cubense* Jacq. ssp. *cubense* Jacq.

LAURACEAE
•*Litsea glauscecens* Kunth,
•*Litsea parvifolia* Mez
•*Litsea pedicellata* Bartlett
•*Litsea pringlei* Bartlett
•*Persea longipes* Meisn.

LEGUMINOSAE
•*Acacia berlandieri* Benth.
•*Acacia coulteri* Benth.
•*Acacia farnesiana* (L.) Willd.
•*Acacia rigidula* Benth.
•*Acacia roemeriana* Scheele
•*Acacia wrightii* Benth. ex A. Gray
•*Acaciella angustissima* (Mill.) Kuntze var. *angustissima* (Mill.) Kuntze
•*Acaciella villosa* Willd.
•*Amicia zygomeris* DC.
•*Astragalus austrinus* (Small)Schulz var. *austrinus* (Small)Schulz
•*Astragalus emoryanus* (Rydb.) Cory
•*Astragalus greggii* S. Watson
•*Astragalus mario-sousae* E. Estrada, Villarreal & Yen
•*Astragalus regiomontanus* Barneby
•*Astragalus sanguineus* Rydb.
•*Bauhinia macranthera* Benth.
•*Caesalpinia mexicana* A. Gray
•*Calia secundiflora* (Ortega) Yakovlev
•*Calliandra conferta* Benth.
•*Canavalia septentrionalis* J. D. Sauer
•*Canavalia villosa* Benth.
•*Centrosema sagittatum* Brandegee
•*Centrosema virginianum* (L.) Benth.
•*Cercis canadensis* L. var. mexicana (Rose) M. Hopkins
•*Chamaecrista nictitans* L. ssp. *disadena* Irwin & Barneby
•*Chamaecrista greggii* Pollard var. *greggii*
•*Clitoria mexicana* Link
•*Cologania angustifolia* Kunth
•*Cologania broussonetii* D. C.
•*Coursetia caribaea* (Jacq.) Lavin var. *caribaea* (Jacq.) Lavin
•*Coursetia glabella* (A. Gray) Lavin
•*Crotalaria incana* L.
•*Crotalaria polyphylla* Riley
•*Crotalaria pumila* Raf.
•*Crotalaria rotundifolia* (Walter) J. F. Gmel. var. *vulgaris* Windler
•*Crotalaria sagittalis* L, .
•*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. In Willd. var. *bicolor* Humb. & Bonpl. In Willd.
•*Dalea greggii* A. Gray
•*Dalea hospes* (Rose) Bullock
•*Dalea longipila* (Rydb.) Cory
•*Dalea lutea* Willd. var. *lutea* Willd.
•*Dalea nana* Torr. ex A. Gray var. *carnescens* (Rydb.) Kearney & Peebles
•*Dalea pogonathera* A. Gray var. *walkerae* (Tharp & F. A. Barkley) B. L. Turner
•*Dalea saffordii* (Rose) Bullock
•*Dalea scandens* (Mill.) R. T. Clausen
•*Dalea scandens* (Mill.) R. T. Clausen var. *paucifolia* (Coult.) Barneby
•*Dalea wrightii* A. Gray
•*Desmanthus pringlei* (Britton & Rose) F. J. Hermann

•*Desmodium angustifolium* DC.
•*Desmodium caripense* G. Don
•*Desmodium glutinosum* (Muhl. ex Willd.) Wood
•*Desmodium grahami* A. Gray
•*Desmodium lindheimeri* Vail
•*Desmodium macrostachyum* Hemsl.
•*Desmodium molliculum* (Kunth) D. C.
•*Desmodium procumbens* (Mill.) Hitchc
•*Desmodium psilophyllum* Schlecht.
•*Desmodium retinens* Schlecht.
•*Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby & J. W. Grimes
•*Eysenhardtia texana* Scheele
•*Galactia brachystachya* Benth.
•*Galactia striata* Urb.
•*Galactia texana* A. Gray
•*Havardia pallens* Britton & Rose
•*Hoffmanseggia glauca* (Ortega) Eijert
•*Indigofera acutifolia* Schltdl.
•*Indigofera hartwegii* Rydb.
•*Indigofera miniata* Ortega var. *leptosepala* (Nutt.) B. L. Turner
•*Indigofera miniata* Ortega var. *miniata* Ortega
•*Indigofera suffruticosa* Mill.
•*Lathyrus longipes* White
•*Lathyrus parvifolius* S. Watson
•*Lespedeza virginica* (L.) Britton
•*Leucaena greggii* S. Watson
•*Leucaena pulverulenta* Benth.
•*Lupinus caballoanus* B. L. Turner
•*Lupinus muelleri* Standl.
•*Lupinus texensis* Hook.
•*Macroptilium gibbosifolium* (Ortega) A. Delgado
•*Marina scopa* Barneby
•*Medicago lupulina* L.
•*Medicago polymorpha* L.
•*Medicago sativa* L.
•*Melilotus albus* Medik.
•*Melilotus indicus* (L.) All.
•*Mimosa malacophylla* A. Gray
•*Mimosa quadrivalvis* L. var. *latidens* (Small) Barneby
•*Mimosa texana* (A. Gray) Small var. *texana* (A. Gray) Small
•*Mimosa zygophylla* Benth.
•*Nissolia platycalyx* S. Watson
•*Nissolia platycarpa* Benth
•*Orbexilum melanocarpum* (Benth.) Rydb.
•*Orbexilum oliganthum* G. Nesom
•*Painteria elachistophylla* (S. Watson) Britton & Rose
•*Pediomelum rhombifolium* (Torr. & A. Gray) Rydb.
•*Phaseolus albiflorus* Freytag & Debouck
•*Phaseolus leptostachyus* Benth. var. *leptostachyus* Benth.
••*Phaseolus maculatus* Scheele ssp. *ritensis* (M. E. Jones) Freytag
•*Phaseolus neglectus* F. J. Hermann
•*Phaseolus scabrellus* Benth. ex S. Watson
•*Phaseolus vulgaris* L.
•*Pisum sativum* L.
•*Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa* Torr.
•*Prosopis glandulosa* Torr. var. *torreyana* (L. D. Benson) Johnst
•*Prosopis laevigata* (Humb. & Bombp. ex Willd.) M. C. Johnst
•*Rhynchosia difformis* (Elliott) DC.
•*Rhynchosia longeracemosa* Mart. & Galeotti
•*Rhynchosia minima* (L.) D. C.
•*Rhynchosia senna* Gillis ex Hook. & Arn. var. *angustifolia* (A. Gray) Grear
•*Robinia pseudo-acacia* L.
•*Securigera varia* (L.) Lassen
•*Senna lindheimerana* Scheele
•*Senna occidentalis* (L.) Link
•*Trifolium amabile* Kunth
•*Trifolium amabile* Kunth var. *hemsleyi* (Lojac.) D. Heller & Zohary
•*Trifolium repens* L.
•*Vicia americana* Muhl. ex Willd. ssp. *americana*
•*Vicia humilis* H. B. K.
•*Vicia pulchella* Kunth
•*Vicia villosa* Roth
•*Vigna populnea* Piper
•*Zapoteca media* (M. Martens & Galeotti) H. Hernández

LENTIBULARIACEAE
•*Pinguicula cyclosecta* Casper

LINACEAE
•*Linum lasiocarpum* Rose
•*Linum nelsoni* Rose
•*Linum schiedeanum* Schltdl. & Cham.

LOASACEAE
•*Cevallia sinuata* Lag.
•*Eucnide lobata* (Hook.) A. Gray
•*Eucnide xylinea* C. H. Müll.
•*Mentzelia hispida* Willd.
•*Mentzelia incisa* Urb. & Gilg
•*Mentzelia lindheimeri* Urb. & Gilg

LOGANIACEAE
•*Cynoctonum mitreola* L. Britton

LYTHRACEAE
•*Cuphea aequipetala* Cav.
•*Cuphea cyanea* DC.
•*Heimia salicifolia* Link & Otto.
•*Lythrum acinifolium* Sessé & Moc. ex Koehne
•*Lythrum californicum* (Torr.) & A. Gray

MAGNOLIACEA
•*Magnolia dealbata* Zucc.

MALPIGHIACEAE
•*Callaeum septentrionale* Juss D. Johnson
•*Malpighia glabra* L.
•*Mascagnia lilacina* (S. Watson) Nied.
•*Mascagnia macroptera* (D. C.) Nied.

MALVACEAE
•*Abutilon fruticosum* Guill. & Perr.
•*Abutilon hypoleucum* A. Gray
•*Allowissadula holosericea* (Scheele) D. M. Bates
•*Anoda cristata* Schltdl.
•*Anoda leonensis* Fryxell
•*Batesimalva violacea* (Rose) Fryxell
•*Herissantia crispa* (L.) Brizicky
•*Hibiscus acicularis* Standl.
•*Hibiscus coulteri* Harv. ex A. Gray
•*Hibiscus denudatus* Benth.
•*Hibiscus martianus* Zucc.
•*Malva parviflora* L.
•*Malvastrum americanum* (L.) Torr.
•*Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke
•*Melochia pyramidata* L.
•*Pavonia lasiopetala* Scheele
•*Sida abutilifolia* Mill.
•*Sida elliottii* Torr. & A. Gray var. *parvifolia* Cham.
•*Sida rhombifolia* L.
•*Sida spinosa* L.
•*Sphaeralcea angustifolia* G. Don
•*Sphaeralcea endlichii* Ulbr.
•*Sphaeralcea hastulata* A. Gray
•*Wissadula amplissima* (L.) R. E. Fries

MELIACEAE
•*Melia azedarach* L.

MENISPERMACEAE
•*Cocculus carolinus* D. C.

MONOTROPACEAE
•*Monotropa hypopithys* L.

MORACEAE
•*Ficus carica* L.
•*Morus alba* L.
•*Morus celtidifolia* Kunth

MYRTACEAE
•*Psidium guajava* L.

NYCTAGINACEAE
•*Acleisanthes longiflora* A. Gray
•*Allionia choisyi* Standl.
•*Allionia incarnata* L. var. *incarnata* L.
•*Boerhavia coccinea* Mill.
•*Cyphomeris crassifolia* (Standl.) Standl.
•*Mirabilis albida* Heimerl
•*Mirabilis glabrifolia* (Ortega) I. M. Johnst.
•*Mirabilis jalapa* L.
•*Mirabilis longiflora* var. *wrightiana* (A. Gray ex Britton & Kearney) Kearney &Peebles
•*Mirabilis nesomii* B. L. Turner
•*Mirabilis oxybaphoides* (A. Gray) A. Gray in Emory
•*Mirabilis polonii* Le Duc.
•*Nyctaginia capitata* Choisy

OLEACEAE
•*Forestiera reticulata* Torr.
•*Fraxinus cuspidata* Torr.
•*Fraxinus greggii* A. Gray
•*Menodora longiflora* A. Gray
•*Osmanthus americana* Benth. & Hook. F.

ONAGRACEAE
•*Calylophus hartwegii* (Benth.) P. H. Raven var. *hartwegii* (Benth.) P. H. Raven
•*Gaura calcicola* P. H. Raven & D. P. Greg.
•*Gaura coccinea* Nutt.
•*Lopezia nuevo-leonis* Plitmann, P. H. Raven & Breedlove
•*Lopezia racemosa* Cav.
•*Oenothera jamesii* (Torr.) A. Gray
•*Oenothera kunthiana* Munz
•*Oenothera rosea* Sol.
•*Oenothera speciosa* Nutt.
•*Oenothera tetraptera* Cav.

•**OROBANCHACEAE**
•*Conopholis alpina* var. *mexicana* (A. Gray ex S. Watson) R.R. Haynes

OXALIDACEAE
•*Oxalis berlandieri* Torr.
•*Oxalis corniculata* L.
•*Oxalis corniculata* L. var. *pilosa* (Nutt.) B. L. Turner
•*Oxalis drummondii* A. Gray
•*Oxalis latifolia* Kunth

PAPAVERACEAE
•*Argemone aenea* G. B. Ownbey
•*Argemone albiflora* Hornem.
•*Argemone echinata* G. B. Ownbey
•*Argemone mexicana* L. ssp. *mexicana* L.
•*Bocconia frutescens* L.
•*Hunnemannia fumariaefolia* Sweet

PASSIFLORACEAE
•*Passiflora affinis* Engelm.
•*Passiflora suberosa* L.
PEDALIACEAE
•*Proboscidea louisianica* (Mill.) Thell. var. *fragrans* (Lindl.) Bretting
PHYTOLACCACEAE
•*Phytolacca icosandra* L.
•*Rivina humilis* L.
PIPERACEAE
•*Peperomia berlandieri* Miq.
•*Peperomia blanda* (Jacq.) Kunth
•*Peperomia quadrifolia* Miq.
•*Piper auritum* H. B. & K., b.
PLANTAGINACEAE
•*Plantago australis* Lam.
•*Plantago australis* Lam., ssp. *hirtella* (Kunth) Rahn
•*Plantago hookeriana* Fisch & C. A. Mey
•*Plantago lanceolata* L.
•*Plantago major* L.
•*Plantago rhodosperma* Decne.
PLATANACEAE
•*Platanus occidentalis* L. var. *glabrata* (Fern.) Sarg.
•*Platanus occidentalis* L. var. *mexicana* (Moric.) Jankó
•Platanus rzedowskii Nixon & J. M. Poole
PLUMBAGINACEAE
•*Plumbago scandens* L.
POLEMONIACEAE
•*Cobaea pringlei* (House) Stal.
•*Gilia acerosa* (A. Gray) Britton
•*Gilia incisa* Benth.
•*Gilia rigidula* Benth. var. *rigidula* Benth.
•*Gilia stewartii* I. M. Johnst.
•*Ipomopsis aggregata* (Pursh) V. E. Grant ssp. *formosissima* (Greene) Wherry
•*Loeselia coerulea* G. Don
POLYGALACEAE
•*Polygala alba* Nutt.
•*Polygala glandulosa* Kunth
•*Polygala lindheimeri* A. Gray var. eucosma (Blake) Wendt
•*Polygala ovatifolia* A. Gray
•*Polygala scoparioides* Chodat
•*Polygala semialata* S. Watson
•*Polygala viridis* S. Watson
POLYGONACEAE
•*Eriogonum greggii* Torr. & A. Gray
•*Eriogonum jamesii* Benth.
•*Eriogonum jamesii* var. *undulatum* (Benth.) S. Stokes ex M. E. Jones
•*Polygonum aviculare* L.
•*Polygonum lapathifolium* L.
•*Rumex mexicanus* Meissner
•*Rumex pulcher* L. var. eupulcher Rech.
PORTULACACEAE
•*Portulaca oleracea* L.
•*Portulaca pilosa* L.
•*Talinum aurantiacum* Engelm.
•*Talinum paniculatum* Ruiz & Pav.
PRIMULACEAE
•*Anagallis arvensis* L.
•*Samolus ebracteatus* Kunth
•*Samolus parviflorus* Raf.
RANUNCULACEAE
•*Aquilegia chrysantha* A. Gray
•*Aquilegia longissima* A. Gray ex S. Watson
•*Clematis drummondii* Torr. & A. Gray
•*Clematis grossa* Benth.
•*Clematis pitcheri* Torr. & A. Gray
•*Delphinium madrense* S. Watson
•*Ranunculus peruvianus* Pers.
•*Ranunculus petiolaris* Kunth ex DC.
•*Ranunculus petiolaris* var. sierrae-orientalis L. D. Benson
•*Thalictrum fendleri* Engelm. ex A. Gray
•*Thalictrum grandifolium* S. Watson
RESEDACEAE
•*Oligomeris linifolia* (Vahl) J. F. Macbr
RHAMNACEAE
•*Ceanothus buxifolius* Willd. ex Kunth
•*Ceanothus coeruleus* Lag.
•*Ceanothus fendleri* A. Gray
•*Ceanothus greggii* A. Gray
•*Colubrina greggii* S. Watson var. *greggii* S. Watson
•*Condalia correllii* M.C. Johnst.
•*Condalia hookeri* M.C. Johnst.
•*Condalia viridis* I. M. Johnst.
•*Karwinskia humboltiana* (Roem. & Schult.) Zucc.
•*Rhamnus betulifolia* Greene
•*Rhamnus revoluta* Rose
•*Rhamnus serrata* Willd. ex Roem. & Schult.
ROSACEAE
•*Cercocarpus fothergilloides* H. B. & K.
•*Cercocarpus macrophyllus* C. K. Schneid.
•*Cercocarpus mojadensis* CK Schneid.
•*Cowania plicata* D. Don
•*Crataegus crus-galli* L.
•*Crataegus rosei* Eggleston
•*Crataegus tracyi* Ashe var. *madrensis* J. B. Phipps
•*Duchesnea indica* Focke
•*Fragaria californica* Cham. & Schltdl.
•*Fragaria mexicana* Schltdl.
•*Fragaria virginiana* Mill. var. *ovalis* (Lehm.) R. J. Davis
•*Holodiscus discolor* (Pursh) Maxim.
•*Lindleya mespiloides* Kunth
•*Malacomeles denticulata* var. *denticulata* (Kunth) G.N.Jones
•*Malacomeles paniculata* (Rehder) J.B.Phipps
•*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. var. *intermedius* (Rydb.) B.L.Rob.
•*Prunus domestica* L.
•*Prunus mexicana* S. Watson
•*Prunus serotina* Ehrh. ssp. *serotina* Ehrh.
•*Prunus serotina* Ehrh. ssp. *virens* (Wooton & Standl.) McVaugh
•*Rosa carolina* L.
•*Rosa serrulata* Crép.
•*Rubus flagellaris* Lefev. & P. J. Muell.
•*Rubus humistratus* Steud.
•*Rubus trivialis* S. Watson
•*Vauquelinia corymbosa* H. & B.
•*Vauquelinia corymbosa* H. & B. var. *saltillo-ensis* Hess. & Henrickson
RUBIACEAE
•*Borreria laevis* (Lam.) Griseb
•*Bouvardia ternifolia* Standl.
•*Cephalanthus occidentalis* L.
•*Chiococca alba* Hitchc.
•*Crusea diversifolia* (Kunth) W. R. Anderson
•*Diodia teres* Walter
•*Galium aschenbornii* Nees. & S. Schauer,
•*Galium mexicanum* Kunth
•*Galium microphyllum* A. Gray
•*Galium oresbium* Greenm.
•*Galium pringlei* Greenm.
•*Galium rzedowskii* Dempster
•*Galium uncinulatum* D. C.
•*Hedyotis intricata* Fosberg
•*Hedyotis nigricans* (Lam.) Fosberg var. *nigricans* (Lam.) Fosberg
•*Hedyotis palmeri* (A. Gray) W. H. Lewis
•*Houstonia acerosa* (A. Gray) Benth. & Hook.f. ssp. *acerosa*
•*Oldenlandia ovata* S. Watson
•*Randia laetevirens* Standl.
•*Randia pringlei* A. Gray
RUTACEAE
•*Amyris madrensis* S. Watson
•*Amyris marshii* Standl.
•*Casimiroa greggii* (S. Watson) F. Chiang
•*Casimiroa pringlei* (S. Watson) Engl.
•*Decatropis bicolor* Radlk.
•*Esenbeckia berlandieri* Baill.
•*Helietta parvifolia* (A. Gray ex. Hemsl.) Benth.
•*Ptelea trifoliata* L.
•*Ruta graveolens* L.
•*Sargentia greggii* S.
•*Thamnosma texana* A. Gray & Torr.
•*Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg.
SABIACEAE
•*Meliosma alba* (Schltdl.) Planch.
SALICACEAE
•*Populus mexicana* Wesm. ex DC.
•*Populus tremuloides* Michx.
•*Salix jaliscana* M. E. Jones
•*Salix nigra* Marshall
SAPINDACEAE
•*Cardiospermum halicacabum* L.
•*Dodonaea viscosa* Jacq.
•*Koerleuteria paniculata* Laxm.
•*Sapindus saponaria* L.
•*Serjania brachycarpa* A. Gray ex Radlk.
•*Serjania incisa* Torr.
•*Ungnadia speciosa* Endl.
•*Urvillea ulmacea* Kunth
SAPOTACEAE
•*Syderoxylon lanuginosum* (Michx.) Pers.
SAXIFRAGACEAE
•Heuchera mexicana W. Schaffn.
•Heuchera rubescens Torr.
SCROPHULARIACEAE
•Bacopa monnieri (L.) Pennell
•Castilleja integrifolia L. var. integrifolia L. F.
•Castilleja lanata A. Gray in Emory
•Castilleja scorzoneraefolia (H. B.) Kunth
•Castilleja tenuiflora Benth. var. xylorrhiza (Eastw.) G. L. Nesom
•*Cymbalaria muralis* Gaertn., B. Mey. & Schreb.
•*Hemichaena cebollana*
•*Leucophyllum langmaniae* Flyr
•*Maurandya barclaiana* Lindl.
•*Mecardonia procumbens* (Mill.) Small
•*Mimulus glabratus* A. Gray
•*Penstemon barbatus* (Cav.) Roth
•*Penstemon campanulatus* (Cav.) Willd
•*Penstemon lanceolatus* Benth.
•*Seymeria deflexa* Eastw.
•*Seymeria virgata* (Kunth) Benth.
•*Veronica persica* Poit.
SIMAROUBACEAE
•*Picramnia polyantha* (Benth.) Planch.
SOLANACEAE
•*Bouchetia erecta* Dunal
•*Capsicum annuum* L. var. *minus* (Dunal) Shinners
•*Capsicum ciliatum* (Kunth) Kuntze

•*Cestrum anagyris* Dunal
•*Cestrum oblongifolium* Schltdl.
•*Datura stramonium* L.
•*Hunzikeria texana* (Torr.) D'Arcy
•*Jaltomata procumbens* (Cav.) J.L. Gentry
•*Lycium berlandieri* Dunal
•*Nicotiana glauca* Graham
•*Nicotiana nudicaulis* S. Watson.
•*Nicotiana trigonophylla* Dunal
•*Petunia parviflora* Juss
•*Physalis cinerascens* (Dunal) Waterf.
•*Physalis hederifolia* A. Gray
•*Physalis philadelphica* Lam
•*Physalis pubescens* L.
•*Physalis sordida* Fernald
•*Physalis stapelioides* Bitter
•*Physalis viscosa* L.
•*Solanum americanum* Mill.
•*Solanum douglasii* Dunal
•*Solanum elaeagnifolium* Cav.
•*Solanum erianthum* D. Don
•*Solanum rostratum* Dunal
•*Witheringia mexicana* (B. L. Rob.) Hunz.

STAPHYLEACEAE
•*Staphylea pringlei* S. Watson

STYRACACEAE
•*Styrax platanifolius* Engeml. ex Torr. var. *mollis* P. W. Fritsch

TILIACEAE
•*Tilia americana* L. var. *caroliniana* (Mill.) Castigl.
•*Tilia caroliniana* Mill.
•*Tilia floridana* Small

TURNERACEAE
•*Turnera diffusa* Willd.

ULMACEAE
•*Celtis laevigata* Willd.
•*Celtis pallida* Torr.
•*Ulmus crassifolia* Nutt.
•*Ulmus serotina* Sarg.

URTICACEAE
•*Boehmeria cylindrica* (L.) Sw.
•*Parietaria pensylvanica* Muhl. Ex Willd. var. obtusa (Rydb. ex Small) Shinners
•*Pilea microphylla* (L.) Liebm.
•*Urtica chamaedryoides* Pursh

VALERIANACEAE
•*Valeriana clematitis* Kunth
•*Valeriana scandens* L.
•*Valeriana subincisa* Benth.

VERBENACEAE
•*Aloysia gratissima* (Gillis & Hook.) Tronc.
•*Aloysia macrostachya* (Torr.) Moldenke
•*Glandularia bipinnatifida* Nutt.
•*Glandularia elegans* (Kunth) Umber
•*Glandularia polyantha* Umber
•*Glandularia quadrangulata* (A. Heller) Umber var. *verecunda* (A. Heller) Umber
•*Lantana achyranthifolia* Desf.
•*Lantana camara* L.
•*Lantana canescens* Kunth
•*Lantana hirsuta* M. Martens & Galeotti
•*Lantana hirsuta* x camara
•*Lantana macropoda* Torr.
•*Lantana velutina* M. Martens & Galeotti
•*Lippia graveolens* Kunth
•*Phyla fruticosa* (Mill.) K. Kenn. & Rueda
•*Phyla incisa* Small
•*Phyla nodiflora* Greene
•*Phyla strigulosa* (Mart. & Gal.) Mold.
•*Priva mexicana* Pers.
•*Verbena brasiliensis* Vell.
•*Verbena canescens* Kunth.
•*Verbena carolina* L.
•*Verbena ciliata* Benth.
•*Verbena cloverae* Moldenke
•*Verbena elegans* Kunth
•*Verbena elegans* Kunth var. *asperata* L. M. Perry
•*Verbena litoralis* Kunth
•*Verbena menthaefolia* Benth.
•*Verbena neomexicana* (A. Gray) Small
•*Verbena officinalis* L.
•*Verbena officinalis* L. ssp. *halei* (Small) S. C. Barber
•*Verbena runyonii* Moldenke

VIOLACEAE
•*Viola nuevo-leonensis* W. Becker

VISCACEAE
•*Arceuthobium vaginatum* Presl.
•*Phoraderon villosum* (Nutt.) Nutt.

VITACEAE
•*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.
•*Vitis berlandieri* Planch.
•*Vitis cinerea* (Engelm.) Millardet

ZYGOPHYLLACEAE
•*Guaiacum angustifolium* Engelm.
•*Kallstroemia parviflora* Norton
•*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville E. 19632a.

14.4 LITERATURA CITADA

Aguirre-Claveran, R. 1983. Contribución al conocimiento de la Pteridoflora del estado de Nuevo León, México. Tesis Licenciatura. U.A.N.L., F.C.B., San Nicolás de los Garza, N.L. Pp. 187.

Allred, K. W. y J. Valdés-Reyna. 1997. The Aristida pansa complex and a key to the Divaricatae group of North America (Gramineae: Aristideae). Brittonia 49(1):54-66.

Anderson, E. F. 1987. A revision of the genus Thelocactus B. et R. (Cactaceae). Bradleya 5: 49-76.

García, A. y S. González. 1991. Flora y Vegetación de la cima del Cerro Potosí, Nuevo León, México. Acta Botánica Mexicana, 13: 53-74.

Banda-Silva, R. 1974. contribución al conocimiento de los encinos del estado de Nuevo León., México. Tesis Licenciatura. U.A.N.L.,F.C.B., Monterrey N.L.

Barkworth, M. E. 1993. North American Stipeae (Gramineae): Taxonomic changes and other comments. Phytologia 74(1):1-25.

Barneby, R. C. 1964. Atlas of North American Astragalus. Mem. N.Y. Bot. Gard. 13:1-1188.

Barneby, R. C. 1977. Daleae imagines. Mem. N. Y. Bot. Gard. 27:1-892.

Beaman, J. H. y W. J. Andersen. 1966. The vegetation, Floristics and phytogeography of the sumit of Cerro Potosí, México. The American Midland Naturalist. Vil. 75, No. 1, Pp. 1-33.

Beaman, J. H. 1990. Revision of Hieracium (Asteraceae) in Mexico and Central America. Syst. Bot. Monographs 29: 1-77.

Beetle, A. A. 1983. Las gramíneas de México I. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. COTECOCA. México.

Beetle, A. A. 1987. Las gramíneas de México II. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. COTECOCA. México.

Beetle, A. A., E. Manrique, J. A. Miranda, V. Jaramillo, A. Chimal y A. Rodríguez. 1991. Las gramíneas de México III. Secretaría de Agricultura Y Recursos Hidráulicos. COTECOCA. México.

Beetle, A. A., E. Manrique, J. A. Miranda, V. Jaramillo, A. Chimal y A. Rodríguez. 1995. Las gramíneas de México IV. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. COTECOCA. México.

Beetle, A. A., E. Manrique, J. A. Miranda, V. Jaramillo, A. Chimal y A. Rodríguez. 1999. Las gramíneas de México V. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. COTECOCA. México.

Blake, S. F. 1918. A revision of the genus Viguiera. Contr. A. Gray Herb. 54: 1-205.

Bolli, R. 1994. Revision of the genus Sambucus. Dissertations Botanice 223: 1-227.

Bravo-Hollis, H. 1978. Las Cactáceas de México. I. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 743

Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991a. Las Cactáceas de México. II. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 404.

Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991b. Las Cactáceas de México. III. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 643.

Cabrera, A. L. y A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía 13, Serie de Biología, Organización de Estados Americanos, Washington, D.C. Pp. 117.

Capó-Arteaga, M. A. 1972. Observaciones sobre la taxonomía y distribución de las confieras de Nuevo León, México. Tesis Licenciatura. U.A.N.L., F.C.B., San Nicolás de los Garza, N.L.

CONANP. (en prensa). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Pp. 179.

Correll, D. S. y M. C. Johnston. 1970. The manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation. Renner, Texas. Pp. 1881.

Crabbe, J. A., A. C. Jermy y J. T. Mickel. 1975. A new generic sequence for the pteridophyte herbarium. Fern Gaz. 11(2/3): 141-162.

Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Clasification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York.

Cronquist, A., Takhtajan, A. y W. Zimmermann. 1966. On the higher taxa of Embriophyta. Taxon 14(4): 129-134.

Cruden, R. W. 1981. New Echeandia (Liliaceae) from Mexico. Sida 9(2): 139-146.

Darlington, P. J. JR. 1957. Zoogeography: The geographical distribution of animals. John Wiley, New York. Pp. 675.

Dempster, L. T. 1978. The genus Galium (Rubiaceae) in Mexico and Central America. Univ. Calif. Publ. Bot. 73: 1-33.

Elisens, W. J. 1985. Monograph of the Maurandyinae (Scrophulariaceae-Antirrhineae). Syst. Bot. Monographs 5: 1-97.

Espejo S., A. y A. R. López F. 1993. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística. I. Consejo Nacional de la Flora de México A. C. y Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, D. F.

Espejo S., A. y A. R. López F. 1994. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística. III. Consejo Nacional de la Flora de México A. C. y Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, D. F.

Espejo S., A. y A. R. López F. 1995. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística. IV. Consejo Nacional de la Flora de México A. C. y Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, D. F.

Espejo S., A. y A. R. López F. 1996. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística. VI. Consejo Nacional de la Flora de México A. C., Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y CONABIO. México, D. F.

Espejo S., A. y A. R. López F. 1997a. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística. V. Consejo Nacional de la Flora de México A. C. y Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, D. F.

Espejo S., A. y A. R. López F. 1997b. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística. VII. Consejo Nacional de la Flora de México A. C. y Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, D. F.

Farjón, A. J, A. Pérez De La Rosa y B. T. Styles. 1997. Guía de campo de los pinos mexicanos y América Central. The Royal Botanic Gardens, Kew, England Pp. 151.

Frame, D., Espejo, A. y A. R. López F. 1999. A conspectus of Mexican Melanthiaceae including a description of new taxa of Schoenocaulon and Zigadenus. Acta Botánica Mexicana 48: 27-50.

Freytag, G. F. y D. G. Debouck. 2002. Taxonomy, distribution and ecology of the genus Phaseolus (Leguminosae: Papilionideae) in North America, Mexico and Central America. Sida Bot. Misc. 23:1-300.

Fryxell, P. A. 1988. Malvaceae of Mexico. Syst. Bot. Monographs 25: 1-522.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen. UNAM. México, D. F.

García-Arévalo, A. y S. González-Elizondo. 1991. Flora y vegetación de la cima del cerro del Potosí, Nuevo León, México. Acta Botánica Mexicana 13:53-74.

Gentry, H. S. 1982. Agaves of continental North America. Univ. Arizona Press. Tucson, Ariz.

Gunn, A. R. 1979. Genus Vicia with notes about tribe Vicieae (Fabaceae) in Mexico and Central America. U. S. Department of Agriculture, Technical Bulletin No. 1601. Pp. 41.

Halffter, G. 2003. Biogeografía de la entomofauna de montaña de México y América Central. In: J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds.), Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía, Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D.F., p. 87-97.

Hawksworth, F. G. y D. Wiens. 1977. Arceuthobium (Viscaceae) in Mexico and Guatemala: additions and range extensions. Brittonia 29(4):411-418.

Henrickson, J. 1999a. Studies in New World Amaranthus (Amaranthaceae). Sida 18(3): 783-808.

Henrickson, J. 1999b. Studies in the Genus Dyschoriste (Acanthaceae): I. Plants of Northern Mexico, Texas to Arizona. Lundellia 2: 72-99.

Henrickson, J. y D. Flyr. 1985. Systematics of Leucophyllum and Eremogeton (Scrophulariaceae) Sida 11: 10-172.

Hess, W. S. y J. Henrickson. 1987. A Taxonomic revision of Vauquelinia (Rosaceae). Sida 12: 101-163.

Hinton, J. y G. S. Hinton. 1995. Checklist of Hinton´s collections of the Flora of south-central Nuevo León and adjacent Coahuila. Acta Botánica Mexicana 30:41-112.

Itis, H. H. 1958. Studies in the Capparidaceae IV. Polanisia Raf. Brittonia 10: 33-58.

INEGI. 1981. Síntesis geográfica del estado de Nuevo León. México D. F. Pp. 170.

INEGI. 1986. Síntesis Geográfica de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F. Pp. 170.

Johnston, L. A. 1975. Revision of the Rhamnus serrata complex. Sida 6: 67-79.

Johnston, M. C. 1957. Synopsis of the United States species of Forestiera (Oleaceae). Southwestern Nat. 2(4): 140-151.

Johnston, M. C. 1962. Revision of Condalia including Microrhamnus (Rhamnaceae). Brittonia 14: 332-368.

Johnston, M. C.1971. Revision of Colubrina (Rhamnaceae). Brittonia 23(1): 2-53.

Johnston, M. C.1975. Studies of Euphorbia species of the Chihuahuan Desert Region and adyacent areas. Wrightia 5(5):120-145.

Johnston, M. C. 1990. The Vascular Plants of Texas. A list, up-dating the Manual of the Vascular Plants of Texas. 2nd ed. Published by Marshall C. Johnston.

King, R. M. y H. Robinson. 1987. The genera of Eupatorieae (Asteraceae). Missouri Bot. Gard. Monogr. Syst. Bot. 22: 1-581.

Knobloch, I. W. y D. S. Correll. 1962. Ferns and Fern allies of Chihuahua, Mexico. Texas Research Foundation. Renner, Texas. Pp. 198.

Luckow, M. 1993. Monograph of Desmanthus (Leguminosae-Mimosoideae). Syst. Bot. Monograhs 38:1-166.

Marroquín-De La Fuente, J. S. 1968. Datos botánicos de los cañones orientales de la Sierra de Anáhuac, al sur de Monterrey. Cuad. Inst. Inv. Cient. 14.

Marroquín, R. A. 1985. El género Quercus al noroeste del estado de Nuevo León. Tesis Licenciatura. U.A.N.L., F.C.B., Monterrey, N.L.

Matuda, E. y I. Piña L. 1980. Las plantas mexicanas del género Yucca. Miscelanea Estado de México. Pp. 145.

McDonald, J. A. 1990. The alpine-subalpine flora of northeastern Mexico. Sida 14(1): 21-28.

Méndez-L., I. y J. L. Villaseñor–R. 2001. La familia Scrophulariaceae en México: Diversidad y Distribución. Bol. Soc. Bot. México 69: 101-121.

MickelL, J. T. y J. M. Beitel. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Memoirs New York Bot. Gard. 88: Pp. 1054.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-179.

Muller, C. H. 1937. Plants as indicators of climate in Northeast México. The American Midland Naturalist. Pp. 986-1000.

Muller, C. H. 1939. Relation of the vegetation and climatic types un Nuevo Leon, Mexico. Amer. Midl. Nat. 21(3): 687-729

Nesom, G. L. 1990. Studies in the systematic of Mexican and Texan Grindelia (Ateraceae: Astereae). Phytologia 68(4): 303-392.

Nesom, G. L. 1992. New species and taxonomic evaluations of Mexican Castilleja (Scrophulariaceae). Phytologia 71(5): 333-336.

Nesom, G. L. 1993. Ranunculus (Ranunculaceae) in Nuevo Leon, Mexico, with comments on the R. petiolaris group. Phytologia 75(5): 391-398.

Ownbey, G. B. 1958. Monograph of the genus Argemone for North America and West Indies. Mem. Torrey Bot. Club 21(1): 1-159.

Perry, J. P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Portland, OR: Timber Press.

Peterson, P. M., J. Valdés-Reyna y J. J. Ortiz-Diaz. 2004. Sporobolus (Poaceae: Chloridoideae: Cynodontae: Zoysieae: Sporobolinae) from northeastern México. Sida 21(2): 553-589.

Peterson, P. M. y J. Valdés-Reyna. 2005. Eragrostis (Poaceae: Chloridoideae: Eragrostideae: Eragrostidinae) from northeastern México. Sida 21(3): 1363-1418.

Phipps, J. B. 1997. Monograph of Northern Mexican Crataegus (Rosaceae, subfam. Maloideae). Sida, Botanical Miscellany 15: 1-94.

Piña L., I. 1985. Consideraciones sobre el género Manfreda. Cact. Suc. Mex. 30: 27-32.

Raven, P. H. y D. P. Gregory. 1972. A revision of the genus Gaura (Onagraceae). Mem. Torrey Bot. Club 23(1): 1-96.

Rico A., M. de L. y J. Bachman. 2006. A Taxonomic revision of Acaciella (Leguminosae: Mimosoideae). Anales del Jardín botánico de Madrid. 63(2): 189-244.

Robinson, B. L. 1930. The stevias of North America. Contr. Gray Herb. 90: 90-160.

Rodríguez-López, R. 1987. Conocimiento actual de la Pteridophytas en el estado de Nuevo León, México, con énfasis en la zona montañosa del centro-oeste, su taxonomía y distribución. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. U.A.N.L., San Nicolás de los Garza, N.L. México. Pp. 110.

Rojas-Mendoza, P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis doctoral. U.N.A.M., México D. F.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. D. F. Pp. 432.

Salazar, G. A. 1993. Malaxis wendtii, a new orchid species from Coahuila and Nuevo Leon, Mexico. Orquidea (Méx.) 13(1-2): 281-284.

Silba, J. 1985. The infraespecific taxonomy of Pinus culminicola Anderson et Beaman (Pinaceae). Phytologia 56(7):489-491.

Simpson, B. B. 1998. A Revision of Pomaria (Fabaceae) in North America. Lundellia 1: 46-71.

Simpson, B. B. 1999. A Revision of Hoffmanseggia (Fabaceae) in North America. Lundellia 2: 14-54.

SPP. 1986. Síntesis Geográfica del estado de Nuevo León, México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D, F.

Strother, J. L. 1991 Taxonomy of Complaya, Elaphandra, Iogeton, Jefea, Wamelchitamia, Wedelia, Zexmenia and Zyzyxia (Compositae-Heliantheae-Ecliptinae). Syst. Bot. Monographs 33:1-111.

Tryontryon, R. 1956. A revision of the American species of Notholaena. Contr. Gray Herb. CLXXIX. Pp. 106.

Turner, B. L. 1975. Taxonomy of Haploestes (Asteraceae: Senecioneae). Wrightia 5: 108-115.

Turner, B. L. 1982. Revisional treatment of the Mexican species of Seymeria (Scrophulariaceae). Phytologia 51: 403-422.

Turner, B. L. 1991. An overview of the north American species of Menodora (Oleaceae). Phytologia 71(5): 340-356.

Turner, B. L. 1994. Taxonomic treatment of Monarda (Lamiaceae) for Texas and Mexico. Phytologia 77(1): 56-79.

Turner, B. L. 1994. Species of Lupinus (Fabaceae) occurring in northeastern Mexico (Nuevo Leon and closely adjacent states). Phytologia 76(4):290-302.

Turner, B. L. 1994. Native species of Bahuinia (Caesalpinaceae) occurring in northeastern Mexico. Phytologia 76(4): 333-343.

Turner, B. L. 1996. The comps of Mexico. A systematic account of the familiy Asteraceae. 6. Tageteae and Anthemideae. Phytologia Memoirs 10. Pp. 93.

Turner, B. L. 1997. The comps of Mexico. A systematic account of the familiy Asteraceae. 1. Eupatorieae. Phytologia Memoirs 11. Pp. 272.

Turner, B. L. 2001 Taxonomic revision of the genus Fendlera (Hydrageaceae). Lundellia 4: 1-11.

Umber, R. E. 1979. The genus Glandularia (Verbenaceae) in North America. Syst. Bot. 4(1): 72-102.

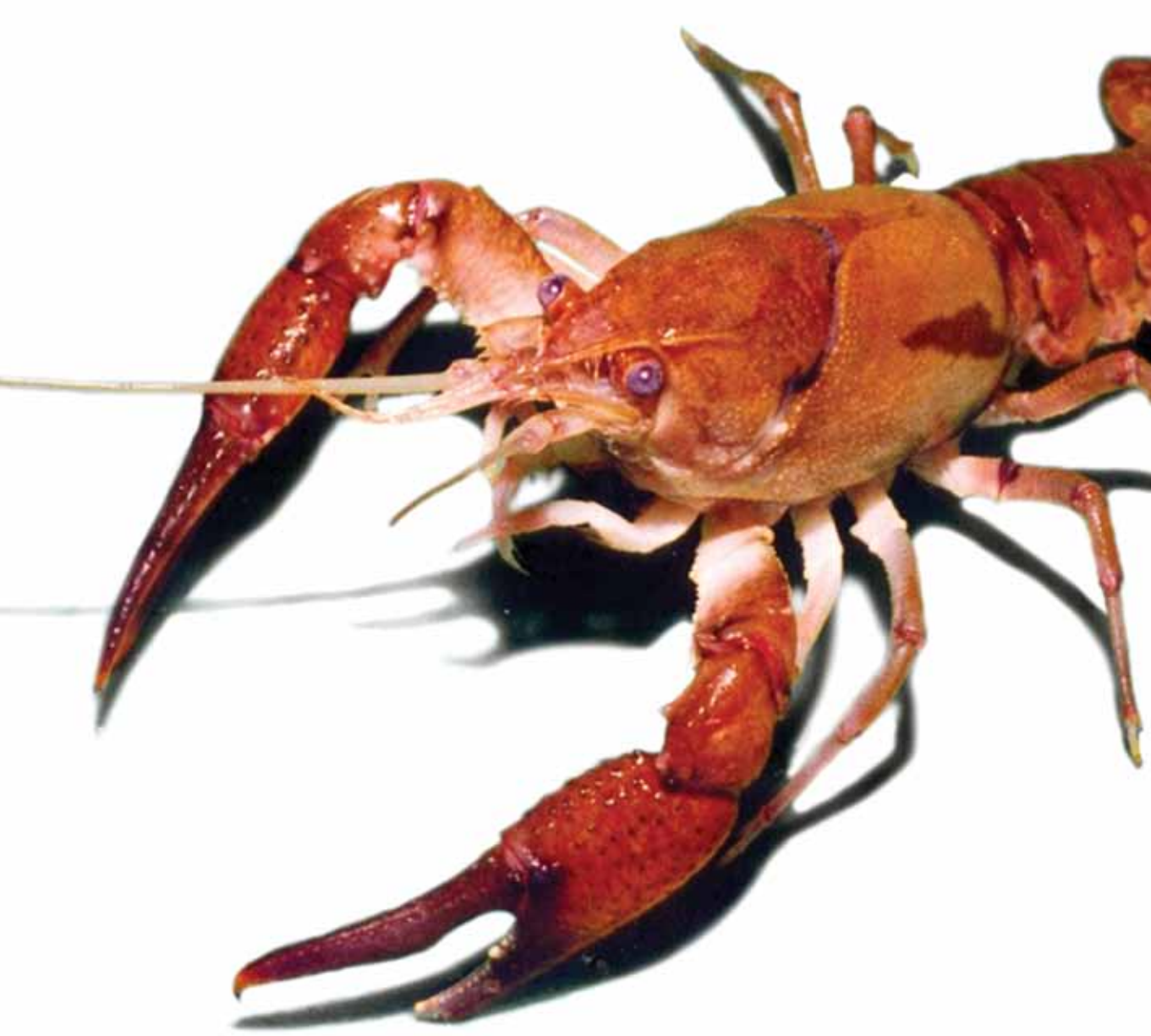
Valdés-Reyna, J. 1997. A Revisión of Erioneuron and Dasyochloa (Poaceae: Eragrostideae). Sida 17(4):645-666.

Valdés-Reyna, J. y K. W. Allred. 2003. El género Aristida (Gramineae) en el noreste de México. Acta Botánica Mexicana 63: 1-46.

Valiente-Banuet, A., N. Flores-Hernández, M. Verdú y P. Dávila. 1998.The Chaparral vegetation in Mexico under non-mediterranean climate: Convergence and Madrean-Tethyan hypotheses reconsidered. American Journal of Botany 85: 1398-1408.

Woodson, R. E. 1954. The North American species of Asclepias L. Ann. Missouri Bot. Gard. 41(1): 1-211.

Zanoni, T. A. y R. P. Adams. 1980. The genus Juniperus (Cupressaceae) in Mexico and Guatemala: synonymy, key and distribution of the taxa. Bol. Soc. Bot. Mex. 38: 83-131.



CAPÍTULO

15

CRUSTÁCEOS

Gabino A. Rodríguez Almaraz[1], Víctor Ortega Vidales[1] y José Alfredo Treviño Flores[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas

Cd. Universitaria, CP 66451. AP 105-F. San Nicolás de los Garza, N.L.

gabino.rodriguezal@uanl.edu.mx.

Rodríguez-Almaraz, G., V. Ortega-Vidales y J. Treviño-Flores. 2013. Crustáceos, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 161-174.

Crustáceos

Gabino A. Rodríguez Almaraz, Víctor Ortega Vidales y José Alfredo Treviño Flores

15.1 INTRODUCCIÓN

En México, se han declarado 176 áreas naturales protegidas (ANP) (Conanp, 2013) y pocas especies de crustáceos han sido incluidas en los programas de conservación y protección de la biodiversidad de las ANP. El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), en su programa de conservación y manejo enlista 271 especies de artrópodos, sin mencionar a qué grupo pertenecen (CONANP, En Prensa). Esta ANP federal colinda con el Área Metropolitana de Monterrey y su extensión es de 177,395 hectáreas (Valdez-Tamez *et al.,* 2004; CONANP, En Prensa). Por su ubicación tiene una serie de amenazas para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad que alberga. Los cuerpos de agua superficiales y subterráneos son los más afectados por factores antropogénicos (Pérez-Ortiz, 2012).

En este estudio se presenta la distribución geográfica y las amenazas potenciales para la conservación de 41 especies de crustáceos principalmente acuáticos que residen en el PNCM o sus inmediaciones.

15.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El PNCM está situado en el centro y oeste de Nuevo León que incluye a ocho municipios; y corresponde a la parte norte de la Sierra Madre Oriental (Valdez-Tamez *et al.,* 2004; CONANP, En Prensa). Por su situación geográfica el PNCM se ubica dentro de la región hidrológica del río Bravo-Conchos, y los cuerpos de agua superficiales más importantes que fluyen dentro o cerca de este parque, son los ríos Santa Catarina, la Silla, San Juan y Ramos (CONANP, En Prensa). Los tipos de vegetación presentes en el parque están correlacionados con la altitud, en las partes más bajas se localizan matorral microfilo, matorral desértico rosetófilo, chaparral de encino arbustivo, matorral submontano, en las partes medias domina bosques de encino y encino-pino; y en las partes más altas se encuentra bosques de coníferas (Valdez-Tamez *et al.,* 2004; CONANP, En Prensa).

Base de datos. Registros de crustáceos depositados en la Colección Carcinológica de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL-FCB) generaron la mayor parte de la base de datos de esta fauna residente en o los límites del PNCM, Adicionalmente, estudios publicados sobre el tema son incluidos. La lista de especies sigue un orden filogenético y la clasificación taxonómica del subphylum Crustacea Brünnich, 1772, es de acuerdo a Martin y Davis (2001).

15.3 RESULTADOS

Se registraron 41 de especies de crustáceos para el PNCM. Treinta y cinco especies son acuáticas y seis especies terrestres. Veintidós especies corresponden a la clase Branchiopoda (orden Cladocera 17 y grandes branquiópodos 5), seis especies a la clase Maxillopoda (subclase Copepoda) y 13 especies a la clase Malacostraca divididas en el superorden Peracarida (Isopoda 8, Amphipoda 1 y Mysida 1) y superorden Eucarida (orden Decapoda 3). Del total de especies registradas, tres son endémicas de Nuevo León y seis son especies no nativas para México (Tabla 15.1).

15.4 AMENAZAS POTENCIALES PARA LA CONSERVACIÓN

Las especies acuáticas residentes del PNCM han recibido poca atención, no obstante que se reconoce que el aporte de agua al área metropolitana de Monterrey es uno de los principales servicios ambientales de este parque (CONANP, En Prensa; Seriña-Garza, 2012). Tal es el caso de los crustáceos que no han sido considerados en los programas de conservación y manejo de esta área natural protegida y esto se debe al pobre conocimiento de la presencia de esta fauna en ambientes acuáticos y terrestres.

Las 41 especies de crustáceos registradas en este estudio, habitan ya sea dentro, en los límites o cerca del PNCM. Los criterios utilizados para considerar una presencia potencial de estas especies dentro del PNCM fueron: a) la mayoría de las especies (excepto las endémicas) tienen una amplia distribución en México o, al menos, en el noreste del país, b) similitud de ambientes acuáticos y terrestres dentro y fuera del PNCM, y c) la conectividad ecológica de estos ambientes.

Los microcrustáceos (cladóceros y copépodos) son un grupo diverso del zooplancton y componente clave en la estructura trófica de muchos ecosistemas acuáticos (Thorp y Covich, 1991). Al igual que muchas

especies de invertebrados de agua dulce, los microcrustáceos están expuestos diferentes clases de amenazas, como la destrucción de hábitat, degradación, contaminación, introducción de especies exóticas, extracción directa y cambio climático global (Abell *et al.,* 2000; Van Dyke, 2003; Strayer, 2006). Cualquiera de estas amenazas podría afectar la composición y estructura de las comunidades de copépodos y cladóceros de humedales, represas y otros ambientes lenticos del PNCM.

Los "branquiópodos grandes" son habitantes obligados de charcas temporales, que pueden durar días o algunas semanas (Dodds, 2002) y se distribuyen principalmente en climas áridos y semiáridos del mundo, pero en menor grado se han encontrado en regiones templadas y tropicales (Maeda-Martínez, 1982; Maeda-Martínez *et al.,* 1997; Dumont y Negrea, 2002; Maeda-Martínez *et al.,* 2002a,b,c; Brendonck *et al.,* 2007). Los humedales temporales son severamente amenazados a nivel mundial, poniendo en peligro a muchos branquiópodos y otra biota. Los cambios de uso de suelo (Belk, 1998), extracción de agua (De Roeck *et al.,* 2007), agricultura, urbanización y polución (Hamer y Brendonck, 1997), son las causas principales de la degradación o destrucción de estos hábitats. Estos cambios han reducido la calidad y cantidad de humedales efímeros, por lo que algunas especies de branquiópodos están enlistadas en la lista roja de la IUCN (Brendonck *et al.,* 2007). Estas mismas amenazas han extinguido algunas poblaciones de branquiópodos grandes del PNCM.

El endemismo de isópodos de agua dulce y la creciente demanda de agua por el humano, incrementan los riesgos de extinción de este grupo (Wilson, 2008). Esta amenaza debe ser considerada tanto para *S. karenae* y el misidáceo *S. villalobosi*, endémicas y estigobias del PNCM. El único isópodo acuático continental que aparece en la lista de especies amenazadas de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), es *Creaseriella anops* (Creaser, 1936).

La modificación de los ambientes acuáticos del PNCM podría no representar una amenaza significativa para el anfípodo *H. azteca*, ya que es de amplia distribución, a diferencia de las especies endémicas o de restringida distribución en el PNCM. Sin embargo, es necesario estudiar las poblaciones residentes en el PNCM y de otras regiones geográficas del país, ya que hay indicios que este anfípodo puede ser un complejo de especies morfológicas crípticas (Gonzalez y Watling, 2002; Witt *et al.,* 2003; Wellborn *et al.,* 2005).

Las cochinillas terrestres encontradas en el PNCM o áreas contiguas son de amplia distribución mundial y de origen europeo, excepto *V. osorioi*. Diferentes actividades antropogénicas han propiciado la introducción de isópodos terrestres en muchas regiones del mundo (Schmalfuss, 2003). Las amenazas principales para estos isópodos que habitan en el PNCM y áreas adjuntas son la deforestación y la erosión de suelo. Esta fauna contribuye significativamente en el reciclamiento de nutrientes del suelo (Hornung *et al.,* 2007; David y Handal, 2010).

La mayor parte de la biodiversidad de acociles mexicanos es conocida sólo en la localidad tipo o tiene una distribución geográfica muy restringida (Hobbs Jr., 1989; Rodríguez Almaraz y Muñiz-Martínez, 2008; López-Mejía, 2008). A pesar de que todas las especies son nativas, excepto *P. clarkii*, no hay programas o acciones para proteger o conservar esta fauna. El acocil regio, *P. regiomontanus*, endémico del centro de Nuevo León, es la única especie de acocil clasificada en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), y también está en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (IUCN) (IUCN, 2012: http://www.iucnredlist.org/search). De acuerdo a Taylor *et al.* (2007), el principal factor de riesgo para los acociles de Norteamérica, es el limitado rango de distribución natural de muchas especies. Otras amenazas son la introducción de especies exóticas y la alteración del hábitat. El acocil regio *P. regiomontanus*, reúne estas características de riesgo. La introducción del acocil rojo *P. clarkii* al centro de Nuevo León, contribuyó en el detrimento del acocil regio (Campos y Rodríguez Almaraz, 1992; Rodríguez Almaraz y Campos, 1994; Rodríguez-Almaraz y Muñiz-Martínez, 2008).

La acamaya o langostino *M. acanthurus* es una especie de importancia pesquera y común a lo largo de la vertiente del Golfo de México (Holthuis, 1952; Williams, 1984; Wicksten, 2005). Sin embargo, Rodríguez-Almaraz y Campos (1996), registraron un hallazgo de *M. acanthurus* dentro del PNCM (río Ramos en Allende). Pero en los últimos años, no se ha vuelto a encontrar (observaciones personales). Esta misma situación ocurrió en los ríos de Texas, donde poblaciones de *M. acanthurus* declinaron y es atribuida a perturbaciones antropogénicas en los sistemas acuáticos como construcción de presas, contaminación del agua y la presencia de especies exóticas (Bowles *et al.,* 2000; Rodríguez-Almaraz y Muñiz-Martínez, 2008)

AGRADECIMIENTOS

Por los recursos financieros otorgados para desarrollar este estudio a través del Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica (PAICYT 2010-2011) de la U.A.N.L. y a la Red Temática de PROMEP-SEP "Especies Exóticas de México".

Tabla 15.1 Listado Taxonómico

Simbología: ■ Distribución geográfica en México ■ Distribución en el Parque Nacional Cumbres

Clase Branchiopoda Latreille, 1817

Superorden Cladocera Milne-Edwards, 1840 "pulgas de agua"

Orden Ctenopoda Sars, 1865

Familia Sididae Baird, 1850

Diaphanosoma birgei. Korineck, 1981 (Figs. 15.1A, 15.6)
- ■ Aguascalientes, Estado de México, Nuevo León y Tabasco (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: El Barro y Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Sida crystallina. O. F. Müller, 1776 (Figs. 15.1B, 15.6)
- ■ Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: El Barro y Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Orden Anomopoda Sars, 1865

Familia Daphniidae Straus, 1820

Ceriodaphnia quadrangula. Müller, 1785
- ■ Aguascalientes, Nuevo León y Tabasco (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Daphnia ambigua. Scourfield, 1947
- ■ Aguascalientes, Guanajuato, Estado de México y Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Daphnia parvula. Fordyce, 1901
- ■ Aguascalientes, Estado de México, Morelia y Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Daphnia similis. Claus, 1876
- ■ Aguascalientes, Coahuila y Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ García: Estación Durazno.

Scapholeberis. kingi Sars, 1903
- ■ Hidalgo, Nuevo León y Yucatán (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: El Barro.

Simocephalus serrulatus. (Koch, 1841)
- ■ NCampeche, Quinta Roo y Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: El Barro y Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Familia Bosminidae Baird, 1845

Bosmina longirostris Müller, 1785 (Figuras 15.1C, 15.6)
- ■ Aguascalientes, Distrito Federal, Estado de México, Michoacán, Nuevo León y Yucatán (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Eubosmina coregoni Baird, 1850
- ■ Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Familia Ilyocriptidae Smirnov, 1976

I***lyocriptus spinifer*** Brady, 1886
- ■ Campeche, Distrito Federal, Jalisco, Nuevo León, Michoacán, Tabasco y Veracruz (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: Los Cristales, El Barro y Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Familia Chydoridae Dybowski y Grochowski, 1894

Alona circumfimbriata Megard, 1967 (Figuras 15.1D, 15.6)
- ■ Estado México y Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: El Barro y Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Chydorus sphaericus Müller, 1785 (Figuras 15.1E, 15.6)
- ■ Chiapas, Distrito Federal, Michoacán, Hidalgo, Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: El Barro y Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Karualona karua King, 1853 (Figuras 15.1F, 15.6)
- ■ Nuevo León y San Luis Potosí (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: El Barro.

Leydigia quadrangularis Müller, 1785 (Figuras 15.1G, 15.6)
- ■ Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Familia Machrothricidae Norman y Brady, 1867

Macrothrix hirsuticornis grupo (Figuras 15.1H, 15.6)
- ■ Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: Los Cristales y El Barro.

Macrothrix rosea Jurine, 1820
- ■ Aguascalientes, Distrito Federal, Nuevo León, Tabasco, Quintana Roo y Yucatán (Rodríguez-Almaraz y Leija-Tristán, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- ■ Santiago: Presa Rodrigo Gómez, La Boca.

Orden Anostraca Sars, 1867 "Camarón duende"

Familia Streptocephalidae Daday, 1910

Streptocephalus mackini Moore, 1966 (Figuras 15.2D, 15.8)
- ■ Coahuila, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas, Chihuahua, Aguascalientes, Sonora, Morelos, Sinaloa y Tlaxcala (Moore, 1966; Belk, 1973, 1975; Maeda-Martínez, 1991; Belk y Brtek, 1995).
- ■ García: Estación Durazno.

Familia Thamnocephalidae Simon, 1886

Thamnocephalus mexicanus Linder, 1941
(Figuras 15.2B, 15.8)

- Esta especie es conocida para el norte de México, que incluye los estados de Coahuila, Durango, Nayarit, Nuevo León, Sonora, Baja California Sur y Sinaloa (Moore, 1966; Belk, 1975; Maeda-Martinez, 1991; Maeda-Martínez *et al.,* 1997; Maeda-Martínez *et al.,* 2002a).
- García: Estación Durazno.

Thamnocephalus platyurus Packard, 1879
(Figuras 15.2C, 15.9)

- Este filópodo está ampliamente disperso en el norte y centro de México (Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Baja California y Guanajuato (Belk, 1973; Belk y Brtek, 1995; Dodson y Silva-Briano, 1996; Maeda-Martinez, 1991; Maeda-Martinez *et al.,* 1997).
- García: Estación Durazno.

Orden Notostraca Sars, 1817 "Camarón renacuajo"

Familia Triopsidae Keilhack, 1909

Triops sp. (Figuras 15.2E, 15.8)

- Las poblaciones mexicanas presentan una amplia distribución que incluye a 17 estados del norte, centro y sur de la República Mexicana (Maeda-Martínez, 1991; Maeda-Martínez *et al.,* 1997; Maeda-Martínez *et al.,* 2002c).
- Monterrey: río La Silla, Parque Canoas. Santiago: El Álamo. García: Estación Durazno.

Orden Diplostraca Gerstaecker, 1886

Familia Limnadiidae Baird, 1849 "Camarón almeja"

Eulimnadia texana Packard, 1871 (Figuras 15.2A, 15.8)

- Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Tamaulipas y Morelos (Maeda-Martínez, 1991; Maeda-Martínez *et al.,* 1997; Maeda-Martínez *et al.,* 2002b).
- García: Estación Durazno.

Clase Maxillopoda Dahl, 1956
Subclase Copepoda Milne-Edwards, 1840
"copépodos"

Superorden Podoplea Giesbrecht, 1882

Orden Cyclopoida Burmeister, 1834

Familia Cyclopidae Dana, 1846
Subfamilia Cyclopinae Kiefer, 1927

Mesocyclops longisetus Thiébaud, 1912

- Campeche, Chiapas, México, Tabasco y Yucatán (López-Ceniceros, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- Santiago: El Ranchito. Allende: Venero las Boquillas.

Microcyclops rubellus Lilljeborg, 1901

- Campeche y Yucatán (López-Ceniceros, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- Santiago: El Ranchito. Montemorelos: río Pilón.

Subfamilia Eucyclopinae Kiefer, 1927

Ectocyclops pharelatus Koch, 1839

- Aguascalientes, Tabasco y Tamaulipas (López-Ceniceros, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- Monterrey: río la Silla; arroyo Elizondo. Santiago: El Bañito, río San Juan; arroyo la Chueca, cortina presa Rodrigo Gómez, La Boca, río San Juan. Cadereyta: El Castillo, río san Juan. Allende: río Ramos.

***Eucyclops* spp.**

- Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Nuevo León, San Luis potosí, Tabasco, Tamaulipas, Quintana Roo y Yucatán (López-Ceniceros, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- Monterrey: arroyo Elizondo. Cadereyta: El Castillo, río San Juan. Santiago: Los Canelos, río San Juan; presa Rodrigo Gómez, La Boca. Allende: venero las Boquillas; río Ramos.

Macrocyclops albidus Jurine, 1820 (Figuras 15.1I, 15.6)

- Guerrero, Estado de México, Michoacán, Nuevo León, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco y Yucatán (López-Ceniceros, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- NMonterrey: río La Silla. Cadereyta: El Castillo, río San Juan. Santiago: presa Rodrigo Gómez, La Boca. Allende: río Ramos. Montemorelos: río Pilón.

Microcyclops rubellus Lilljeborg, 1901

- Campeche y Yucatán (López-Ceniceros, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- Santiago: El Ranchito. Montemorelos: río Pilón.

Tropocyclops prasinus mexicanus (Kiefer, 1938)

- Coahuila, Distrito Federal, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Hidalgo, Estado de México y Michoacán (López-Ceniceros, 1995; Elías-Gutiérrez *et al.,* 2008).
- Allende: venero Las Boquillas; río Ramos.

Clase Malacostraca Latreille, 1802

Superorden Peracarida Calman, 1904

Orden Mysida Haworth, 1825 "Camarón zarigüeya"

Familia Lepidomysidae Clarke, 1961

Spelaeomysis villalobosi García-Garza, Rodríguez-Almaraz y Bowman, 1996 (Figuras 15.3A, 15.9)

- Rancho Monte Carmelo, Cerralvo y cerca del rio Pilón, Montemorelos, Nuevo León (García-Garza *et al.,* 1996).
- Montemorelos: manantial cercano al río Pilón.

Orden Isopoda Latreille, 1817
Suborden Cymothoida Wagële, 1989

Familia Cirolanidae Dana, 1852

Conilera stygia. Packard, 1900 "Cochinilla de agua"

- Poza manantial cercano a Monterrey, Nuevo León, México (Rioja, 1953).
- Monterrey: la ubicación geográfica exacta no fue precisada.

Sphaerolana karenae. (Rodríguez-Almaraz y Bowman, 1995) (Figuras 15.3B, 15.9)

- Manantial adyacente al rio Pilón, Montemorelos y cueva de la Boca, Santiago, Nuevo León (Rodríguez-Almaraz y Bowman, 1995).
- Montemorelos: charca adyacente al río Pilón. Santiago: cueva de la Boca.

Suborden Oniscidea Latreille, 1802
"Cochinilla terrestre"

Familia Armadillidiidae Brandt, 1833

Armadillidium vulgare Latreille, 1804 (Figuras 15.4E, 15.10)

- Ciudad de México, D.F. y Moralia (sic) Morelia, Michoacán (Van Name, 1936; Hatch, 1947; Jass y Klausmeier, 2004).
- San Nicolás: área urbana. Monterrey: área urbana y parques públicos. Juárez: San Roque. Escobedo: área urbana. Santiago: Paraje de los Osos, El Cercado. San Pedro: Chipinque. García: área urbana. Santa Catarina: área urbana. Allende: área urbana. Guadalupe: área urbana.

Familia Armadillidae Brandt, 1831

Venezillo osorioi. Mulaik, 1960 (Figuras 15.4B, 15.10)

- Cueva Acuitlapán, Guerrero; Cueva del Palmito, Bustamante, Nuevo León (Mulaik, 1960; Leistikow y Wagele, 1999; Souza-Kury, 2000; Schmalfuss, 2002, 2003; Jass y Klausmeier, 2004).
- San Nicolás: área urbana. Monterrey: área urbana. Guadalupe: área urbana. Escobedo: área urbana. Apodaca: área urbana. Santa Catarina, área urbana y La Huasteca.

Familia Porcellionidae Brandt, 1831

Porcellio laevis Latreille, 1804 (Figuras 15.4A, 15.10)

- Yucatán, la península de Baja California y Guerrero (Creaser, 1938; Mulaik, 1960; Souza-Kury, 2000; Jass y Klausmeier, 2004).
- San Nicolás: área urbana. Monterrey: área urbana, cerro de las Mitras. Guadalupe: área urbana. Escobedo: área urbana. Apodaca: área urbana. Santiago: área urbana, El Cercado, Cola de Caballo. San Pedro: área urbana, Chipinque. Santa Catarina: cerro de las Mitras, área urbana. Allende: área urbana.

Porcellio scaber Latreille, 1804 (Figuras 15.4F, 15.10)

- Veracruz, Puebla y Michoacán (Jass y Klausmeier, 2004).
- Guadalupe: área suburbana, bajo piedras y hojarasca en zona arbustiva de la Colonia Los Tanques.

Porcellionides pruinosus Brandt, 1833 (Figuras 15.4D, 15.10)

- Distrito Federal, Atepec cerca de Ixtlán (Hatch, 1947; Jass y Klausmeier, 2004), y Yucatán (Creaser, 1938; Jass y Klausmeier, 2004).
- San Nicolás: área urbana. Guadalupe: área urbana. Monterrey: río Santa Catarina. Santiago: área silvestre. Apodaca: área urbana. Santa Catarina: área urbana, La Huasteca.

Agabiformius lentus Budde-Lund, 1885 (Figuras 15.4C, 15.10)

- Ixmiquilpan, Hidalgo y El Bañito, Ciudad Valles, San Luis Potosí (Mulaik, 1960) y en la cueva de los Lagos, Coahuila (Schultz, 1965; Jass y Klausmeier, 2004).
- Guadalupe: La Pastora. Santiago: Laguna de Sánchez. Apodaca: área urbana.

Orden Amphipoda Latreille, 1816
Suborden Gammaridea Latreille, 1802 "Pulga saltona"

Familia Hyalellidae Bulycheva, 1957

Hyalella azteca Saussure, 1858 (Figuras 15.3C, 15.9)

- Lagos del Bosque de Chapultepec y Xochimilco, Distrito Federal; cenotes de Tulum y de Coba, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo; anillo de cenotes en Yucatán; Cuatro Ciénegas, Coahuila; Lagos de Alchichica, Aljojuca, Atexcac, La Preciosa, Quechulac y Tecuitlapa y cuenca Oriental, Puebla (Alcocer, *et al.*, 2002; Rocha-Ramírez *et al.*, 2008).
- Santiago: presa Rodrigo Gómez, La Boca, El Barro, La Presita, río la Chueca. Monterrey: La Estanzuela. García: Estación Durazno.

Superorden Eucarida Calman, 1904

Orden Decapoda Latreille, 1802
Infraorden Caridea Dana, 1852

Familia Palaemonidae Rafinesque, 1815 "Langostinos"

Macrobrachium acanthurus Wiegmann, 1836 (Figuras 15.5A, 15.11)

- A lo largo de la costa mexicana del golfo de México (Holthuis, 1952; Williams, 1984).
- Allende: río Ramos.

Infraorden Astacidea Latreille, 1802

Familia Cambaridae Hobbs, 1942
"Acocil o cangrejo de río"

Procambarus clarkii (Girard, 1852) (Figs. 15.5B, 15.11)

- Norte de México, Sinaloa, Durango y Chiapas (Hobbs Jr., 1989; Campos y Rodríguez Almaraz, 1992; Rodríguez Almaraz y Campos, 1994; Hernández *et al.*, 2008).
- Santiago: Cola de Caballo, Congregación la Boca. Monterrey: río La Silla, Parque Canoas. Montemorelos: cabecera municipal. Allende: cabecera municipal.

Procambarus regiomontanus (Villalobos, 1954) (Figuras 15.5C, 15.11)

- Centro de Nuevo León y Norte de Tamaulipas, México (Hobbs Jr., 1989; Campos y Rodríguez Almaraz, 1992; Rodríguez Almaraz y Campos, 1994; Rodríguez Almaraz y Muñiz-Martínez, 2008).
- Monterrey: río La Silla, Parque Canoas. Guadalupe: río la Silla.

Figura 15.1 Cladóceros y Copépodos:

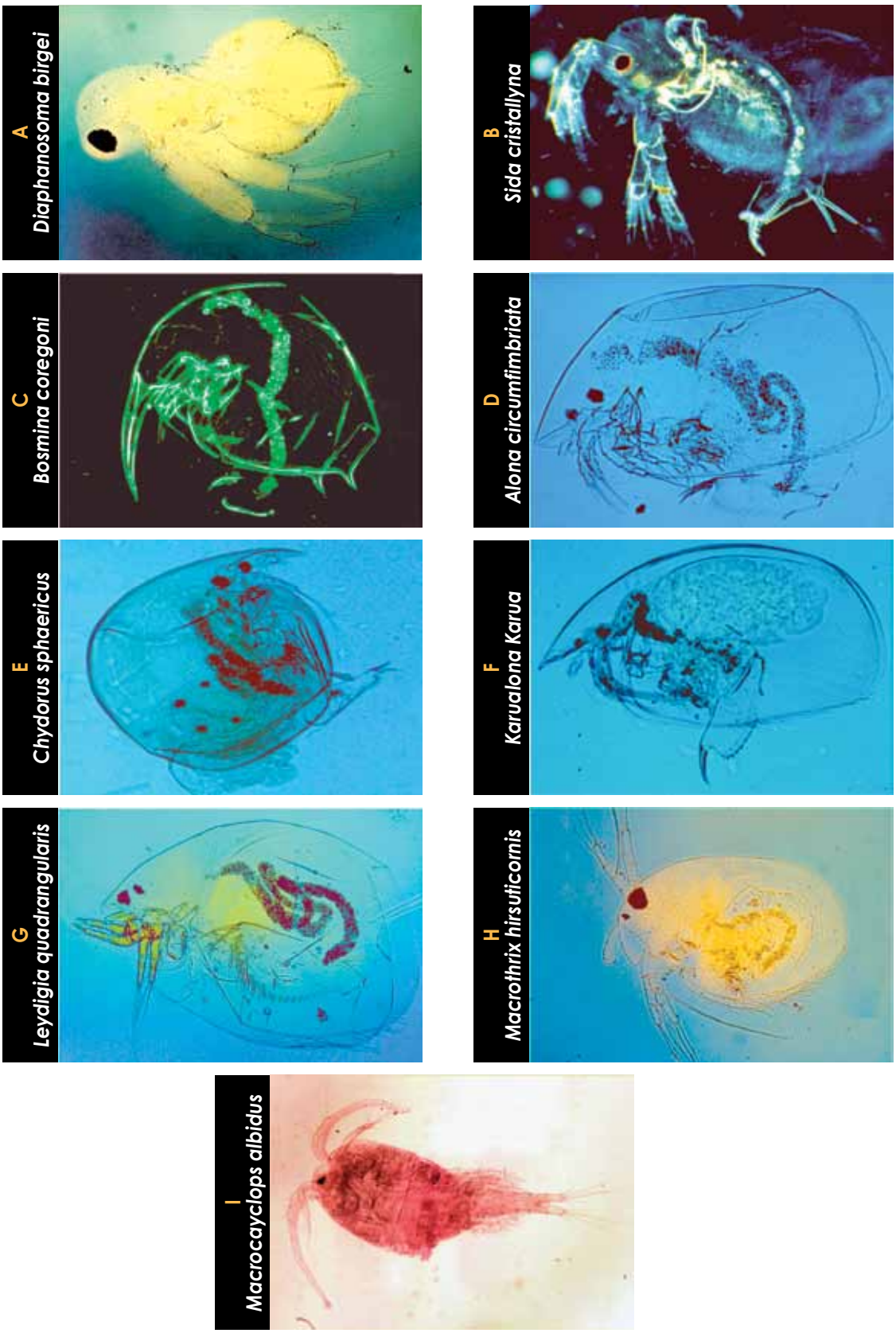


Figura 15.2 Branquiópodos.

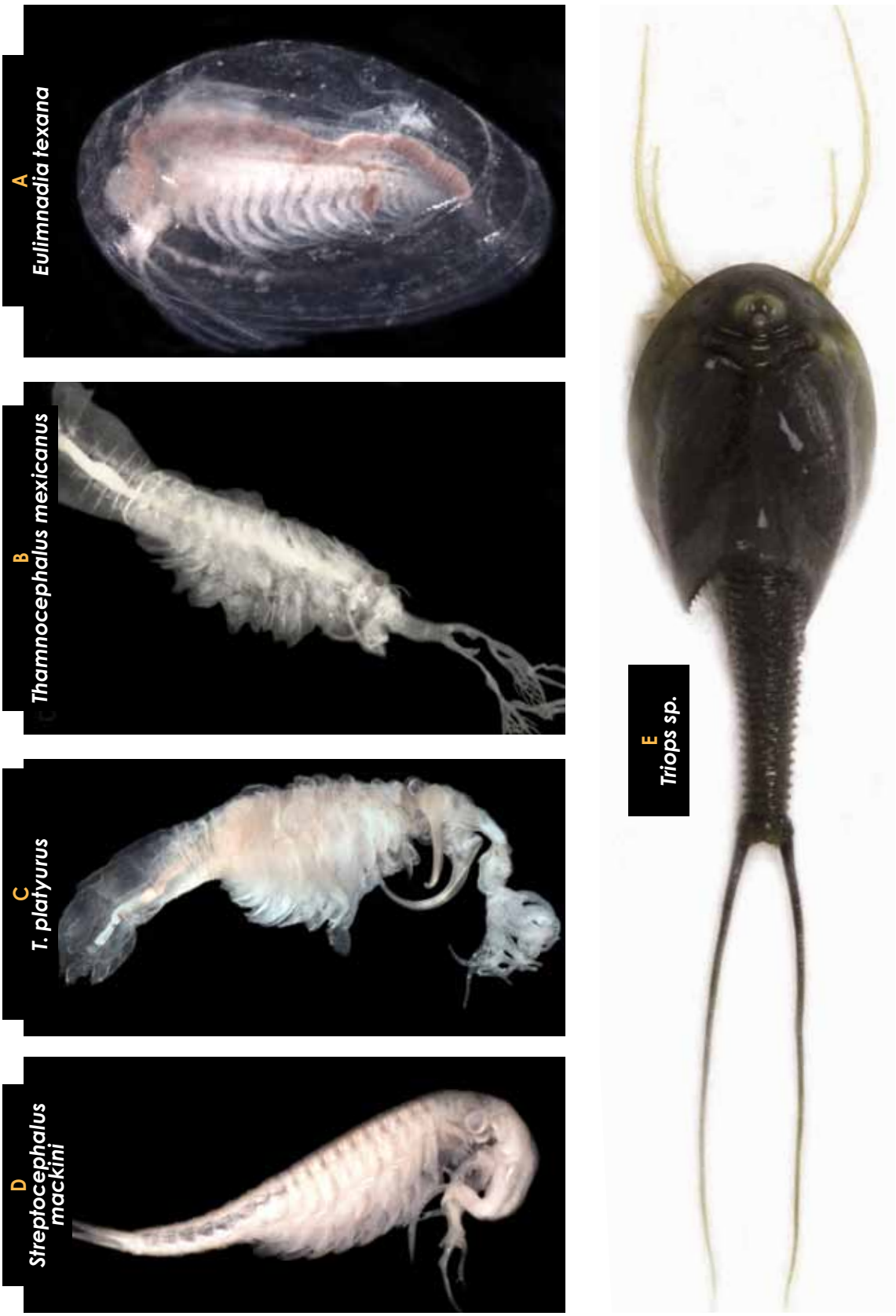


Figura 15.3 Perácaridos acuáticos.

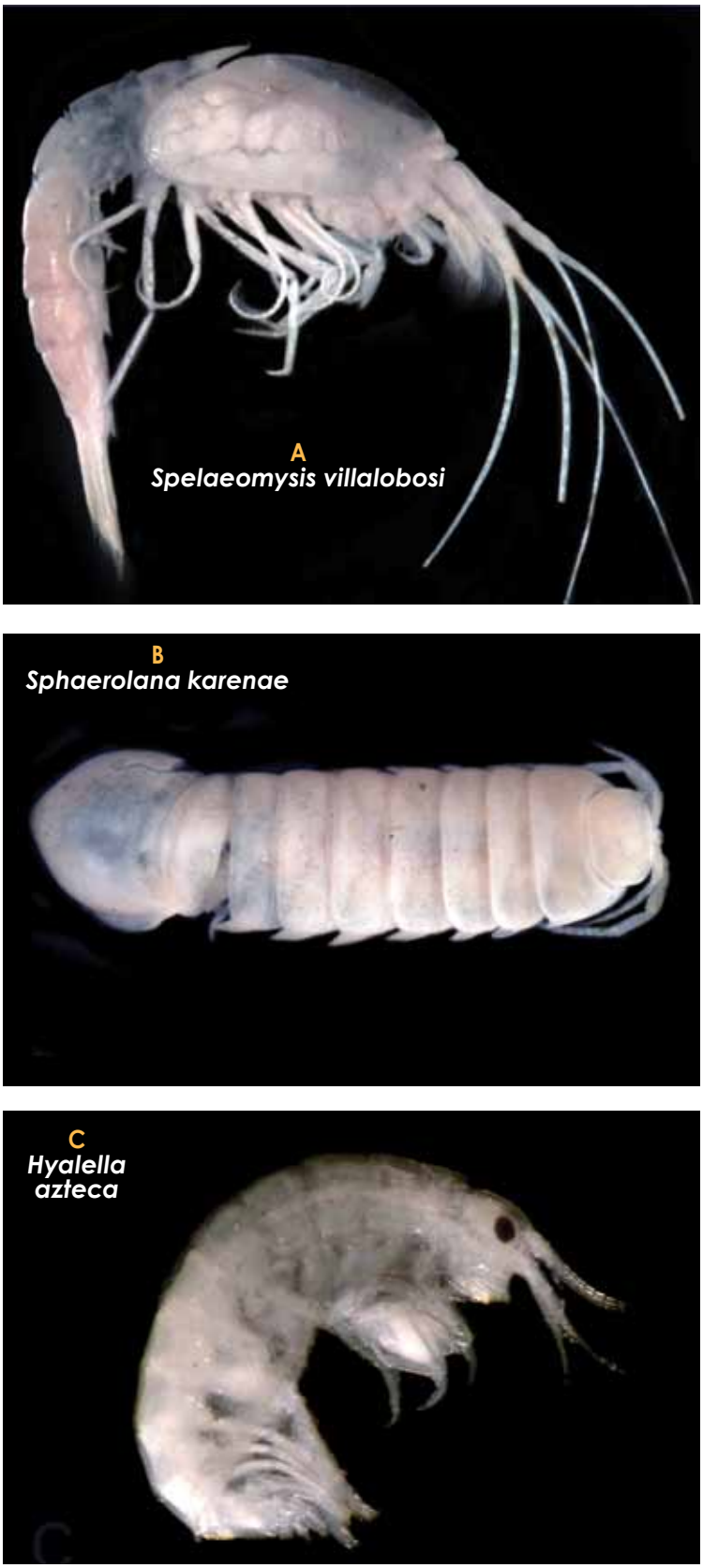


Figura 15.4 Perácaridos terrestres.



A *Porcellio laevis*



B *Venezillo osorioi*



C *Agabiformius lentus*



D *Porcellionides pruinosus*

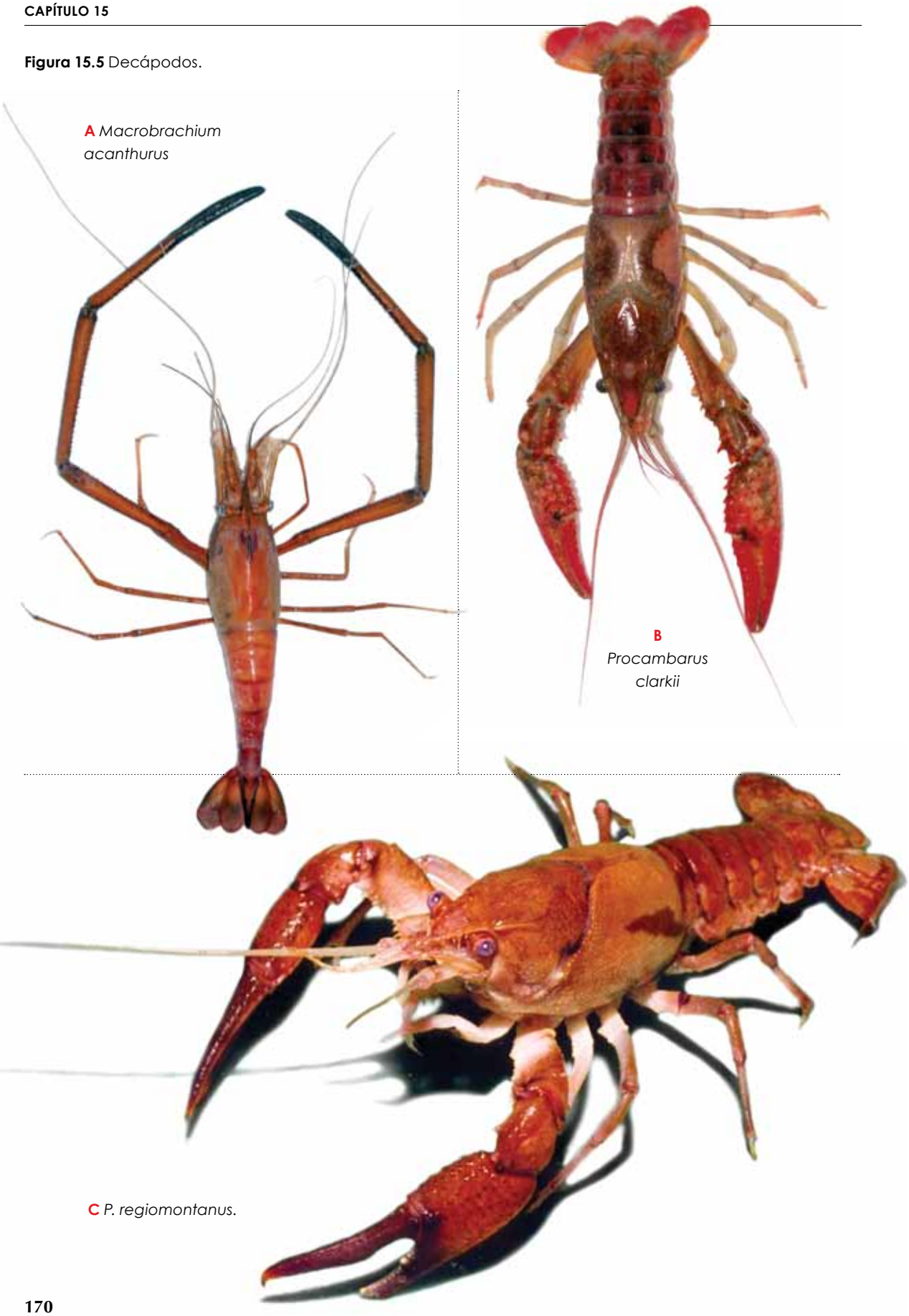


E *Armadillium vulgare*



F *P. scaber.*

Figura 15.5 Decápodos.



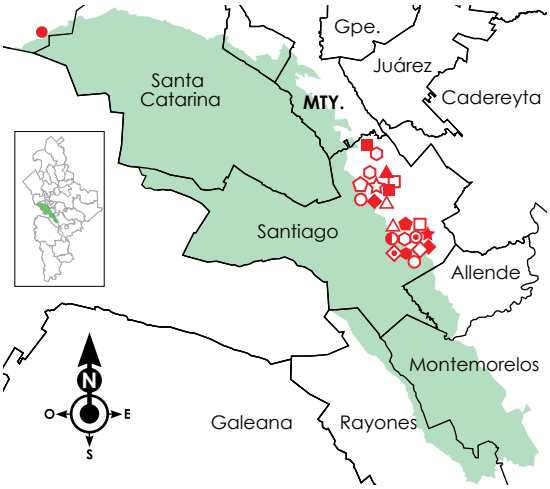
A *Macrobrachium acanthurus*

B *Procambarus clarkii*

C *P. regiomontanus.*

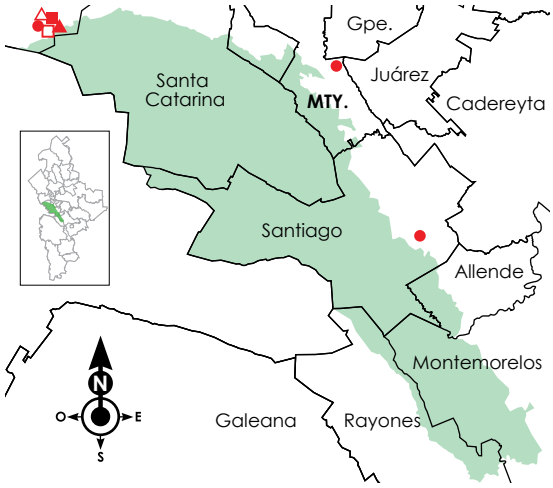
Distribución de los crustáceos en el PNCM y áreas contiguas.

Figura 15.6 Cladóceros.



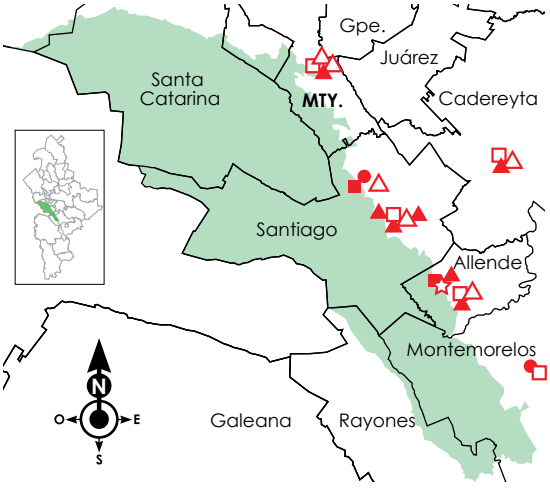
- *Macrothrix hirsuticornis*
- *Daphnia similis*
- *Scapholeberis kingi*
- *Simocephalus serrulatus*
- *Alona circumfimbriata*
- *Chydorus sphaericus*
- *Karualona karua*
- *Diaphanosoma birgei*
- *Sida crystallina*
- *Ceriodaphnia quadrangula*
- *Daphnia ambigua*
- *Daphnia parvula*
- *Bosmina longirostris*
- *Eubosmina coregoni*
- *Ilyocriptus spinifer*
- *Leydigia quadrangularis*
- *Macrothrix rosea*

Figura 15.7 Branquiópodos grandes.



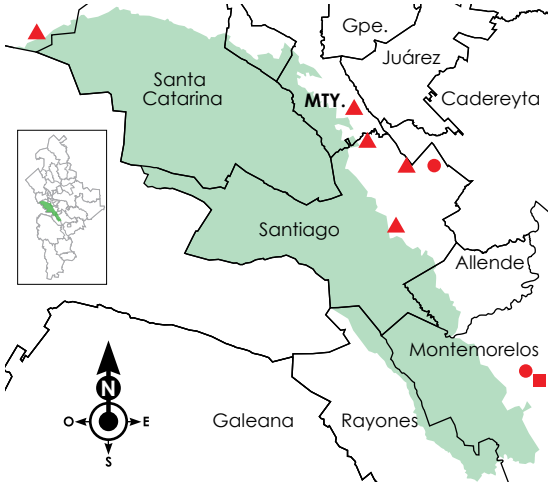
- *Triops sp.*
- *Streptocephalus mackini*
- *Thamnocephalus mexicanus*
- *Eulimnadia texana*
- *Thamnocephalus platyurus*

Figura 15.8 Copépodos.



- *Mesocyclops longisetus*
- *Microcyclops rubellus*
- *Eucyclops spp.*
- *Tropocyclops prasinus mexicanus*
- *Macrocyclops albidus*
- *Ectocyclops Pharelatus*

Figura 15.9 Perácaridos acuáticos.



- *Sphaerolana karenae*
- *Spelaeomysis villalobosi*
- *Hyalella azteca*

Figura 15.10 Isópodos Oniscideos.

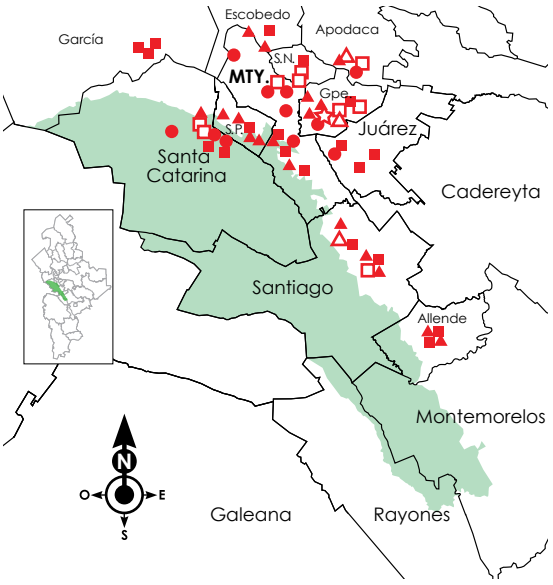
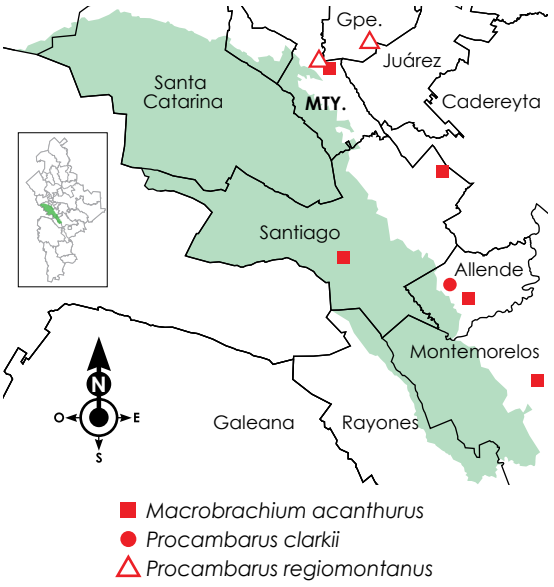


Figura 15.11 Decápodos.



15.5 LITERATURA CITADA

Abell, R. A., D. M. Olson, E. Dinerstein, P. T. Hurley, J. T. Diggs, W. Eichbaum, S. Walters, W. Wettengel, T. Allnutt, C. J. Loucks, y P. Hedao. 2000. Freshwater Ecoregions of North America: A Conservation Assessment. World Wildlife Fund, Island Press, Washington, D. C., Pp. 319.

Alcocer, J. E., E. Escobar-Briones, L. Peralta y F. Álvarez. 2002. Population structure of the macrobenthic amphipod Hyalella azteca Saussure (Crustacea: Peracarida) on the littoral zone of six crater lakes. In Modern Approaches to the study of Crustacea, E. Escobar-Briones and F. Alvarez (eds.), Kluwer Academic/Plenum Publishers. p. 111-116.

Belk, D. 1973. Streptocephalus moorei n. sp., a new fairy shrimp (Anostraca) from Mexico. Transactions of American Microscopical Society. 92:505-512.

Belk, D. 1975. Key to the Anostraca (fairy shrimps) of North America. Southwestern Naturalist. 20:91-103.

Belk, D. y J. Brtek. 1995. Checklist of the Anostraca. Hydrobiologia. 298:315-353.

Belk, D. 1998. Global status and trends in ephemeral pool invertebrate conservation: implications for Californian fairy shrimp. In Ecology, Conservation, and Management of Vernal Pool Ecosystems, C. W. Withman, E. Bauder, D. Belk, W. Ferrer, and R. Ornduff (eds.). Proceedings from a 1996 Conference. California Native Plant Society, Sacramento, CA, USA. p. 147–150.

Bowles, D. E., K. Aziz y C. L. Knight. 2000. Macrobrachium (Decapoda:Caridea: Palaemonidae) In the contiguos United States: A review of the species and an assessment of threats to their survival. Journal of Crustacean Biology. 20:158-171.

Brendonck, L., D. C. Rogers, J. Olesen, S. Weeks y W. R. Hoeh. 2007. Global diversity of large branchiopods (Crustacea:Branchiopoda) in freshwater. Freshwater Animal Diversity Assessment. Hydrobiologia. 595:167–176.

Campos, E. y G. A. Rodríguez-Almaraz. 1992. Distribution of Procambarus clarkii (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) in Mexico: an update. Journal of Crustacean Biology. 12:627-630.

Conanp. (En Prensa). Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Programa de Conservación y Manejo. Monterrey, Nuevo León. Pp. 179.

Conanp. 2013. Áreas protegidas decretadas, en <http://conanp.gob.mx/que_hacemos/>(consultado en noviembre de 2013).

Creaser, E. P. 1936. Crustaceans from Yucatan. Carnegie Institution of Washington Publications, 457:117-132

Creaser, E. P. 1938. Larger cave crustacea of the Yucatan Peninsula. Publications of the Carnegie Institution of Washington., 491:159-164.

David, J. F. y I. T. Handal. 2010.The ecology of *Saprophagous macroarthropods* (millipides, woodlice) in the context of globsal change. Biological Review. 85:881-895.

De Roeck, E. R., B. J. Vanschoenwinkel, J.A. Day, Y. Xu, L. Raitt y L. Brendonck. 2007. Conservation status of large branchiopods in the Western Cape, South Africa. Wetlands. 27:162-173.

Dodson, S. I. y M. Silva-Briano. 1996. Crustacean zooplankton species richness and association in reservoirs and ponds of Aguascalientes State, Mexico. Hydrobiologia., 325:163-172.

Dodds, W. K. 2002. Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications. Academic Press, New York. Pp. 569.

Dumont, H. J. y S. V. Negrea. 2002. Introduction to the Class Branchiopoda. Guides to the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Backhuys Publishers, Leiden. 19: Pp. 397.

Elías-Gutiérrez, M., E. Suarez Morales., M. A. Gutierrez-Aguirre., M. Silva-Briano, J. G. Granados-Ramírez y T. Garfias-Espejo. 2008. Cladocera y Copepoda de las Aguas Continentales de México. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO)-Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 322.

García-Garza, M. E., G. A. Rodríguez-Almaraz y T. E. Bowman. 1996. Spelaeomysis villalobosi, a new species of mysidacean from northeastern México (Crustacea: Mysidacea). Proceedings of the Biological Society of Washington. 109:97-102.

Gonzalez, E. R. y L. Watling. 2002. Redescription of Hyalella azteca from its type locality, Veracruz, Mexico (Amphipoda: Hyalellidae). Journal of Crustacean Biology. 22:173-183.

Hamer, M. y L. Brendonck. 1997. Distribution, diversity and conservation of Anostraca (Crustacea: Branchiopoda) in Southern Africa. Hydrobiologia. 359:1-12.

Hatch, M. 1947.The Chelifera and Isopoda of Washington and adjacent regions. University of Washington Publications in Biology. 10:155-274.

Hernández, L., A. Maeda-Martínez, G. Ruiz-Campos, G. A. Rodríguez-Almaraz, F. Alonzo-Rojo y J. C. Sainz. 2008. Geographic expansion of the invasive red crayfish Procambarus clarkii (Girard, 1852) (Crustacea: Decapoda) in Mexico. Biological Invasions. 10:977-984.

Hobbs, H. H., Jr. 1989. An illustrated checklist of the American crayfishes (Decapoda: Astacidae: Cambaridae, and Parastacidae). Smithsonian Contribution to Zoology. 480, Pp. 236.

Holthuis, L. E. 1952. The Subfamily Palaemofninae. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. Allan Hancock Foundation Publications Occasional Paper. 12: Pp. 396.

Hornung, E., B. Tothmeresz, T. Magura and F. Vilisics. 2007. Changes of isopod assemblages along an urban suburban rural gradient in Hungary. European Journal of Soil Biology. 158-165.

IUCN (International Union for the Conservation of Nature). 2012. IUCN Red List of threatened species [on line] http://www.iucn.org/ [Consultada: 28 de Noviembre de 2012].

Jass, J. y B. Klausmeier. 2000. Endemics and immigrants: North American terrestrial isopods (Isopoda, Oniscidea) north of Mexico. Crustaceana. 73:771-799.

Jass, J. y B. Klausmeier. 2004. Terrestrial isopod (Crustacea: Isopoda) atlas of Mexico. Milwaukee Public Museum Contributions in Biology and Geology. 100: Pp. 77.

Leistikow, A. y J. Wagele. 1999. Checklist of the terrestrial isopods of the new world (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). Revista Brasileira de Zoologia. 16:1-72.

López-Mejía, M. 2008. Sistemática de los acociles de México. In Crustáceos de México: Estado actual de su conocimiento, F. Álvarez y G. A. Rodríguez-Almaraz (eds.), Dirección de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. p. 167-206.

López-Ceniceros, F. J. 1995. Taxonomía, Distribución y Notas Ecológicas de Copépodos Cyclopoida (Crustacea: Maxillopoda) de algunas localidades de Norte y Centro de Nuevo León. Tesis, U.A.N.L. Pp. 127.

Maeda-Martínez, A. M. 1991. Distribution of species of Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, and Laevicaudata in Mexico. Hydrobiologia. 212: 209-219.

Maeda-Martínez, A. M., H. Obregón-Barboza y H. García-Velazco. 1997. New records of large branchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca, and Spinicaudata) in Mexico. Hydrobiologia. 359:63-68.

Maeda-Martínez, A. M., H. Obregón-Barboza, H. García-Velazco y M. A. Prieto-Salazar. 2002a. Branchiopoda: Anostraca, 14. In Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento Vol. III. J. Llorente-Bousquets y J. Morrone (eds.), CONABIO, México, Distrito Federal. p. 305-322.

Maeda-Martínez, A. M., H. Obregón-Barboza y H. García-Velazco. 2002b. Branchiopoda: Cyclestherida, Laevicaudata and Spinicaudata, 15. In Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento Vol. III. J. Llorente-Bousquets y J. Morrone (eds.), CONABIO, México, Distrito Federal. p. 323-332.

Maeda-Martínez, A. M., H. Obregón-Barboza, H. García-Velazco y G. Murugan. 2002c. Branchiopoda: Notostraca, 15. In Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento Vol. III. J. Llorente-Bousquets y J. Morrone (eds.), CONABIO, México, Distrito Federal. Pp. 323-332.

Martin, J. W. y G. E. Davis. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. No. 39 Science Series, Natural History Museum of Los Angeles County. Pp. 124.

Moore, W. G. 1966. New World fairy shrimps of the genus Streptocephalus (Branchiopoda, Anostraca). Southwestern Naturalist. 11:24-48.

Mulaik, S. 1960. Contribución al conocimiento de los isópodos terrestres de México (Isopoda, Oniscoidea). Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 21:79-292.

Pérez-Ortiz, J. A. 2012. Conceptos Generales Hidrológicos e Hidrogeológicos relacionados con el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. 1er. Congreso del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Monterrey, Nuevo León. Pp. 11.

Rioja, E. 1953. Observaciones sobre los cirolánidos cavernícolas de México (crustáceos, isópodos). Estudios carcinológicos XXX. Anales de Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 24:147-170.

Rocha-Ramírez, A., L. Peralta y J. Alcocer. 2008. Anfípodos e isópodos de aguas epicontinentales de México. In Crustáceos de México: Estado actual de su conocimiento, F. Álvarez y G. A. Rodríguez-Almaraz (eds.), Dirección de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Pp. 53-80.

Rodríguez-Almaraz, G. A. y E. Campos. 1994. Distribution and status of the crayfishes (Cambaridae) of Nuevo Leon, Mexico. Journal of Crustacean Biology. 14: 729-735.

Rodríguez-Almaraz, G. A. y T. E. Bowman. 1995. Sphaerolana karenae, A new species of hypogean isopod crustacean from Nuevo Leon, México. Proceedings of the Biological Society of Washington. 108:207-211.

Rodríguez-Almaraz, G. A. y A. Leija-Tristan. 1995. Cladocerans (Branchiopoda: Anomopoda: Ctenopoda) of the Nuevo Leon State, Mexico. The Southwestern Naturalist. 40:322-350.

Rodríguez-Almaraz, G. A. y R. Muñiz-Martínez. 2008. Conocimiento de los acociles y langostinos del noreste de México: Amenazas y propuestas de conservación. In Crustáceos de México: Estado actual de su conocimiento, F. Álvarez y G. A. Rodríguez-Almaraz (eds.), Dirección de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Pp. 167-206.

Schmalfuss, H. 2002. World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). Stuttgarter Beiträge-zur Naturkunde, Serie A. Stuttgart. Pp. 296.

Schmalfuss, H. 2003. World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). Stuttgarter Beiträge-zur Naturkunde, Série A. Stuttgart. Pp. 341.

Schultz, G. 1965. Terrestrial isopods from caves and mines in Texas and northern Mexico with a description of Venezillo tanneri (Mukaik and Mulaik) allotype. Texas Journal of Science. 17:101-109.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental: Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 2da. Sección, Diciembre. Pp. 77.

Seriña-Garza, F. 2012. Antecedentes Históricos del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. 1er. Congreso del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Monterrey, N.L. Pp. 10.

Souza-Kury, L. 2000. Oniscidea, 11. In Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento, J. Bousquets, E. Soriano y N. Papavero (eds.), vol. II, CONABIO, México D. F. Pp. 239-246.

Strayer, D. L. 2006. Challenges for freshwater invertebrate conservation. Journal of North American Benthological Society. 25: 271-287.

Taylor, C. A., G. A. Schuster, J. E. Cooper, R. J. Di Stefano, A. G. Eversole, P. Hamr, H.H. Hobbs III, H.W. Robinson, C.E. Skelton y R.F. Thoma. 2007. Conservation status of crayfish species. Fisheries. 372-387.

Thorp J. H. y A. P. Covich. 1991. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, Academic Press Inc, San Diego, California. Pp. 911.

Valdez-Tamez, V., R. Foroughbakhch y J. de la Garza. 2004. Criterios Fitogeográficos en la redelimitación del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. CIENCIA UANL. VII: 29-34.

Van Dyke, F. 2003. Conservation Biology: Foundation, Concepts, Applications. McGraw Hill, Boston. Pp. 413.

Van Name, W. 1936. The American land and freshwater isopod Crustacea. Bulletin of the American Museum of Natural History. 71:535.

Wellborn, G. A., R. Cothran y S. Barthol. 2005. Life history and allozyme diversification in regional ecomorphs of the Hyalella azteca (Crustacea: Amphipoda) species complex. Biological Journal of the Linnean Society. 84:161-175.

Wicksten, M. K. 2005. Palaemonid shrimps. In Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México, Hernández-Aguilera, J.L., J. A. Ruiz Nuño, R. E. Toral-Almazán y V. Arenas-Fuentes (eds.), Volumen 1. CONABIO, México. Pp. 67-97.

Williams, A. B. 1984. Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. XVIII, Pp. 500.

Wilson, G. D. F. 2008. Global diversity of Isopod Crustaceans (Crustacea; Isopoda) in freshwater. Hydrobiología. 595:231-240.

Witt, J. D. S, D. W. Blinn y P. D. N, Hebert. 2003. The recent evolutionary origin of the phenotypically novel amphipod Hyalella montezuma offers an ecological explanation for morphological stasis in a closely allied species complex. Molecular Ecology. 12: 405-413.



CAPÍTULO

16

ARÁCNIDOS (THERAPHOSIDAE: MYGALOMORPHA)

Carlos Solís Rojas[1]
y Rodolfo Rojas Malacara[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas
Cd. Universitaria, CP 66451. AP 105-F.
San Nicolás de los Garza, N.L.
carlos.solisrj@uanl.edu.mx

Solís-Rojas, C y R. Rojas-Malacara. 2013. Arácnidos (Theraphosidae: Mygalomorpha), en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 175-186.

Arácnidos (Theraphosidae: Mygalomorpha)

Carlos Solís Rojas y Rodolfo Antonio Rojas Malacara

16.1 INTRODUCCIÓN

La diversidad de los seres vivos en la Tierra, también conocida como biodiversidad, incluye aproximadamente 1.5 millones de especies descritas. Sin embargo, los Biólogos, reconocen que esta cifra está muy por debajo del número real de especies.

Los intentos de estimar el número total de especies regularmente suelen tener cuidado en tomar en cuenta la proporción de nuevas especies en las muestreos estudiados sobre todo con lo de los bosques húmedos tropicales y otras áreas de alta diversidad. Especialistas en grupos como los artrópodos y microorganismos estiman que el número de especies probablemente se encuentra entre 5 y 100 millones, aunque esta última cifra es un tanto aventurada. En otras palabras, no se sabe a ciencia cierta cuántas especies habitan nuestro planeta, sin embargo, lo cierto es que el número de especies es muy grande y todavía no hemos descubierto la mayoría. Hasta el momento sólo los mamíferos, aves y reptiles son excepciones ya que se han nominado a casi todas las especies. Por el contrario, miles, quizás millones, de especies de insectos y otros artrópodos esperan su descripción y asignación de nombres por parte de los investigadores (Naskrecki, 2005).

El phylum Artrópoda, se divide en cuatro subfilos, tres de ellos vigentes y uno fósil. Los trilobites o subfilo (Trilobitomorpha) extintos, el subfilo Unirrameos (Uniramia) que incluye a los miriápodos e insectos, el subfilo Crustáceos (Crustácea), todos los crustáceos tanto de ambiente marino como de agua dulce y terrestres, y el subfilo Quelicerados (Chelicerata) que está formado por tres clases que se caracterizan por presentar el primer par de apéndices modificados en quelíceros y por carecer de antenas. Aquí están ubicados la clase Arachnida, que incluye animales cómo las arañas, los escorpiones, las garrapatas y los ácaros. Todos estos, en conjunto, constituyen el grupo más numeroso del reino animal (Burnie y Wilson, 2001).

Las arañas pertenecen al orden Araneae dentro de la clase Arachnida. Los Araneae comprenden dos subórdenes que corresponden a los Orthognata (tarántulas y otros grupos menores) y Labidognatha (la mayoría de las arañas comunes). Estos subórdenes se diferencian principalmente por tener la base de sus apéndices bucales conocidos como quelíceros que de acuerdo a como se articulan va a diferenciar a los subórdenes, además de los cuatro pares de patas y su respiración por filotráqueas.

16.2 MORFOLOGÍA, BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

El cuerpo de los arácnidos consiste en dos regiones principales: el prosoma (algunas veces llamado cefalotórax) y una parte posterior el opistosoma o abdomen, ambas partes están conectadas por una estructura delgada llamada pedicelo. Las funciones del prosoma son principalmente locomoción, toma de alimento y ubicación del sistema nervioso. En contraste el opistosoma lleva a cabo la tarea vegetativa como es la digestión, sistema circulatorio, respiración, excreción, reproducción y producción de seda.

Las arañas constituyen uno de los grupos de artrópodos terrestres más comunes, ya que prácticamente están presentes en casi todos los ecosistemas; viven en ambientes estrictamente bien definidos y las limitantes son establecidas por las condiciones físicas ambientales del sitio como lo son la temperatura, humedad, viento, intensidad de luz y también por los factores biológicos como el tipo de vegetación, la disponibilidad de alimento, competidores y enemigos naturales. A pesar de su visibilidad y abundancia, este importante grupo de invertebrados son considerados depredadores (Foelix, 2011). Se les encuentra prácticamente en cualquier lugar o sitio como por ejemplo en el follaje de las plantas, en el suelo, entre la hojarasca y la basura orgánica, las grietas de la roca, las cuevas, las habitaciones y otras construcciones hechas por seres humanos, las superficie de las lagunas, a orillas de arroyos y en casos excepcionales en sitios subacuáticos. A su vez, son casi totalmente ignoradas por diversas personas entre ellos los Agrónomos e incluso algunos Biólogos.

Las arañas suelen suscitar temor, repulsión e incluso aracnofobia en algunos casos extremos. Aún así, existe entre los Biólogos sólo un número muy reducido que demuestra interés en el grupo y, todavía son menos, aquellos que se han dedicado a su estudio. En América Latina se considera que en términos generales, el gru-

po de los Agrónomos y Fitotecnólogos tienen algunos conceptos vagos sobre las arañas y quizás sólo algunos reconocerán algunas de las especies más comunes, (Roth, 1993).

Sin embargo, existe una gran diferencia con aquellos que reconocen el importante papel que desempeñan estos arácnidos como depredadores de plagas agrícolas en países como China, Filipinas, Indonesia y Estados Unidos de América.

A la mayoría de las personas les desagradan las arañas y generalmente, conocen poco acerca de ellas. Esta misma falta de conocimiento sobre estos invertebrados hace que se les relacione más con otras cosas que con este verdadero grupo de arácnidos. Su tamaño corporal es relativamente pequeño de entre dos a diez mm sin contar los apéndices locomotores hasta las grandes tarántulas cuya longitud corporal es de ocho a nueve cm. En cambio el tamaño de los machos de las arañas son casi siempre más pequeños y tienen un periodo de vida más corto que el de las hembras (Coddington y Levi, 1991).

Platnick (2012) en su catálogo mundial de las arañas, reporta a 111 familias a nivel global, dicho catálogo es publicado en línea por el Museo Americano de Historia Natural en Nueva York, (última actualización 25 de Junio del 2012); registrando a 3,879 géneros y 43,244 especies y en ese sitio destacan 10 familias que, en suma, corresponden a 2,113 géneros y a 25,505 especies de arañas es decir el 54.5% y el 58.9% de los géneros y especies, respectivamente.

16.3 IMPORTANCIA DE LAS ARAÑAS

Las arañas son abundantes y ecológicamente importantes en casi todos los hábitats de la Tierra, desde terrestres, semi-terrestres (humedales), la fría tundra y los ecosistemas alpinos hasta las selvas tropicales y desiertos. Incluso algunas especies viven en las orillas del mar y pueden bucear un poco en los estanques y arroyos en busca de sus presas como es el caso de la familia Argyronetidae. Debido a que, por lo general, son tan abundantes, las arañas como se mencionó anteriormente, son de los depredadores más importantes en muchos ecosistemas. Las cantidades suelen superar los 100 individuos por metro cuadrado, lo que equivale a un millón de arañas por hectárea (Coleman y Crossley, 1996). Aunque las arañas son relativamente pequeñas, ya que su longitud corporal oscila desde un mm hasta varios cm, su peso combinado en un determinado hábitat a menudo excede el peso de las especies mayores en tamaño, pero más raras, como las aves.

Se estima que las arañas que habitan dentro de una hectárea de campo, consumen unas 47 toneladas de presas al año. Otras estimaciones son más modestas y dependen también del hábitat (la densidad de arañas en un bosque es más alta que por ejemplo en zonas muy áridas) y llegan sólo a unos 100 kg anuales por hectárea. Pero teniendo en cuenta las densidades a las que podemos encontrar en Europa, fácilmente, 100 individuos por metro cuadrado, el efecto de depredación de las arañas sobre las poblaciones de insectos tiene que ser notable. O como dijo un Aracnólogo británico, la biomasa de insectos consumida por las arañas en Gran Bretaña a lo largo de un año supera el peso de la población humana. A pesar de ser eficaces depredadores de artrópodos, su uso en la agricultura para el control biológico de plagas es controvertido. La razón es su carácter generalista, de modo que depredan tanto especies perjudiciales como beneficiosas. En la actualidad los estudios intentan determinar si su presencia resulta más beneficiosa que prejudicial desde el punto de vista económico. Las arañas crecen y se desarrollan más rápido cuando el alimento es abundante, de modo que en muchas especies el número de huevos está directamente relacionado con los recursos disponibles. Así que las poblaciones de arañas pueden desempeñar un papel regulador ante un crecimiento excesivo de poblaciones de otros invertebrados.

Todas las arañas son depredadores, y debido a que el componente principal en la dieta de la mayoría de las arañas son los insectos, los seres humanos se benefician enormemente con estos invertebrados. Las arañas son importantes en el control de plagas de insectos en la mayoría de los cultivos agrícolas. Esto lo llevan a cabo mediante el control de las poblaciones de insectos, manteniendo poblaciones de estos que son potencialmente dañinos a los humanos en niveles bajos evitando que sean económicamente perjudiciales.

Sin embargo, otro inconveniente es que las arañas no pueden reproducirse tan rápidamente como sus presas que son los insectos, y no pueden controlar una población de insectos, una vez que ha crecido a proporciones epidémicas. Por esta razón, la importancia de las arañas para la agricultura ha sido, generalmente, subestimada. Además, después de un aplicación de insecticidas que también afectan a estos depredadores, los pocos insectos plaga sobrevivientes de estas plagas a menudo son capaces de reproducirse y alcanzar una población mayor antes que se realice una segunda aplicación de insecticida.

Las arañas también consumen muchos insectos que molestan a los humanos, como los mosquitos y cucarachas. Puesto que una sola araña puede comer muchos mosquitos en un día, en el transcurso de su vida puede prevenir que cientos de ellos sobrevivan para producir descendencia y así evitan poblaciones que causen molestias a los seres humanos. Del mismo modo, una araña en el ambiente doméstico "paga la renta" consumiendo

cucarachas y otros insectos que los inquilinos pudieran tener en sus hogares, con esto se podría decir que si hubiera menos arañas, el mundo sería un lugar con mucho más insectos.

Por otra parte, las arañas son una importante fuente de alimento para las aves, lagartijas, avispas y otros animales. Por ejemplo, las arañas de suelo pueden ser importantes en la transferencia de energía directamente a las cadenas tróficas de superficie terrestre como aves, reptiles anfibios y mamíferos (Johnston, 2000). Las arañas son una importante fuente de alimento para muchas aves especialmente en el invierno (Peterson *et al.,* 1989; Hogstad, 1984; Skerl, 1997).

La seda de araña es importante para la construcción de nidos en aves ya que de 24 a 42 familias de aves paseriformes y casi todas las especies de colibríes dependen de la seda de las arañas y orugas para la construcción del nido (Hansel, 1993; Skerl, 1997).

Mucha gente les teme a las arañas, pero en realidad la mayoría de ellas son tímidas y demasiado pequeñas para morder a los humanos. Entre las arañas lo suficientemente grandes como para morder a los humanos, sólo algunas especies pueden provocar mordeduras que son peligrosos para las personas.

En la región de los Grandes Lagos de EE.UU, incluso en México, sólo la viuda negra *Latrodectus* con varias especies, así como la araña reclusa o parda o violín (*Loxosceles reclusa*) provocan mordeduras potencialmente peligrosas, las cuales provocan accidentes con mayor frecuencia en las regiones más al sur de Estados Unidos y norte de México. Habría que aclarar que las arañas sólo muerden a las personas como último recurso, sólo cuando se ven amenazadas, un ejemplo es cuando de manera involuntaria se les presiona entre un guante que sirve de su refugio y al colocárselo sin sacudirlo, es ahí donde ocurren los ataques por mencionar un ejemplo. Las arañas simplemente no atacan a las personas.

16.4 HÁBITAT DE LAS ARAÑAS

Ecológicamente, la vegetación puede ser clasificada en cuatro capas verticales de acuerdo a la presencia de arañas (Duffey, 1966): 1) zona de suelo que incluye manto, humus, piedras y plantas de hasta 15 cm de altura, 2) zona de campo que consiste en la vegetación de 15 cm a 1.80 m. 3) zona de malezas o arbustos y árboles de 1.8 a 4.5 m. de altura y, 4) zona de bosques con árboles más grandes de 4.5 m. Cada zona tiene su microclima característico, varios nichos por zonas y diferentes animales presa, lo que determina la estratificación de las diferentes especies de arañas (Toft, 1976 y 1978).

Son muchas y variadas las estrategias que utilizan las arañas para capturar a sus presas. Se pueden clasificar artificialmente las familias del suborden Labidognatha en dos grupos, de acuerdo a si utilizan o no una tela para capturar a sus presas. Las arañas que tejen telaraña pasan la mayor parte de su vida dentro de la tela, mantienen un permanente contacto con ésta mediante uno o más hilos de seda. Las telas son utilizadas para atrapar, detener temporalmente o confundir a sus presas, en especial a insectos. Por ejemplo, cuando una araña de la familia Araneidae detecta las vibraciones causadas por algún insecto atrapado en los hilos pegajosos de su tela circular, se le acerca cautelosamente hasta determinar su tamaño y vigor. Si el insecto es relativamente pequeño, la araña lo atapa inmediatamente y comienza a devorarlo en el acto, o se lo lleva al centro de la tela para engullirlo. Si el insecto es grande, la araña procede a enredarlo con repetidas cantidades de seda, manipulada con habilidades con sus patas traseras.

Durante este proceso la araña inmoviliza la presa mediante rápidas mordidas. Cuando está bien envuelta e indefensa, la araña se la lleva al centro de la tela para devorarla, o si en el momento está saciada, simplemente la deja adherida a la tela guardándola hasta cuando tenga hambre. Es común encontrar telas de araneidos adornadas con insectos completamente envueltos en seda, listos para ser devorados.

El objetivo principal del presente estudio es tratar de difundir algunas características importantes de los arácnidos presentes en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), además de conocer el comportamiento de las tarántulas de la familia Theraphosidae y de esa manera contribuir al entendimiento de este grupo taxonómico.

16.5 METODOLOGÍA

Se realizaron salidas al campo en épocas de lluvia y sequía, en las que se colectaron ejemplares de arañas terrestres (tarántulas), y aéreas (tejedoras de tela orbital), así como arañas errantes (saltonas y corredoras) que representaban los distintos hábitats presentes en el PNCM. Dentro del grupo de las arañas terrestres y errantes, se revisaron madrigueras que se encontraban bajo tierra, además se revisaron troncos caídos, piedras y entre las grietas de rocas, así como hoyos que parecían contener rastros de telarañas; mientras que para ejemplares aéreos (aquellos que ponen sus telarañas alejadas del suelo) se revisaron las copas de arbustos y entre sus ramas, así como las zonas bajas de las copas de algunos árboles.

Los individuos colectados fueron colocados en frascos con alcohol etílico al 70% para su preservación mientras que algunos otros se mantuvieron con vida en el laboratorio para estudios previos.

Figura 16.1 Las principales familias de arañas capturadas en el PNCM.
Simbología: ■ Familia ■ Nombre común



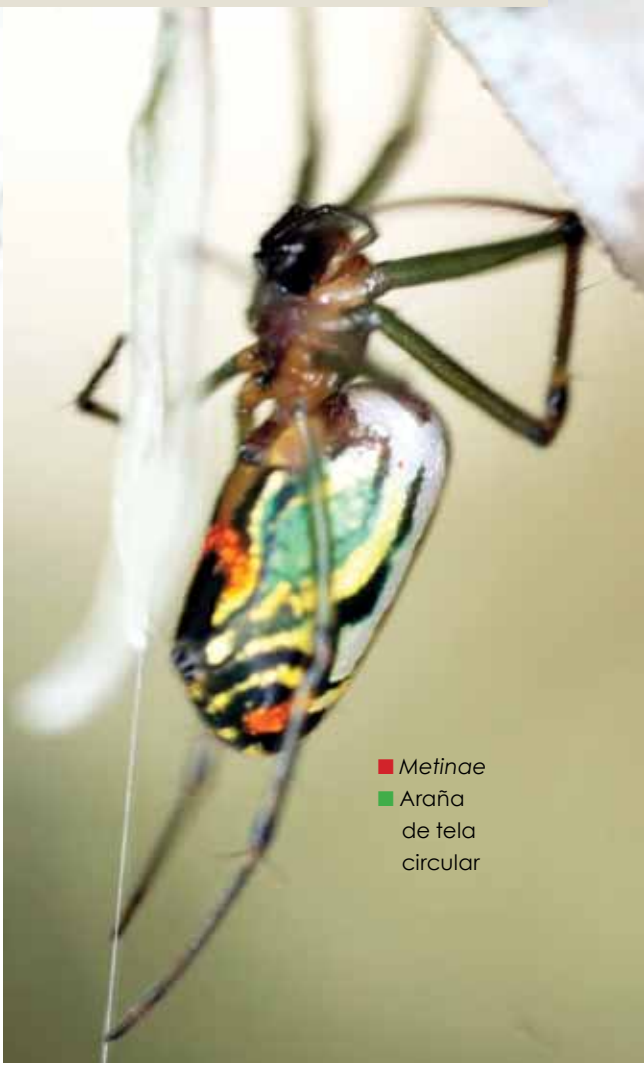
■ *Salticidae*
■ Araña Saltadora o saltona, atrapamoscas







■ *Araneidae*
■ Araña de tela circular



■ *Metinae*
■ Araña de tela circular



■ *Lycosidae*
■ Araña lobo



■ *Hersilidae*
■ Araña de espinerétas largas



■ *Clubionidae*
■ Araña corredora



■ *Homisidae* ■ Araña cangrejo



■ *Theridiidae*
■ Viuda negra



■ *Linyphiidae*
■ Araña de tela invertida

■ *Agelenidae*
■ Araña de tela en embudo

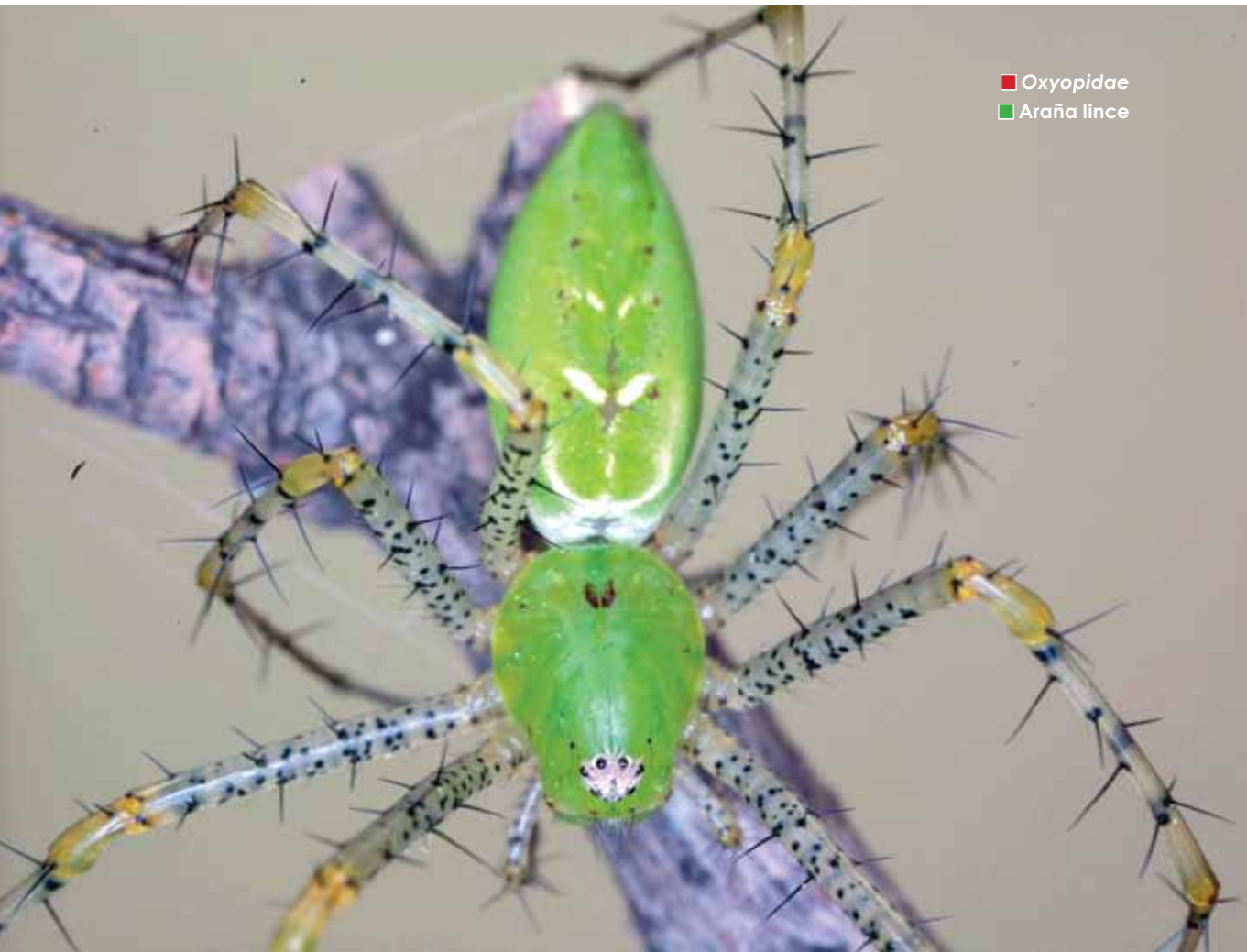


■ *Pisauridae*
■ Araña cazadora de río

■ *Pholcidae*
■ Araña de los rincones



■ *Dipluridae*
■ Tarántula de espineretas largas



■ *Oxyopidae*
■ Araña lince



16.5 DIVERSIDAD DE TARÁNTULAS EN EL PNCM

Los arácnidos son buenos indicadores de hábitats fragmentados y son extremadamente sensibles a los cambios en la estructura del hábitat, causando modificaciones significativas en la distribución de las especies (Wise, 1993; Skerl y Gillespie, 1999).

Wise (2002) menciona que las tarántulas, por sus hábitos depredadores, influyen en la densidad y actividad de la fauna de detritívoros, afectando los procesos de descomposición. Por otro lado, Rinaldi (1998) menciona que las arañas cumplen una función de regulación en las poblaciones de artrópodos.

En Latinoamérica, la familia Theraphosidae, conocida como tarántulas, son arañas de gran tamaño, aproximadamente entre 15 y 20 cm en lo que corresponde al cuerpo (prosoma y opistosoma), están cubiertas con abundante pelo.

Los miembros de esta familia se caracterizan por sus cuerpos robustos, normalmente, tienen ocho ojos agrupados en un tubérculo ocular, colmillos que se cierran de manera paralela al eje del cuerpo (paraxiales) y cuatro pulmones en libro o filotráqueas (Pérez-Miles, 2000).

Muchas de las especies, además del pelo normal que las cubre, tienen una densa capa de pelo irritante (alrededor de 10,000 pelos por mm), llamado pelo urticante, ubicado en el opistosoma. Estas pubescencias urticantes son su primer medio de defensa contra depredadores, que pueden ser desde pequeños roedores hasta coatíes (Rojo, 2004).

El tamaño de los terafósidos depende de la especie, se agrupan entre los arácnidos más grandes del mundo, con una talla de hasta 10 cm de longitud, sin considerar patas ni quelíceros, y más de 30 cm, tomando como extremos de las patas I y IV. En general, los machos de casi todas las especies presentan un dimorfismo marcado, siendo generalmente más delgados y largos que las hembras. Sus colores varían entre cafés o negras (Pérez-Miles *et al.,* 1999).

Las especies de la costa oeste de México son particularmente dóciles y coloridas, características que han aprovechado para su explotación clandestina particularmente por mascotistas. La destrucción de los hábitats naturales y la elevada mortalidad antes de la madurez sexual (99%) son dos factores que afectan a las poblaciones de estas especies, y combinado con el comercio ilegal, que normalmente implica la captura de individuos pre-adultos y adultos de tarántulas, puede causar la extinción de estos arácnidos (Baerg, 1958). Para regular esto y evitar su extinción, todas las especies del género *Brachypelma* han sido incluidas en el Apéndice II de la CITES (Schmidt, 1992; Schmidt, 1993; Schmidt y Krause, 1994; Cambridge, 1897).

Theraphosidae Tarántulas

Género *Aphonopelma Pocock* 1901

Distribución: Este género se distribuye poco para Sudamérica, pero existe una gran diversidad de especies en el centro de México, así como también en los estados del sureste y suroeste de Norte América, incluso encontrando representantes de este género en estados como Florida, Louisiana, Mississippi, Alabama, Arkansas, Georgia, Utha, Colorado, Nuevo México, Arizona, Texas (Smith, 1994).

Hábitat: Diversos tipos de hábitats a todo lo ancho de al sur de la latitud 40º, norte del Ecuador. Abarca las praderas del centro de Norte América, chaparral, vegetación boscosa californiana, matorral estepario, desiertos intermontanos, zonas desérticas de todo Norte América y México, zonas tropicales y subtropicales de Mesoamérica (Smith, 1994).

Aphonopelma moderatum (Chamberlin & Ivie) 1939

Nombre común: Tarántula dorada de río Grande (Rio Grande gold) (Figura 16.2).

Distribución: Cd. Rio Grande al suroeste de Laredo, Texas, New México al este de Colorado, EUA; Norte y Centro de Nuevo León, México. En el área de Nuevo León, se distribuye en los municipios de Santa Catarina, Mina, García, Hidalgo, Pesquería y Juárez.

Hábitat: Elevaciones bajas de las regiones del desierto Chihuahuense. Matorral desértico, cactus y suculentas.



Figura 16.2
Talla:
Entre
7 y 10 cm.

Hembra

Robusta, con una coloración muy distintiva. El prosoma es de color café claro; el opistosoma de color café obscuro con pubescencias naranja a rojizas. Las patas intercalan colores, la patela, el metatarso y tarso son de color negro, mientras que fémur y la tibia son de color café claro a naranja.

Macho

Más alargado y estilizado que la hembra, con patas largas y delgadas, presentando ganchos tibiales en el primer par. Su coloración es igual a la de la hembra en estado juvenil, mientras que en estado adulto pasa a tener un color negro generalizado, con pubescencias en el opistosoma de color café rojizo.

Aphonopelma sp.1

Nombre común: Tarántula mexicana del norte (Mexican northern tarántula) (Figura 16.3)

Distribución: Ampliamente distribuida en todo el estado de Nuevo León, principalmente en el área metropolitana de Monterrey y sus alrededores.

Hábitat: El tipo de vegetación que predomina en la subprovincia de llanuras y lomeríos donde se encuentra gran parte del área metropolitana Monterrey es el matorral submontano. Otro tipo de vegetación común es el matorral espinoso tamaulipeco; pastizales cultivados e inducidos en el lomerío suave con llanuras; algunos mezquitales y manchones pequeños de selva baja caducifolia espinosa y de selva baja caducifolia.



Figura 16.3
Talla:
Entre
8 y 12 cm.

Hembra

Presenta una coloración café claro en el prosoma, el opistosoma es de color café oscuro y cuenta con pelos de color rojizo, el parche de pelos urticantes apenas se distingue fácilmente y las patas son de color negro con algunos pelos café claros.

Macho

Mas alargado que la hembra, con un color generalizado que varía de un café obscuro cenizo aun negro metálico, presentando pubescencias de color rojizas en el opistosoma. Ganchos tibiales en el primer par de patas.

Aphonopelma sp.2

Nombre común: Tarántula roja de la sierra (Red highlands tarantula) (Figura 16.4).

Distribución: Zonas altas de Nuevo León, México, tales como San Pedro Garza García: Parque Ecológico Chipinque; Santiago: Cola de Caballo, Puerto Genovevo; Guadalupe: Cerro de La Silla.

Hábitat: Laderas de la serranía, áreas rocosas con matorral espinoso, bosque de encino, encino-pino y bosque de pino.

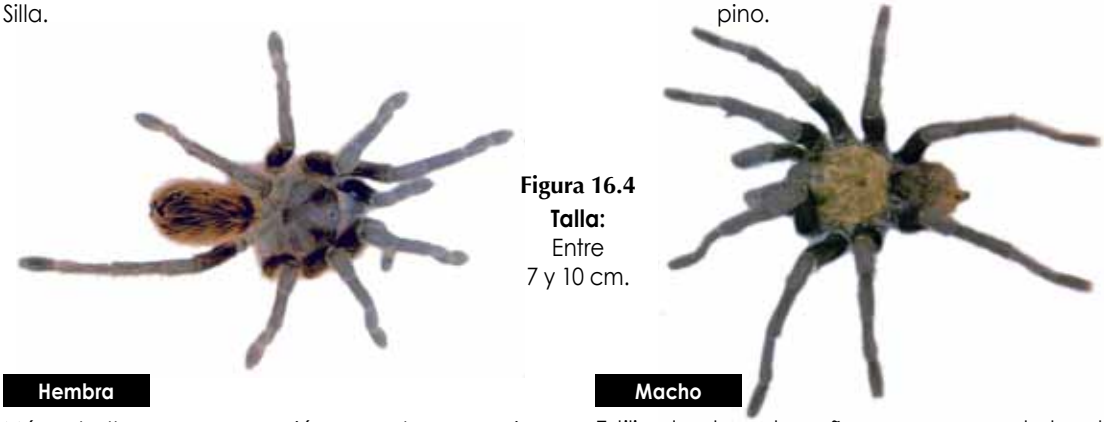


Figura 16.4
Talla:
Entre
7 y 10 cm.

Hembra

Más esbelta en comparación con otras especies, prosoma y opistosoma de un color negro generalizado, así como sus patas; con pubescencias rojas en las patas y el opistosoma.

Macho

Estilizado, de un tamaño poco mayor a la hembra, patas largas, con el prosoma de color bronce claro, opistosoma negro con algunas pubescencias de color rojizo. Las patas negras con ganchos tibiales en el primer par.

16.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se tienen registros de nueve especies de theraphosidos correspondientes a tres géneros para el norte de México, siendo: *Aphonopelma cookei*, *A. geotoma*, *Clavopelma tamauilipeca*, *Brachypelma vagans* y *Hemirrhagus mitchelli* para Tamauilipas; *A. gertschi* y *A. pallidum* para Chihuahua; *A. levii* y *A. moorei* para Sonora y *A. ruedanum* para Baja California Norte (Locht, 2008). En el PNCM se registraron tres especies del género *Aphonopelma*, una corresponde a *A. moderatum*, mientras que las otras dos son especies aún no descritas.

16.7 LITERATURA CITADA

Baerg, W. 1958. The Tarantula. Univ. of Kansas. Press, Lawrence. Pp. 88.

Burnie, D. y D. Wilson. 2001 Animal Dorling Kingdersley, 1st. American Edition. London & New York. Pp. 624.

Cambridge, F. 1897: Arachnida - Araneida. In Godman, F. D., and Salvin, O., Biologia Centrali-Americana. London, vol. 2, Pp. 1-40.

Coddington, J. y H. Levi. 1991. Systematics and evolution of spiders (Araneae). Annual Review of Ecology and Systematics 22: 565-592.

Coleman, D. y D. Crossley. 1996. Fundamentals of Soil Ecology. Academic Press, NY.

Duffey, E. 1966: Spider ecology and habitat structure (Arach., Araneae) . Senck. Biol. 47 (1966) 45–49.

Foelix R. 2011. Biology of spiders. 3rd. Ed. Oxford University Press. Pp. 428.

Hansel, M. 1993. Secondhand silk. Natural History 102: 40-46.

Hogstad, O. 1984. Variation in numbers, territoriality and flock size of a goldcrest Regulus regulus population in winter. Ibis 126: 296-306.

Johnston, J. 2000. The contribution of microarthropods to aboveground food webs: A review and model of belowground transfer in a coniferous forest. American Midland Naturalist 143: 226-238.

Locht, M. 2008. Estudio sobre la sistemática y distribución de la familia Theraphosidae (Arachnida, Araneae) en México. Tesis de maestría Universidad Nacional Autónoma de México. Pp.110.

Naskrecki, P. 2005. The smaller majority. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, London , England Pp. 278 Disponible en: www.hup.harvard.edu.

Peterson, A., D. Osborne y D. Taylor. 1989. Tree trunk arthropod faunas as food resources for birds. Ohio Journal of Science 89(1): 23-25.

Pérez-Miles, F., F. Costa, M. Lalinde y A. Mignone. 1999. Tarántulas del Uruguay. Guía de las grandes arañas peludas de la tierra de Gardel. Disponible en: *http://www.iibce.edu.uy/tarantulas/*

Pérez-Miles, F. 2000. Uruguay Iracema cabocla New genus and species of a Theraphosid spider from amazonic Brazil (Araneae, Theraphosinae). The Journal of Arachnology, 28:141–148.

Platnick, N. 2012. The World Spider Catalog, V13.0 2000-2012. http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog/

Rinaldi, I. 1998, Aranhas en agroecosistemas do Brasil. Anais do VI SINCOBIOL. Río de Janeiro, Brasil: 384-388.

Rojo, R. 2004. Las tarántulas de México: Pequeños gigantes incomprendidos. Biodiversitas. N° 56. Septiembre 2004. Pp. 7-10.

Roth, V. 1993. Spider genera of North America. 3rd. Edition. American Arachnological Society, Gainesville, Florida.

Schmidt, G. 1992. Brachypelma auratum sp. n., die sogenannte Hochlandform von Brachypelma smithi (Araneida: Theraphosidae: Theraphosinae). Aragnologischer Anzeiger 3 (8): 9-14.

Schmidt, G. 1993. Vogelspinnen. Landbuch Verlag. München. Pp. 146.

Schmidt, G. y Krause, R. 1994. Eine neue Brachypelma-species aus Mexico, Brachypelma boehmei sp. n. (Araneida, Theraphosidae, Theraphosinae) Stud. Neotrop. Fauna and Environ. 29 (1): 7-10.

Skerl, K. 1997. Spider conservation in the United States. Endangered Species Update 14. Pp. 11.

Skerl, K. y R. Gillespie. 1999. Spiders in conservation-tools, targets and other topics. J. Insect. Conserv. 3:249–250.

Toft, S.1976.Life-histories of spiders in a Danish beech-wood. Nat. Jutl. 19 5–40.

Toft, S. 1978. Phenology of some Danish beech-wood spiders. Nat. Jutl. 20 285–304.

Wise D. 1993. Spiders in ecological webs. Cambridge University Press.

Wise, D. 2002. Efectos directos e indirectos de las arañas en la red trófica del mantillo del bosque. En: V Congr. Argent. de Entomol., Buenos Aires, Argentina, 2002, Pp. 53- 55.

http://www.uwgb.edu/biodiversity/biota/arthropods/arachnids/spidersilk.htm



CAPÍTULO

17

INSECTOS

Humberto Quiroz M.[1], Violeta Rodríguez C.[1], Ilse Siller A.[1], Irma Zepeda C.[1] y Eduardo Alanís R.[2]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas

Cd. Universitaria, CP 66451. AP 105-F.
San Nicolás de los Garza, N.L.

[2]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Forestales

hqm_uanl@yahoo.com

Quiroz-Martínez, H., V. Rodríguez-Castro, I. Siller-Aguillón, I. Zepeda-Cavazos y E. Alanís-Rodríguez. 2013. Insectos, en: Cantú-Ayala, C. (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 187-194.

Insectos

Humberto Quiroz Martínez, Violeta Ariadna Rodríguez Castro, Ilse Alejandra Siller Aguillón, Irma Guadalupe Zepeda Cavazos y Eduardo Alanis Rodríguez

17.1 INTRODUCCIÓN

Los organismos más abundantes en el planeta pertenecen al phylum Arthropoda (del griego: arthro, articulación y podos, pata), constituyen más del 90% de las especies del reino animal, éstos se caracterizan por tener un exoesqueleto (esqueleto en la parte exterior del cuerpo), compuesto principalmente por proteínas y quitina; un cuerpo dividido en segmentos o tagmas; poseen patas y apéndices con coyunturas y simetría bilateral (ambos lados del cuerpo son iguales). Dentro de los artrópodos se encuentran los insectos, arácnidos, crustáceos y miriápodos (Triplehorn y Johnson, 2005).

Los insectos comprenden el grupo animal más diverso de la Tierra. Son organismos extraordinariamente adaptables que habitan en casi todos los ambientes del planeta y un reducido número adaptado a la vida en los océanos. Son las criaturas más exitosas del reino animal. Existen descritas alrededor de 5,500 especies de libélulas y caballitos del diablo (Odonata); 20,000 de saltamontes, langostas, grillos y chapulines (Orthoptera); 170,000 de mariposas y polillas (Lepidóptera); 120,000 de moscas, tábanos, zancudos, mosquitos y jejenes (Díptera); 90,000 de chinches, cigarras, chicharritas y pulgones (Hemíptera); 350,000 de escarabajos, mayates, jicotes, frailecillos, catarinas, cocuyos, conchuelas, picudos, pinacates, luciérnagas, descortezadores y gorgojos (Coleóptera) y 125,000 de abejas, abejorros, avispas y hormigas (Hymenóptera) http://insected.arizona.edu/espanol/arthroinfo.htm

Es común que la gente confunda a otros artrópodos con insectos; por ejemplo, las arañas y escorpiones tienen cuatro pares de patas y la cabeza yl tórax son una sola estructura (cefalotorax), en contraste, los insectos tienen sólo tres pares de patas. Otras diferencias consisten en que los arácnidos no tienen alas, ni antenas, los ojos son pequeños y simples. Los cangrejos, las cochinillas y los ciempiés tienen más patas articuladas que los insectos; los milpiés, incluso, tienen dos pares en cada segmento.

El cuerpo de los insectos está formado por tres segmentos: 1) la cabeza caracterizada por la presencia de un par de antenas, ojos compuestos y ocelos, así como el aparato bucal; 2) el tórax que consta de tres divisiones, donde se encuentran los apéndices para la locomoción; tres pares de patas ubicados en cada segmento, los cuales tienen función para caminar, nadar, saltar y para atrapar a sus presas; además de dos pares de alas localizados en el segundo y tercer segmento torácico; 3) el abdomen integrado por 11 segmentos carentes de apéndices locomotores en la fase adulta, aquí se encuentran los apéndices propios para la reproducción y la oviposición (Triplehorn y Johnson, 2005; Mound, 2005).

Los insectos tienen gran importancia para los seres humanos, normalmente se asocia la palabra insecto a organismos despectivamente llamados "bichos" causantes de pérdidas en los cultivos o bien transmisores de enfermedades al humano y animales. Existe por otro lado, el aspecto benéfico como reguladores naturales de especies que causan daño a los humanos, así como indicadores de disturbio ambiental.

En la superficie que corresponde al Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) se han realizado investigaciones sobre insectos que han sido el principal objeto de estudio con diversos enfoques, éstos fueron realizados principalmente por profesores y tesistas de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, en diferentes localidades en los municipios que cubre la extensión del PNCM, abarcando aspectos que van desde la diversidad de la entomofauna hasta estudios con aplicación en las Ciencias Forenses. A continuación se presenta una descripción de los resultados obtenidos en dichos estudios.

17.2 INSECTOS PLAGA

Los insectos que afectan negativamente los intereses económicos humanos son conocidos como plagas, éstas afectan cultivos, frutales y bosques, entre otros. Siendo el PNCM una zona boscosa no podía escapar a estos organismos nocivos, por tal razón en el Parque Ecológico Chipinque (PECh) se llevó a cabo una investigación para evaluar semanalmente tres áreas de muestreo: 1) área incendiada en 1998, 2) área incendiada en el 2006 y 3) un ecosistema maduro con vegetación de pino-encino. A elevaciones similares fueron colgadas 10 trampas de alcohol del fuste de los árboles a una altura de un metro con respecto al suelo, los insectos colectados fueron preservados en alcohol etílico al 70%. Se identificaron tres familias de esca-

rabajos con seis géneros y tres especies y entre éstas, especies de insectos descortezadores, determinando la estación del año y el tipo de daño ocasionado a las especies arbóreas para cada sitio (Meléndez-López *et al.,* 2008) (Tabla 17.1).

17.3 INSECTOS BENÉFICOS

Entre los hábitos alimentarios de los hexápodos existen muchas especies depredadoras, es decir, insectos que se alimentan de otros animales; además, hay otros grupos que para poder subsistir requieren depositar sus huevos en otro organismo, que ha sido aprovechado para usarse en beneficio de la sociedad aplicándose como una forma de control biológico de plagas.

En un estudio realizado en huertas de manzano en la Congregación de San Juan Bautista en Santiago, Nuevo León; el control químico que fue utilizado para el combate de la polimilla del manzano *Laspeyrsia pomonella* (L.), sin embargo, el uso del insecticida causó daños a veces irreversibles en las poblaciones de insectos benéficos. Dado que estas poblaciones actúan como reguladores de los insectos plaga fue necesario mantener un tipo de control efectivo de las plagas y de menor efecto sobre los insectos entomófagos. En base a esto, fueron evaluados los efectos de seis insecticidas sobre la entomofauna asociada al cultivo del manzano.

Durante los muestreos se encontró al pulgón lanígero *Eriosoma lanigerum* Hausman reconocida como plaga en este frutal; los insectos benéficos tales como el parasitoide *Aphelinus mali* Haldeman, el depredador crisopa *Chrysopa* sp.; los coccinélidos *Coleomegilla maculata* (DeGreer), *Cycloneda sanguinea* (Say), *Hyperapsis* sp., *Hyppodamia convergens* (Guerin-Méneville), *Scymnus* sp., *Hemerobius* sp., e individuos de la familia Syrphidae que no fueron identificados (Treviño-Fernández, 1980).

En otra investigación realizada sobre los insectos responsables de regular las poblaciones de plagas fue llevado a cabo en las localidades de El Barrial, El Uro y la Huasteca de Santiago, además de Chipinque en San Pedro Garza García, pertenecientes al PNCM, se relacionó con la diversidad de especies de la familia Bethylidae, avispitas (Hymenoptera), las cuales son parasitoides de grupos tales como escarabajos plaga de productos almacenados y de cultivos como el café. La colecta de las avispitas fue realizada con una red triangular, del material colectado se logró la identificación de 350 ejemplares que incluyeron a tres Subfamilias de las que se identificaron 12 géneros y 33 especies (Tabla 17.2) (Vera-Lozano, 1987).

17.4 INSECTOS BIOINDICADORES

Las condiciones del hábitat determinan la posibilidad de que los insectos puedan colonizar dichos ambientes; como se postuló años atrás en Ecología, el organismo ideal en su ambiente ideal. Las perturbaciones ambientales crearán condiciones que favorecerán la presencia de unas especies y a otras las perjudicarán. En estos escenarios tanto en el medio acuático como terrestre se han realizado estudios con la entomofauna acuática y los lepidópteros (mariposas) del PNCM.

En la localidad de Potrero Redondo situada a 1,400 msnm en una zona boscosa de la Sierra Madre Oriental, dentro del PNCM, se llevó a cabo un estudio para identificar la diversidad de insectos acuáticos en los años de 1984 y 1985. El sistema acuático correspondió a corrientes de montaña de aguas limpias y bien oxigenadas formadas por manantiales perennes. Se determinaron los siguientes parámetros físico-químicos: velocidades de

Tabla 17.1 Listado de insectos descortezadores colectados en el Parque Ecológico Chipinque, en San Pedro Garza García, Nuevo León, durante el año del 2008.

Orden	Familia	Género/Especie
Coleóptera	Cerambycidae	*Megacyllene difficilis* (Chevrolet)
		Eburia sp.
		Malacopterus sp.
	Scolytidae	*Ips mexicanus* (Hopkins)
		Ips sp.
		Gnathotrichus sp.
		No identificado 3
		No identificado 4
		No identificado 5
	Platypodidae	*Platypus quadridentatus* (Oliver)
		No identificado 1
		No identificado 2
		No identificado 6

Tabla 17.2 Lista de especies de la familia Bethylidae colectadas en el PNCM en los años de 1983 y 1984.

Orden	Familia	Género/Especie
Hymenoptera	Bethylidae	*Rhabdepyris* (Rhabdepyris) *muesebecki* Evans
		Holepryris catalinae Evans
		Goniozus gracilicornis (Kieffer)
		G. asperulus Evans
		G. mexicanus (Ashmead)
		G. floridanus (Ashmead)
		G. hortorum Brues

la corriente (0.42–0.62 m/seg), temperatura del agua (17°C), pH (7), concentración del oxígeno disuelto (7.8–9.0 ppm) y la dureza total (152-252 ppm $CaCO_3$). Dichas mediciones se complementaron con la presencia de grupos de insectos acuáticos indicadores de una buena calidad del medio, confirmándose lo anterior con una diversidad taxonómica dada por 97 especies o géneros determinados, distribuidos en 47 familias de 10 órdenes (Tabla 17.3).

Los resultados revelaron la presencia de fauna de origen mixto, predominando los elementos neotropicales. A la vez que los órdenes Díptera, Coleóptera y Trichóptera, fueron los que aportaron mayor número de especies. Por otra parte, nuevos datos de distribución y hallazgos de varias especies no descritas, han salido a la luz, dando lugar a nuevos temas de investigación; concluyéndose que la localidad de estudio, presentó una rica fauna lo que requiere de una gran trabajo por parte de Taxónomos de los diferentes grupos de organismos (Contreras-Ramos, 1987).

Tabla 17.3 Listado de insectos acuáticos colectados en la localidad de Potrero Redondo, Santiago, Nuevo León, durante los años de 1984 y 1985.

Orden	Familia	Género/Especie
Collémbola	Poduridae	*Podura aquatica* Linnaeus.
	Tomoceridae	*Tomocerus flavescens* (Tullberg)
Ephemeróptera	Baetidae	*Baetidae* sp.
		Callibaetis sp.
	Heptageniidae	Subgénero *Nixe* (Akkarion)
	Leptophlebiidae	*Thraulodes* sp.
	Tricorythidae	*Leptohyphes* sp.
	Caenidae	*Caenis* sp.
Odonata Suborden Zygóptera	Calopterygidae	*Hetaerina vulnerata* Hagen.
	Lestidae	*Archilestes grandis* (Rambur)
	Coenagrionidae	*Argia plana* (Calvert)
		A. tonto (Calvert)
		Hesperagrion hetrodoxum (Selys)
	Pseudostigmatidae	*Pseudostigma avernas* Selys.
Suborden Anisóptera	Aeshnidae	*Anax* sp.
		Coryphaeschna luteipennis florida Calvert
		Aeshna dugesi Calvert.
	Libellulidae	*Libellula* (Belonia) croceipennis Selys.
		Brechmorhoga mendax (Hagen).
		Paltothemis lineatipes Karsch.
Plecóptera	Perlidae	*Anacroneuria* sp.
Hemíptera	Notonectidae	*Notonecta mexicana creaseri* Hungerford.
	Naucoridae	*Ambrysus lunatus* Usinger
		A. tridentatus La Rivers
	Belostomatidae	*Abedus* (Abedus) *breviceps* Stål.
		Lethocerus (Lethocerus) medius (Guérin).
	Ochteridae	*Ochterus rotundus* J. & M. Polhemus.
	Gerridae	*Gerris* (Aquarius) remigis Say.
	Veliidae	*Microvelia austrina* Torre-Bueno.
		Microvelia paludicota Champion.
		Microvelia signata Uhler.
		Rhagovelia distincta Champion.
	Hydrometridae	*Hydrometra intonsa* Drake & Hottes.
	Hebridae	*Hebrus major* Champion.
Megalóptera	Corydalidae	*Corydalus cornutus* (Linnaeus).
		Platyneuromus soror (Hagen).
Trichóptera	Rhyacophilidae	*Atopsyche calopta* Ross & King.
	Philopotamidae	*Wormaldia arizonensis* (Ling)
		Chimarra (Chimarra) *schinza* Ross.
	Polycentropodidae	*Polycentropus picana* Ross.

Orden	Familia	Género/Especie
Trichóptera	Hydroptilidae	*Hydroptila* sp.
	Hydropsychidae	*Cheumatopsychidae gelita* Denning.
		Leptonema albovirens (Walker)
	Calamoceratidae	*Phylloicus aeneus* (Hagen).
	Leptoceridae	*Oecetis avara* (Banks).
		O. marquenzi Bueno.
	Lepidostomatidae	*Lepidostoma knulli* Ross.
		L. leonilae Bueno & Contreras.
	Helicopsychidae	*Helicopsyche boreales* (Hagen).
		H. mexicana Banks.
Lepidóptera	Noctuidae	
Coleóptera	Haliplidae	*Haliplus* sp.
	Dytiscidae	*Copelatus* sp.
		Deronectes sp.
		Rhantus atricolor (Aubé).
		R. gutticollis (Say)
		Thermonectus marmoratus (Hope)
	Gyrinidae	*Dineutus sublineatus* (Chevrolat)
		Gyrinus sp.
	Hydrophilidae	*Anacaena* sp.
		Phaenotum sp.
		Tropisternus ellipticus (LeConte).
	Scirtidae	*Prionocyphon* sp.
	Dryopidae	*Helichus* sp.
	Elmidae	*Heterelmis obscura* Sharp.
		Macrelmis sp.
		Microcylloepus inaequalis (Sharp).
		Neocylloepus sp.
		Phanocerus clavicornis Sharp.
		Stenhelmoides sp.
Díptera	Tipulidae	*Tipula* (Triplicitipula) colei Alexander.
		Subgénero *Tipula* (Bellardina).
	Sciaridae	*Corynoptera* sp.
		Dixella sp.
	Ceratopogonidae	*Forcipomyia* sp.
	Chironomidae Subfamilia Tanypodinae	*Alotanypus* sp.
		Djalmabatista sp.
		Fittkauimyia sp.
		Macropelopia sp.
		Thienemannimyia sp.
	Subfamilia Orthocladiinae	*Corynoneura* sp.
		Subgénero *Cricotopus* (Cricotopus)
		Metriocnemus grupo *hygropetricus*.
	Subfamilia Chironominae	*Chironomus* sp.
		Cyphomella sp.
		Dicrotendipes sp.
		Micropsectra sp.
		Microtendipes sp.
		Polypedilum sp.
		Rheotanytarsus sp.
		Stictochironomus sp.
	Stratiomyidae	*Euparuphus* sp.
		Stratiomys sp.
	Doliochopodidae	*Calyxochaetus* sp.

Lepidóptera (mariposas y palomillas) es un orden de relevancia como indicadores ecológicos; en el PECh fue realizado un inventario de especies de mariposas diurnas, para lo cual se hicieron cinco conteos en los sistemas submontano y bosque mixto de pino-encino en el periodo comprendido de mayo de 2005 a septiembre de 2007.

Esta investigación aportó 31 nuevos registros para la PECh, lo que significó un aumento de 199 a 230 especies de mariposas diurnas, de las cuales 16 pertenecen a la familia Papilionidae, 23 a la Pieridae, 33 a la Lycaenidae, 19 a la Riodinidae, 64 a la Nymphalidae y 84 a la Hesperiidae, siendo esta última la familia con mayor riqueza de especies. Las 230 especies reportadas para el PECh, representan un 12.7% del total de especies de mariposas diurnas de México (García-Galindo, 2008). Las familias que se encuentran reportadas en el PECh, son las seis familias que componen la Lepidofauna del estado de Nuevo León, representadas en el libro Guía de Mariposas de Nuevo León (Sada y Madero, 2011).

Familia Papilionidae: las especies que pertenecen a esta familia son relativamente grandes y de colores brillantes; por lo general en México son de color negro, con marcas amarillas y azul. La diversidad de papiliónidos de colores vistosos aumenta hacia los trópicos, sin embargo, en el noreste también se registran algunas especies con estas características.

Familia Pieridae: los integrantes de esta familia son de color blanco, amarillo o amarillo verdoso. A menudo, estas mariposas presentan dimorfismo sexual. Su tamaño también es variable.

Familia Lycaenidae: la mayoría de las especies de esta familia son pequeñas, una de ellas, la azul exile, mide apenas un poco más de un centímetro de longitud. Estas mariposas presentan generalmente en la parte dorsal, colores brillantes, azul o verde iridiscente, rojo o naranja, Una característica de esta familia es que los machos tienen patas delanteras de tamaño reducido, si bien esto no sucede en las hembras.

Familia Riodinidae: con algunas excepciones, los integrantes de esta familia se encuentran en latitudes tropicales, tienen un tamaño pequeño o mediano y varían ampliamente en patrones, posturas y comportamiento; presentan pequeñas marcas metálicas brillantes y algunos géneros presentan coloración naranja en la vista ventral.

Familia Nymphalidae: esta es una de las familias más diversas y extensas; sus integrantes generalmente tienen un colorido brillante y son relativamente grandes. La característica unificadora de los integrantes de esta familia es que en su forma adulta, las patas frontales tienen un tamaño reducido y están cubiertas de pelo corto como si fueran cepillos.

Familia Hesperiidae: constituyen una familia grande, son de distribución mundial y aunque son escasos los individuos en la región ártica y sub-ártica, la diversidad aumenta hacia los trópicos. Estos insectos en su mayoría son de tamaño pequeño o mediano, de coloración oscura en tonalidad café, negro, gris, blanco o naranja.

17.5 INSECTOS FORENSES

En los cadáveres se produce una sucesión de artrópodos que utilizan los restos como alimento y extensión de su hábitat; aunque el papel de varios artrópodos es variable y no todos participan en la reducción (Anderson, 1995). La mayoría de los animales carroñeros son artrópodos y entre ellos encontramos que los hexápodos son el grupo predominante en términos de biomasa, cerca de un 85% de las especies reportadas en estudios de descomposición son insectos (Goff, 2000; Catts y Haskell, 2000). Los estudios forenses bajo condiciones controladas permiten determinar las diferencias entre las etapas de descomposición, así como los hábitats. La aplicabilidad del conocimientos de estos insectos radica en poder extrapolar y estimar los tiempos postmortem en los casos criminales.

Las moscas contienen especies de gran interés médico-forense y son de las más importantes por participar activamente en la descomposición; éstas llegan al cuerpo al ser atraídas por la sangre y otras secreciones para realizar las oviposiciones (Aldrich, 1916; Hall, 1948). Por otro lado, se encuentran los escarabajos (Coleóptera) de las que algunas familias son de importancia forense (Braack, 1981); existen también otras especies omnívoras pertenecientes a otros órdenes dentro de las que se incluyen las avispas, hormigas y tijeretas (Smith, 1973).

En el PECh fueron colocadas trampas de botella y al interior un trozo de hígado de res que sirvió como atrayente para la colecta de insectos necrófagos. Las trampas permanecieron expuestas durante siete días, una vez transcurrido este tiempo fueron removidas y trasladadas al laboratorio para tomar y preservar los insectos ahí presentes. Posteriormente, se llevó a cabo el conteo, proceso curatorial e identificación del material entomológico colectado; para esta última parte del estudio fueron utilizadas las claves de Hall (1948), Arnett et al. (1980), Carlton (1897), Smith (1989), Triplehorn y Johnson, (2005), Mackay y Mackay (1989) y Whitworth (2006).

Un total de 16 familias incluidas en cinco órdenes fueron colectadas, con 16 géneros/especies fueron identificadas. En relación a las altitudes donde fueron colocadas las trampas, en las partes más elevadas se encontró la mayor diversidad de insectos necrófilos, contrario a lo que se había asumido como hipótesis ya que esta altura registró la más baja temperatura duran-

te todo el tiempo de estudio. (Tabla 17.4).

Las características de vegetación del PECh, así como las condiciones climatológicas que imperan en esta zona boscosa hace posible que algunos insectos tengan una distribución restringida, dentro de los registros hacemos mención que por primera ocasión y para incremento de la Colección de Entomología fueron colectados los escarabajos de la familia Silphidae *Nicrophorus americanus* y *Silpha* sp.

Perspectivas

Es una realidad que los estudios entomológicos realizados en el PNCM son escasos, no obstante la gran importancia que éstos representan para la sociedad. Una de las áreas de oportunidad prioritarias para el PNCM, es la de realizar inventarios de insectos descortezadores que afecten al arbolado de la zona boscosa con el fin de diseñar programas preventivos y curativos de control de plagas.

Tabla 17.4 Listado de insectos colectados en trampas de botella en el Parque Ecológico Chipinque, A.C. San Pedro Garza García, Nuevo León.

Orden	Familia	Género/Especie
Blattodea	Blattellidae	*Blattella* sp.
Dermáptera	Laboduridae	*Labidura riparia* (Pallas)
Coleoptera	Silphidae	*Nicrophous americana* (Oliv.)
		Silpha sp.
	Staphylinidae	
Díptera	Psychodidae	*Pericoma* sp.
	Dolichopodidae	
	Syrhpidae	
	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala* (Fabricius)
		Phormia sp.
		Lucilia illustris Meigen
		Lucilia sp.
	Fanniidae	*Fannia* sp.
	Sarcophagidae	*Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallen)
		Sarcophaga sp.
Hymenoptera	Formicidae	*Camponotus* sp.
		Chelyomyrmex sp.
		Crematogaster pilosa Emery
	Apidae	*Apis mellifera* Linnaeus
	Vespidae	*Polistes* sp.

17.6 LITERATURA CITADA

Aldrich, J. M. 1916. Sarcophaga and Allies. Thomas Say Found., Lafayette, IN. Pp. 301 illus.

Anderson, G. S. 1995. The use of insects in death investigations: an analysis of forensic entomology cases in British Columbia over a five year period. Canadian Society of Forensic Sciences Journal. 28(4):277-292.

Arnett, Jr., R. H.; N. M. Downie y H. E. Jacques. 1980. How to know the beetles. Second edition. The picture key nature series C. Brown Co. Publis., Dunuque, Iowa. Pp. 416.

Braack, L. E. O. 1981. Visitation patterns of principal species of the insect-complex at carcasses in the Kruger National Park. Koedoe. 24:33-39.

Catts, E. P. y N. H. Haskell. 1990. Forensic Entomology in criminal investigations. Ann. Rev. Entomol. 37:253-272.

Carlton, C. E. 1987. Identification of Arkansas fire ant (Hymenoptera: Formicidae: Solenopsis spp.) workers. Arkansas Agricultural Experimental Station. University of Arkansas. Pp. 1-8.

Contreras-Ramos, A. 1987. Contribución al conocimiento de los insectos acuáticos de Potrero Redondo: una localidad de la Sierra Madre Oriental en Santiago, Nuevo León, México; Tesis de Licenciatura de la carrera de Biólogo, en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

García-Galindo, P. C., E. Alanis Rodríguez, H. Quiroz Martínez y A. Rodríguez Castro. 2008. Lepidopterofauna del Parque Ecológico Chipinque Monterrey, México. Presente en el Congreso Mexicano de Ecología de la Sociedad Mexicana de Ecología. Noviembre 16-21.

Goff, M. L. 2000. A fly for the prosecution, How insect evidence helps slove crimes. Harvard University Press, Cambridge Massachusetts. Pp. 225.

Hall, D. G. 1948. Blowflies of North America. Vol. IV. A Thomas Say Foundation Publ., USDA Bureau of Entomology and Plant Quarantine, Monumental Printing Co. Baltimore, MD. Pp. 477.

Mackay, W. P. y E. E. Mackay. 1989. Claves de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera:Formicidae) http://www.utep.edu/leb/antgenera.htm

Meléndez-López, E. I., H. Quiroz Martínez, E. Alanís Rodríguez y A. Rodríguez Castro. 2008. Insectos descortezadores de importancia forestal en el Parque Ecológico Chipinque A. C. Presente en el Congreso Mexicano de Ecología de la Sociedad Mexicana de Ecología. Noviembre del 16-21

Mound, L. 2005. Insectos, Guía Visuales. Editorial Televisa. Pp. 64.

Sada, M. de la L. y A. Madero. 2011. Guía de mariposas de Nuevo León. Fondo Editorial. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Smith, K. G. V. 1973. Insect and other arthropods of medical importance. British Museum. London. Pp. 530.

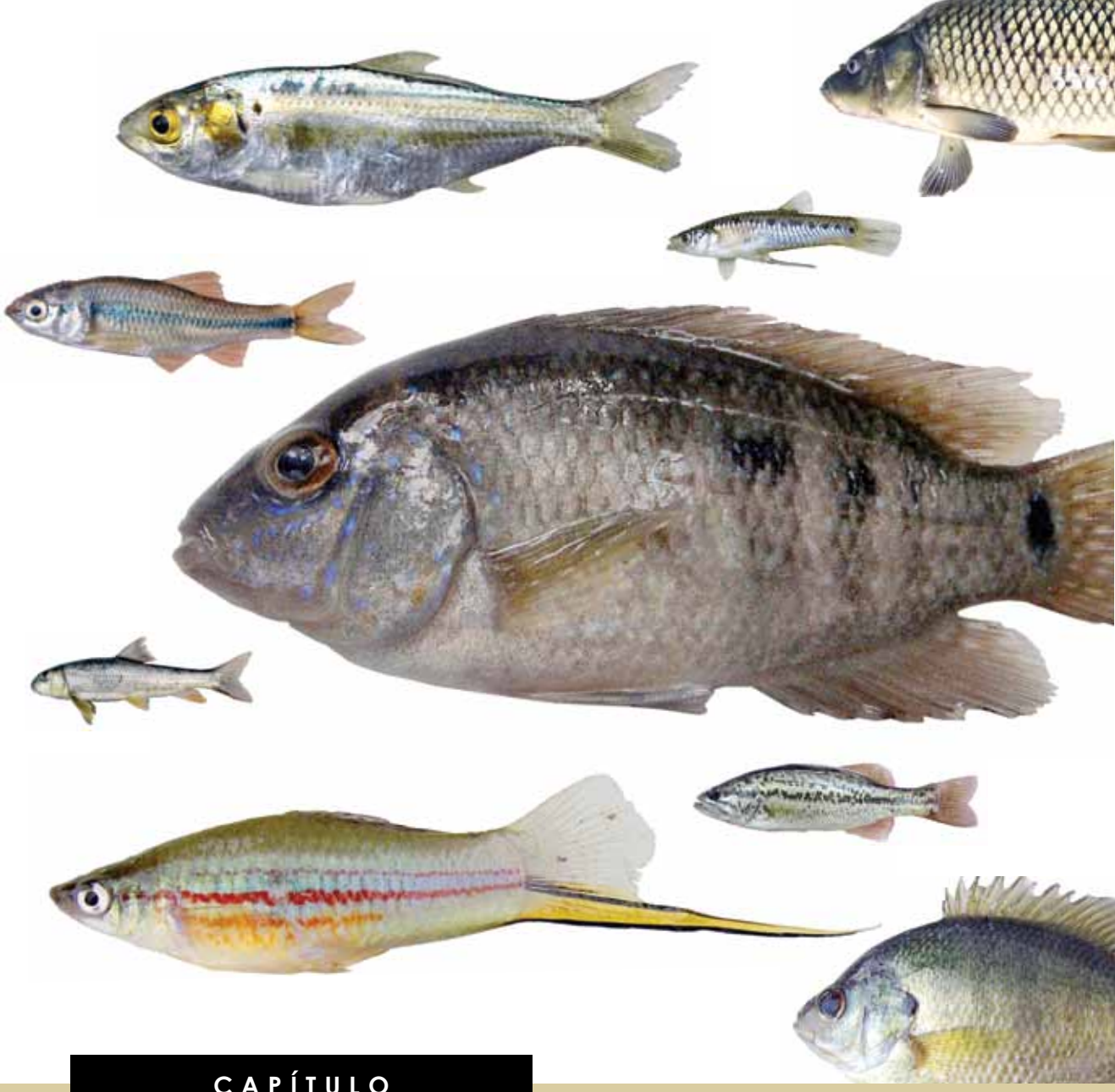
Smith, K. 1989. A manual of Forensic Entomology, Cornell University Press, Ithaca, N.Y. Pp. 253.

Treviño-Fernández, S. A. 1980. Efecto de seis insecticidas sobre la entomofauna benéfica asociada al cultivo del manzano en la Congregación de San Juan Bautista, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura de Biólogo, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Triplehorn, C. A. y N. F. Johnson. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the study of insects. Seventh Edition. Brooks/Cole Thompson Learning USA. Pp. 864.

Vera-Lozano, A. 1987. Bethylidae (Hymenoptera: Bethyloidea) entomofauna de Nuevo León, México; Tesis de la licenciatura de la carrera de Biólogo en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Whitworth, T. 2006. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America North of Mexico. Proc. Entomol. Soc. Wash. 108(3): 689-725.



CAPÍTULO

18

PECES

María de Lourdes Lozano Vilano[1], María E. García Ramírez[1] y Mayra A. Espinosa Narváez[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas
Cd. Universitaria, CP 66451. AP 105-F.
San Nicolás de los Garza, N.L.
marlozan2006@gmail.com

Lozano-Vilano, M., M. García-Ramírez y M. Espinoza-Narváez. 2013. Peces, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 195-206.

Peces

María de Lourdes Lozano Vilano, María Elena García Ramírez y Mayra Alejandra Espinosa Narváez

18.1 INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Cumbres Monterrey (PNCM) creado el 24 de noviembre de 1939 por decreto del entonces Presidente Lázaro Cárdenas, fue constituido para la conservación de flora y fauna, originalmente, contaba con una extensión de 245,000 ha, y en el año 2000 fue redelimitado, reduciéndolo a 177,396 ha.

El PNCM cuenta con dos corrientes pluviales que lo atraviesan y que son importantes por su extensión y los caudales que corren a través de ellos durante el año; éstos son los ríos Santa Catarina y San Juan. El primero, tiene como tributarios a los ríos Pico del Águila, San Antonio de la Osamenta, La Boquilla y San José de las Boquillas, entre otros, donde este último proviene desde el extremo superior del PNCM en las colindancias con el estado de Coahuila; y por otro lado, el río San Juan que igualmente está conformado por una gran cantidad de ríos y arroyos que provienen desde la sierra, entre los que están el mismo río Santa Catarina, arroyos La Silla, los Cristales y el Barrial, los cuales fluyen hacia el norte y luego hacia el este, uniéndose al río San Juan. Además, más hacia el sur están los ríos Lagunillas, La Cebolla, Ramos, El Blanquillo, Garrapatas y Pilón Viejo que en general corren hacia el norte y este, uniéndose igualmente al río San Juan; otro afluente de este mismo río es El Pesquería, que se encuentra hacia el norte del PNCM, ocupando una pequeña área, pero no por esto deja de ser importante (Figura 18.1). Dada la situación geográfica y orográfica de todos estos afluentes, sirven de refugio a un número importante de especies de peces. Dentro de su riqueza natural ictiofaunística se encuentran especies principalmente de origen norteño o Neárticas, además de algunas especies sureñas que alcanzan su límite más norteño como en el caso de las especies Neotropicales.



Figura 18.1 Mapa del Parque Nacional Cumbres Monterrey donde aparecen los afluentes más importantes.

De las referencias sobre la ictiofauna más antiguas que se conocen para el área, se tiene lo que Charles Girard reportó en 1856 y 1859, que fueron ejemplares de peces colectados por el teniente Couch (Ejercito de los Estados Unidos) y se refiere a seis especies (*Dionda couchi* = nombre actual *Dionda melanops*, *Algoma fluviatilis* = *Dionda melanops*, *Moniana gracilis* = *Cyprinella rutila*, *Phychostomus albidus* = *Scartomyzon austrinus*, *Lima couchiana* = *Xiphophorus couchianus*) obtenidas de las áreas de Cadereyta, Monterrey y cerca de la Estanzuela. En la primera lista oficial publicada de los peces de Nuevo León por Contreras-Balderas (1967), reportó 54 especies; seguida por Contreras-Balderas *et al.* (1995), donde mencionan la presencia de 83 especies en 46 géneros y 18 familias, de las cuales 28 especies son exóticas; igualmente Contreras-Balderas *et al.* (2002) publicaron los Peces de Monterrey donde incluyen 20 especies en siete familias y 14 géneros, de las cuales nueve especies son exóticas. De Igual forma, Lozano-Vilano y García-Ramírez (2012) incluyeron dentro del reporte del proyecto: Biodiversidad y Estatus de Protección de los Vertebrados de las Áreas Naturales Protegidas: Monumento Natural Cerro de la Silla, N.L., México, (sección Peces) un total de 21 especies repartidas en 18 géneros y nueve familias, con seis especies de ellas no nativas.

Tabla 18.1 Inventario de peces dentro del Parque Nacional Cumbres Monterrey, México.
Simbologías: **Estatus: E** Exótica / **N** Nativa.
Origen zoogeográfico: Nt Neotropical / **Ne** Nerártico / **Pa** Paleártico / **Et** Etiopica
Afinidad Ecológica: Pe Periférico / **Pr** Primario / **Se** Secundario.
NOM: A Amenazada / **EPE** En Peligro de Extinción / **SPE** Sujeta a Protección Especial.

Familia	Género	Especie	Nombre Común	Estatus	Origen Zoogeográfico	Afinidad Ecológica	NOM
Clupeidae	*Dorosoma*	*cepedianum*	sardina molleja	E	Nt	Pe	
	Dorosoma	*petenense*	machete amarillo	E	Nt	Pe	
Cyprinidae	*Campostoma*	*anomalum*	puja piedras	N	Ne	Pr	
	Cyprinella	*lutrensis*	sardinita rojiazul	N	Ne	Pr	A
	Cyprinella	*rutila*	sardinita regiomontana	N	Ne	Pr	A
	Cyprinus	*carpio*	carpa común	E	Pa	Pr	
	Dionda	*melanops*	sardinita rayada	N	Ne	Pr	EPE
	Notropis	*amabilis*	sardinita ojona	N	Ne	Pr	A
	Notropis	*jemezanus*	sardinita pálida	N	Ne	Pr	A
	Notropis	*stramineus*	carpita arenera	N	Ne	Pr	
Catostomidae	*Scartomyzon*	*congestus*	matalote gris	N	Ne	Pr	A
Characidae	*Astyanax*	*mexicanus*	sardinita plateada	N	Nt	Pr	
Ictaluridae	*Ictalurus*	*lupus*	bagre lobo	N	Ne	Pr	SPE
	Ictalurus	punctatus	bagre común	N	Ne	Pr	
Atherinopsidae	*Menidia*	*beryllina*	charal de marea	E	Nt	Pe	
Poeciliidae	*Gambusia*	*affinis*	guayacón común	E	Nt	Se	
	Heterandria	*bimaculata*	guapote manchado	E	Nt	Se	
	Poecilia	*formosa*	moly amazona	N	Nt	Se	
	Poecilia	*mexicana*	moly común	N	Nt	Se	
	Poeciliopsis	*gracilis*	guatopote jarocho	E	Nt	Se	
	Xiphophorus	*hellerii*	espada común	E	Nt	Se	
Fundulidae	*Fundulus*	sp	sardinilla ojo chico	N	Nt	Se	
Centrarchidae	*Lepomis*	*macrochirus*	mojarra oreja azul	N	Ne	Pr	
	Lepomis	*megalotis*	mojarra orejona	N	Ne	Pr	
	Micropterus	*salmoides*	robalo	N	Ne	Pr	
Percidae	*Etheostoma*	grahami	dardo del Bravo	N	Ne	Pr	A
Cichlidae	*Herichthys*	*cyanoguttatus*	mojarra copetona	N	Nt	Se	
	Oreochromis	*aureus*	tilapia	E	Et	Se	

18.2 LISTA ANOTADA DE LAS ESPECIES DE PECES DEL PNCM

A continuación se presenta una lista de las especies que se encuentran dentro del PNCM. El orden de las especies se encuentra bajo el criterio de Nelson *et al.* (2004), incluye el autor y año de descripción, junto con algunas características morfológicas, de coloración y la fotografía que permitan un fácil reconocimiento. Para ver la familia a la que corresponde, su nombre común, origen zoogeográfico, afinidad ecológica, estatus de origen y el estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, (Cuadro 18.1, página anterior).

CLUPEIDAE

Figura 18.2 *Dorosoma cepedianum* • (Lesueur, 1818) • Sardina Molleja.

◆ Aleta dorsal con los últimos radios muy alargados alcanzando casi la aleta caudal. Boca terminal, borde ventral de la mandíbula superior con una muesca. Escamas en serie longitudinal 52 a 70 y alrededor del cuerpo de 36 a 45. Aleta anal 22 a 38 radios.



Figura 18.3 *Dorosoma petenense* • Günther, 1867 • Machete Amarillo.

◆ Aleta dorsal con los últimos radios muy alargados, alcanzando casi la aleta caudal. Boca terminal, borde ventral de la mandíbula superior liso. Menos de 50 escamas en serie longitudinal arregladas irregularmente. Aleta anal con 17 a 27 radios, Opérculo amarillo y cuerpo plateado con bandas horizontales amarillas.



CYPRINIDAE

Figura 18.4 *Campostoma anomalum* • Rafinesque, 1820 • Puja Piedras.

◆ Escamas pequeñas de 45 a 53 en una serie longitudinal y 20 a 25 predorsales. Boca inferior, longitud cefálica poco mayor que la altura máxima del cuerpo. Coloración plateada y en algunas ocasiones con manchas obscuras pequeñas en el cuerpo.



Figura 18.5 *Cyprinella lutrensis* • Sardinita Rojiazul • NOM-059-SEMARNAT-2010 • **Amenazada.**

◆ Cuerpo alto, diámetro ocular tres veces en la longitud cefálica; una banda obscura que va desde el mentón hasta debajo del ojo y otra detrás del opérculo en forma horizontal. Presentan en estado maduro un color azul con aletas anaranjadas.



Figura 18.6 *Cyprinella rutila* • Girard, 1856 • Sardinita Regiomontana
NOM-059-SEMARNAT-2010 • **Amenazada.**



◆ Banda de melanóforos desde el mentón hasta las membranas muy por detrás del ojo; escamas con el margen obscuro. Presentan una banda obscura detrás del opérculo en forma horizontal y otra azulosa a lo largo del costado medio, aletas pélvicas rojizas.

Figura 18.7 *Cyprinus carpio* • Linnaeus, 1758 • Carpa Común.



◆ Presentan dos barbillas a cada lado de la boca, las más cortas sobre el labio superior. Aleta dorsal con una espina y 17 a 22 radios, anal 6 ó 7; escamas en serie longitudinal de 32 a 38.

Figura 18.8 *Dionda melanops* Girard • 1856 • Sardinita Rayada
NOM-059-SEMARNAT-2010 • **En Peligro de Extinciòn.**



◆ La inserción de las aletas pectorales se sitúa ligeramente delante del borde posterior de la aleta dorsal; escamas grandes. La región dorsal es negruzca, los lados del abdomen en los machos con puntos negros azulados; un punto redondeado negro en la base de la aleta caudal.

Figura 18.9 *Notropis amabilis* • Girard, 1856 • Sardinita Ojona
NOM-059-SEMARNAT-2010 • **Amenazada.**



◆ Ojo grande su diámetro cabe al menos 3.5 veces en la cabeza. Aleta dorsal 7 a 8 radios, anal 9; escamas en serie longitudinal 36 a 38. Banda longitudinal plateada, escamas con el margen obscurecido.

CYPRINIDAE

Figura 18.10 *Notropis jemezanus* • Cope, 1875 • Sardinita Pálida
NOM-059-SEMARNAT-2010 • **Amenazada.**

◆ Aleta dorsal con 8 radios; anal 10 a 11. Escamas en serie longitudinal 37. Ojo grande poco más de 3 veces la cabeza. Una banda oscura desde el hocico hasta la base de la caudal, más notable en la parte anterior.



Figura 18.11 *Notropis stramineus* • Cope, 1865 • Carpita Arenera.

◆ Presenta una banda lateral de melanóforos compuesta por una serie de dobles rayas una a cada lado de cada poro de la línea lateral; Aleta dorsal con 8 radios, anal 7.



CATOSTOMIDAE

Figura 18.12 *Scartomyzon congestus* • Bairdy Girard, 1854 • Matalote Gris.
NOM-059-SEMARNAT-2010 • **Amenazada.**

◆ Cuerpo robusto, boca inferior, hocico cónico, labios con pliegues laminares. Escamas alrededor del cuerpo 32 a 36. Color del cuerpo bronce hacia el dorso y vientre amarillento, aletas pares pélvicas y pectorales café amarillentas, dorsal y caudal café obscuro, anal anaranjado obscuro.



CHARACIDAE

Figura 18.13 *Astyanax mexicanus* • De Filippi, 1853 • Sardinita Plateada.

◆ Cuerpo alto, origen de la aleta dorsal por delante del origen de la anal; escamas en serie longitudinal 32 a 40; radios de la aleta dorsal 9 a 12; machos maduros con pequeñas espinas en las aletas anal y pélvicas que le dan una sensación rasposa. Cuerpo y cabeza color plateado, dorso plateado oliváceo.



Figura 18.14 *Ictalurus lupus* • Girard, 1858 • Bagre Lobo
NOM-059-SEMARNAT-2010 • **Sujeta a Protección Especial.**



◆ Presenta boca grande labio superior sobrepasa al inferior; anal redondeada, con 20 a 27 radios. Aleta caudal levemente bifurcada. Cuerpo dorado oliváceo, con puntos pequeños de melanóforos en el cuerpo dándole un aspecto moteado.

Figura 18.15 *Ictalurus punctatus* • Rafinesque, 1818 • Bagre Común.



◆ Borde interno de las espinas pectorales con 10 a 11 dientes en la sierra. El extremo de las barbas maxilares alcanza cerca de la mitad de las aletas pectorales. Altura máxima del cuerpo 5 veces en la longitud patrón. Aleta anal con 26 a 32 radios. Aleta caudal bifurcada. Puntos grandes de melanóforos en el cuerpo dándole un aspecto moteado.

ICTALURIDAE

Figura 18.16 *Menidia beryllina* • Girard, 1858 • Charal de Marea.



◆ Cuerpo alargado, cuerpo con escamas grandes, con bordes lisos, poros en la línea lateral bien marcados; boca grande y sub-terminal superior. Primera dorsal con 5 espinas, se inserta por detrás de la aleta pélvica, segunda dorsal con una espina y 8 a 10 radios, se inserta detrás del origen de las aletas pélvicas y por delante de la aleta anal. Cuerpo color blanquecino transparente y una banda medio lateral plateada.

ATHERINOPSIDAE

Figura 18.17 *Gambusia affinis* • Bairdy Girard, 1853 • Guayacón Común.



18.17a

◆ Pez vivíparo, cuerpo alargado, boca grande, al frente, la mandíbula inferior sobrepasa la premaxila, aleta dorsal por detrás de la anal; aleta anal en los machos modificada en un órgano intromitente (gonopodio) (Figura 18.17a). Aleta caudal con dos o tres líneas formadas con puntos obscuros (melanóforos). Aleta dorsal 6–7 radios, anal con 9.

POECILIIDAE

Figura 18.18 *Heterandria bimaculata* • Heckel, 1848 • Guapote Manchado.

◆ Pez vivíparo, macho con gonopodio largo, casi alcanza la aleta caudal, con forma de gancho en la punta. La altura máxima del cuerpo más o menos igual a la longitud cefálica; con 28 a 31 escamas en una serie longitudinal. Radios de la aleta dorsal 11 a 17 y 8 a 12 en la aleta anal y una gran mancha en el pedúnculo caudal.



Figura 18.19 *Poecilia formosa* • Girard, 1859 • Moly Amazona.

◆ Pez vivíparo. Esta especie fue el primer vertebrado reconocido como una especie triploide, unisexual, compuesta exclusivamente por hembras, como resultado de la hibridación de *P. mexicana* X *P. latipinna*, su reproducción es partenogenética. (Hubbs and Hubbs, 1932); cuerpo con pigmentación en forma de red.



Figura 18.20 *Poecilia mexicana* • Steindachner, 1863 • Moly Común.

◆ Pez vivíparo. Dientes de la mandíbula internos, unicúspides. Aleta dorsal con 9 radios y anal con 9 a 10. Machos maduros con el cuerpo de color negro incluyendo la base de las aletas dorsal y caudal, y abdomen y los márgenes de las aletas dorsal y caudal anaranjados.



Figura 18.21 *Poeciliopsis gracilis* • Heckel, 1848 • Guatopote Jarocho.

◆ Pez vivíparo. Gonopodio largo terminado en una pequeña media luna. Cuerpo plateado obscuro al dorso, y plateado azuloso al vientre con 10 a 12 pequeñas manchas redondeadas oscuras a lo largo medio del cuerpo.



Figura 18.22 *Xiphophorus hellerii* • Heckel, 1848 • Espada Común.



◆ Ambos sexos con cuerpo azul o verde y bandas a lo largo de los costados medios del cuerpo, pueden ser rojas, azules o verdes. Aleta dorsal con 12 a 14 radios; machos con gonopodio corto. Aleta caudal con la parte inferior alargada parecida a una espada con color negro en sus márgenes inferior y superior.

POECILIIDAE

Figura 18.23 *Fundulus sp.* • Sardinilla Ojo Chico.



◆ Presentan 12 a 17 barras laterales sencillas y dobles; cabeza sub-angular, cuerpo engrosado; predorsal ligeramente convexo. En base a la longitud de la cabeza: presenta boca grande, ojo chico; distancia preorbital grande. Dorso del cuerpo verdoso, y costados y vientre azulado.

FUNDULIDAE

Figura 18.24 *Lepomis macrochirus* • Rafinesque, 1819 • Mojarra Oreja Azul.



◆ Boca muy pequeña alcanza la parte anterior del ojo. Branquiespinas largas. Líneas verticales de melanóforos sobre el cuerpo. Aletas pectorales largas y puntiagudas; una sola aleta dorsal con 10 espinas y 12 radios; la anal con 3 espinas y 10 radios. Margen del opérculo generalmente con una prolongación posterior pequeña en los adultos y de color negra; cuerpo con color verdoso en el dorso y amarillento el vientre.

Figura 18.25 *Lepomis megalotis* • Rafinesque, 1820 • Mojarra Orejona.



◆ Boca grande, alcanza más allá del margen anterior del ojo. Branquiespinas cortas y gruesas. Una sola aleta dorsal formada de espinas y radios. Margen del opérculo generalmente con una prolongación posterior muy grande en los adultos y de color negra; cuerpo azuloso, con bandas obscuras longitudinales, vientre amarillo o anaranjado, cabeza con bandas mezcladas azul y anaranjado.

CENTRARCHIDAE

CENTRARCHIDAE

Figura 18.26 *Micropterus salmoides* • Lacepede, 1802• Robalo.

◆ Cuerpo alargado. Presenta 2 aletas dorsales con 10 espinas y 12 a 13 radios, aleta anal con 3 espinas y 10 a 11 radios. Boca muy grande, el extremo posterior de la maxila suele llegar más atrás del margen posterior del ojo. Cuerpo con color verde olivo, con tres bandas laterales que recorren el cuerpo, 2 bandas que atraviesan la cabeza hasta el opérculo.



PERCIDAE

Figura 18.27 *Etheostoma grahami* • Girard, 1859 • Dardo del Bravo NOM-059-SEMARNAT-2010, **Amenazada**, y en la Lista Roja de la IUCN, 2011, **Vulnerable**.

◆ Presenta dos aletas dorsales, dos espinas en la aleta anal. Una barra obscura en el rostro y otra debajo del ojo, además de barras horizontales en el cuerpo. Opérculo con escamas.



CICHLIDAE

Figura 18.28 *Herichthys cyanoguttatus* • Bairdy Girard, 1854 • Mojarra Copetona.

◆ Esta especie es llamada mojarra copetona porque los adultos presentan un abultamiento en la parte superior y frontal de la cabeza. Serie externa de dientes de la mandíbula comprimidos en forma de incisivos. Aleta dorsal con 15 a 18 espinas; y anal 5 ó 6. Cuerpo con color blanquecino con manchas azul turquesa en su parte anterior y posterior con bandas obscuras y una mancha en medio del pedúnculo caudal, cabeza con manchas azul turquesa.



Figura 18.29 *Oreochromis aureus* Steindachner, 1864 • Tilapia.

◆ Dientes cónicos; cuerpo alto y comprimido; aletas dorsal 14 a 17 espinas, 11 a 15 radios, anal 3 espinas y 8 a 11 radios, ambas largas y prolongadas en punta. Cuerpo con líneas verticales obscuras;machos reproductivos con intenso color azul metálico en la cabeza, rojo obscuro en el margen de las aletas dorsal y caudal y hembras color anaranjado.



La información de este trabajo se obtuvo de ejemplares que se encuentran depositados dentro de la Colección Ictiológica de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León y ejemplares de colectas realizadas bajo los permisos DGPA/DGVS/02015/11 y DGOPA.18011.2230.

18.3 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El PNCM cuenta con 28 especies de peces repartidas en 11 familias y 21 géneros, de éstas, nueve especies son exóticas. De acuerdo a su origen zoogeográfico 14 especies son neárticas o de origen norteño y 12 neotropicales o de origen sureño, se cuenta con una especie paleártica (originaria de Europa) y una especie etiópica (de origen africana). En cuanto a la afinidad ecológica, tenemos 16 especies primarias o estrictamente de agua dulce, nueve secundarias que son de agua dulce pero que toleran agua salada y finalmente, tres del tipo periféricas las cuales son especies marinas pero que penetran a aguas dulces.

En total, se reportan nueve especies no nativas, repartidas en tres exóticas por invasión *Dorosoma cepedianum*, *D. petenense* y *Menidia beryllina*, las cuales son de áreas costeras y salobres (Miller *et al.,* 2005), y que han remontado a través de los ríos alcanzando los afluentes dentro del PNCM. Siete son exóticas por translocación entre estas, se encuentra *Gambusia affinis* también llamado mosquito fish o guayacón mosquito, el cual se le encuentra en ríos costeros de Tamaulipas, incluyendo el Río Bravo (Miller *et al.,* 2005), su presencia en el área puede que sea porque por muchos años fue sembrado en diferentes áreas del país, ya que fue utilizado como control biológico del mosquito y como auxilio en el control de enfermedades causadas por ellos; en el caso de *Heterandria bimaculata*, *Poeciliopsis gracilis* y *Xiphophorus hellerii*, todas ellas son nativas de áreas sureñas comprendidas desde el norte del estado de Veracruz hasta Tabasco y Chiapas, pero que han sido introducidas a las presas, posiblemente al sembrar peces de forraje como alimento para especies de uso deportivo, en el caso de la última, también su presencia en el área pudiera deberse a que es especie de acuario, y que esta haya sido liberada por sus propietarios en los medios acuáticos de los alrededores de Monterrey y sus áreas conurbadas, al querer deshacerse de los peces del acuario y evitar matarlos, o igualmente al liberarse de las áreas de cultivo de peces de ornato durante las avenidas por las lluvias de los diferentes huracanes que se han presentado en la zona e través de los años. Finalmente, se tienen dos especies por introducción: *Cyprinus carpio* y *Oreochomis aureus*, la primera viene de Europa de los ríos alrededor del Mar Negro y la cuenca del mar Egeo, especialmente el Danubio, cuencas del Mar Negro, Caspio y Aral al este, hacia Siberia y China (Tekin-Ozan *et al.,* 2008; ISSG, 2010; Balon, 1995), y la segunda es originaria de África, Tropical y subtropical y el este Medio de Senegal, medio Río Niger, bajo Río Nilo y Sistema del Río Jordán, bajo Zambezi y Shiré, planicies costeras del delta de Zambezi a las playas de Algoa (Hensley y Courtenary, 1980; FishBase, 2010), en ambos casos fueron traídas a México alrededor de los años sesentas del siglo XX por La Secretaría de Pesca para promover la acuacultura como fuente proteica principalmente para el consumo humano.

Con las especies exóticas se ha tenido una serie de problemas, el primero que podemos detectar es el caso de la fuerte competencia por espacio y alimento con las especies nativas, las exóticas, tienden a ser generalmente agresivas y de rápida reproducción por lo que se ha dado el caso de sustitución completa de especies nativas por una o varias especies exóticas; de igual forma por lo general afectan en la calidad del agua debido sus costumbres como en el caso del *Cyprinus carpio* que es considerado como un pez plaga debido a su abundancia generalizada y a su tendencia a destruir la vegetación y a incrementar la turbidez del agua, al desalojar las plantas y remover el substrato, causando un deterioro del hábitat (Cole, 1905; Cahoon, 1953) y en el caso de *Oreochromis aureus* cuando se encuentra en forma de vida libre, muchas veces tienden a enanizarse debido a que su energía la dedican a la reproducción y ya no crecen; igualmente tienden a remover el fondo para formar sus nidos provocando la turbidez del agua, como podemos ver en ambos casos hay afectación de la calidad del agua y las especies nativas requieren por lo general de aguas claras, limpias y corredizas.

Todo lo anterior, afecta la subsistencia de los peces y hemos encontrado que dentro de las 19 especies nativas que se encuentran dentro del PNCM, ocho de ellas están dentro alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de éstas, seis se encuentran como Amenazadas [*Cyprinella lutrensis* (Figura 18.5), *C. rutila* (Figura 18.6), *Notropis amabilis* (Figura 18.9), *N. jemezanus* (Figura 18.10), *Scartomyzon congestus* (Figura 18.12) y *Etheostoma grahami* (Figura 18.27)]; una En Peligro de Extinción [*Dionda melanops* (Figura 18.8)] y una Sujeta a Protección Especial [*Ictalurus lupus*, (Figura 18.14)]. En el caso de la Lista Roja de la IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2011) aparece una sóla especie con el estatus de Especie Vulnerable: *Etheostoma grahami*.

Dentro de la contribución más importante de este trabajo es la de de proporcionar información básica de la distribución y la fácil identificación de los peces de Nuevo León y en especial pertenecientes al PNCM. Es importante que se mantenga las visitas y monitoreos de los diferentes ríos que rodean y atraviesan este importante área natural protegida.

18.4 LITERATURA CITADA

Balon, E. K. 1995. Origin and domestication of the wild carp, Cyprinus carpio: from Roman gourmets to the swimming flowers. Aquaculture 129:3-48.

Cahoon, W. G. 1953. Commercial carp removal at Lake Mattamuskeet, North Carolina. Journal of Wildlife Management 17(3):312-317.

Cole, L. J. 1905. The German carp in the United States, Pages 523-641 in Report of the Bureau of Fisheries for 1904.U.S. Department of Commerce and Labor, Government Printing Office, Washington, D.C.

Contreras-Balderas S., 1967. Lista de los Peces de Nuevo León, México. Cuad. Inst. Invest. Cient. UNL., 11: 1-12.

Contreras-Balderas S., M. de L. Lozano-Vilano y M. E. García-Ramírez. 1995. Tercera Lista Anotada y Revisada de los Peces de Nuevo León, México. Cap. Peces, In: Contreras-Balderas S, F. González, D. Lazcano y A. Contreras Arquieta, Eds. 1995. Ediciones Consejo Estatal para la Preservación y Fomento de la Flora y Fauna Silvestre de Nuevo León, México.

Contreras-Balderas, S., M. de L. Lozano-Vilano y M. E. García-Ramírez. 2002.- Peces. Historia, Inventario y Estado de conservación. Capítulo VI, 69-74. In: Galán-Wong, L. O., Niño García-Salas, Eds. Alba y Horizonte. Universidad Autónoma de Nuevo León. R. Ayuntamiento de Monterrey. Pp. 278.

González, J. E. 1885. Colección de Noticias y documentos para la Historia de Nuevo León. Imprenta del Gobierno del Estado.

Fish Base. 2010. Oreochromis aureus.
http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=1387ygenusname=Oreochromisyspeciesname=aureus[Accesado 9 Febrero 2012].

Girard, C. F. 1856. Researches upon the Cyprinoid fishes inhabiting the freshwaters of the United States of America, west of the Mississippi Valley, from specimens in the Museum of the Smithsonian Institution. Proc. Acad. Nat Sci. Phila., 8:165-211.

Girard, C. F. 1859. Ichthyological Notices. Proc.Acad. Nat Sci. Phila., 11: 113-123.

Hensley, D. A. y W. R. Courtenary, Jr. 1980.Carassiusauratus (Linnaeus), 147; Misgurnus anguillicaudatus (Cantor), 436; Poecilia reticulate Peters, 550; Xiphophorus helleri, Heckel, 554, Xiphophorus maculates, (Günther), 555; Xiphophorusvariatrus(Meek), 556; Tilapia aurea (Steindachner), 771; Tilapia mossambica (Peters), 774; Tilapia zilli (Gervais), 775. In: D.S.Lee, C.R. Gilbert , C.H. Hocutt, R.E. Jenkins, D.E. McAllister, y J. R. Stauffer Jr. Eds. Atlas of North American Freshwater Fishes. — North Carolina Biological Survey Publication.

Hubbs, C. L., y L. C. Hubbs.1932. Apparent parthenogenesis in a form of fish of hybrid origin. Science (n.s.) 76 (1983): 628-630.

ISSG (Global Invasive Species Database). 2010. Cyprinus carpio.http://www.issg.org/database/species/management_info.asp?si=60yfr=1ysts=ylang=EN [Accesado 9 Febrero 2012].

IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). Red List 2011. http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/search revisado el 1 junio 2012.

Lozano-Vilano M. L. y M. E. García-Ramírez. 2012 Biodiversidad y Estatus de Protección de los Vertebrados de las Áreas Naturales Protegidas: Monumento Natural Cerro de la Silla, N. L. México (Sección Peces) Informe Promep. No. Clave Promep/103.5/11/1047/P/CA-187.

Miller, R. R., W. L. Minckley S. M. Norris.2005.-Freshwater Fishes of México. The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 490.

Nelson, J. S., E. J. Crossman, H. Espinosa-Pérez, L. T. Findley, C. R. Gilbert, R. N. Lea, y J. D. Williams. 2004. Common and Scientific Names of Fishes form the United States, Canada and Mexico (6th Edition). Am. Fish. Soc. Spec. Publ. 29. Pp. 386.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM–059–SEMARNAT–2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres – Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación 2a Sección, 30 de diciembre del 2010.

Tekin-Oezan, S., I. Kir y M. Barlas. 2008. Helminth Parasites of Common Carp (Cyprinus carpio L., 1758) in Beysehir Lake and Population Dynamics Related to Month and Host Size. Turkish Journal of Fisheries y Aquatic Sciences. 8(2): 201-205. Nov. 2008.



CAPÍTULO

19

ANFIBIOS Y REPTILES

Salvador Narváez Torres[1] y David Lazcano Villarreal[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas

Cd. Universitaria, CP 66451. AP 105-F.
San Nicolás de los Garza, N.L.

salvador.narvaez@gmail.com

Narváez-Torres, S. y D. Lazcano-Villarreal. 2013. Anfibios y Reptiles, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 207-220.

Anfibios y Reptiles

Salvador Narváez Torres y David Lazcano Villarreal

19.1 INTRODUCCIÓN

En México, las áreas naturales protegidas (ANP) representan una herramienta fundamental para la conservación de los recursos naturales, son un instrumento para asegurar la permanencia y disponibilidad a largo plazo de la biodiversidad, ante la gran demanda y presión que ejerce el crecimiento exponencial de los asentamientos humanos.

La biodiversidad que resguardan las ANP son de suma importancia para poder establecer estrategias para su manejo y conservación, pudiendo tomar como base para su elaboración factores como la riqueza de especies, presencia de endemismos, especies con distribución geográfica restringida especies en riesgo de extinción.

Ante la relevancia que representa la conservación de la diversidad biológica, México es muy importante a nivel mundial, como sitio de resguardo de especies vegetales y animales, por lo que ocupa el cuarto lugar de un grupo de 17 países considerados megadiversos, que conjuntamente albergan cerca del 70% de todas las especies conocidas mundialmente (Espinosa-Organista *et al.*, 2008). Esta gran diversidad biológica está relacionada con un conjunto de factores topográficos, climáticos y geológicos a lo largo del tiempo en el territorio mexicano, que permiten la existencia de una gran diversidad de hábitats, que a su vez propicia una gran riqueza de especies.

Es un hecho también mundialmente conocido, la enorme diversidad herpetofaunística que habita en México, ocupando el segundo lugar mundial en diversidad de especies de reptiles y el quinto en diversidad de anfibios (Espinosa-Organista *et al.*, 2008). Teniendo conocimiento de la existencia de 361 especies de anfibios y 804 de reptiles (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004; Llorente-Bousquets *et al.*, 2008).

Para el estado de Nuevo León se tiene registrada la riqueza de 25 especies de anfibios y 111 de reptiles (Lazcano *et al.*, 2010). Dentro de sus límites se reconocen tres provincias fisiográficas (Alanís-Flores *et al.*, 1996) en las que destaca la Sierra Madre Oriental (SMO), en la cual está geográficamente localizado el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), para esta provincia la herpetofauna está representada por 64 especies de anfibios y 143 reptiles (Canseco-Márquez *et al.*, 2004).

En lo que refiere al PNCM, los estudios herpetofaunísticos han sido escasos y aislados en tiempo y espacio, comenzando por grandes expediciones en el noreste de México por investigadores estadounidenses, así como artículos sobre las colecciones herpetológicas de universidades estadounidenses como los son: Smith (1939, 1942, 1944, 1948), Smith y Taylor (1945, 1950a, 1950b), Cochran (1961), Conant (1965 y 1968) y Liner (1964, 1966a, 1996b y 1996), en donde se mencionan ejemplares colectados dentro de los límites del PNCM.

Fue a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando herpetólogos nacionales comenzaron a realizar estudios en el estado de Nuevo León, Martín del Campo (1953), Aseff-Martínez (1967), Velasco (1970), Treviño (1978), Vallejo (1981), Benavidez-Ruiz (1987) realizaron colectas en diversas localidades a lo largo y ancho del estado, algunas de éstas dentro del PNCM. Lazcano y Jacobo-Galván (1999) con una de la herpetofauna del municipio de Santa Catarina. Benavides-Ruiz (1987) quien estudió la herpetofauna presente en el municipio de Santiago. Banda-Leal (2002) con su trabajo en el Parque Ecológico Chipinque, el cual está dentro de los límites del PNCM y Canseco-Márquez *et al.* (2004) quienes realizaron un análisis de la herpetofauna de la SMO, incluyendo a Nuevo León.

A partir del siglo XXI, comenzaron a surgir estudios herpetofaunísticos puntuales dentro de ANP estatales y federales de Nuevo León, como lo son los de: Lazcano *et al.* (2004), Lazcano (2005) y De la Rosa-Lozano (2005) en la Sierra San Antonio Peña Nevada en el sur del estado, Sánchez-Almazán (2005) y Lazcano *et al.* (2007) en San Juan y Puentes en el municipio de Aramberri, Gallardo-Valdez (2006) y Lazcano *et al.* (2009a) en la Sierra Cerro de la Silla, Contreras-Lozano (2006) y Contreras-Lozano *et al.* (2007) en la Sierra de Picachos, Contreras-Lozano *et al.* (2010a, 2010b) y Contreras-Lozano (2011) en el Cerro del Potosí, Chávez-Cisneros (en prensa) en el Monumento Natural Cerro de la Silla y, más recientemente, Narváez-Torres (2012) en el PNCM, estudio que relaciona la distribución de las especies con las comunidades vegetales, altitud y sustratos existentes,

y donde se reporta por primera vez la presencia de *Chiropterotriton priscus*, *Spea multiplicata*, *Sceloporus goldmani* y *Thamnophis exsul* para esta ANP.

19.2 DIVERSIDAD DE LA HERPETOFAUNA

La herpetofauna del PNCM está compuesta por 19 especies de anfibios y 89 especies de reptiles, siendo en total 108 especies (Narváez-Torres, 2012); está representada de la siguiente manera: Amphibia: Anura: ocho familias, 13 géneros, 18 especies. Amphibia: Caudata: una familia, un género, una especie. Reptilia: Squamata: Sauria: ocho familias, 12 géneros, 31 especies. Reptilia: Squamata: Serpentes: cuatro familias, 34 géneros, 56 especies. Reptilia: Testudines: dos familias, dos géneros, dos especies (Figura 19.1).

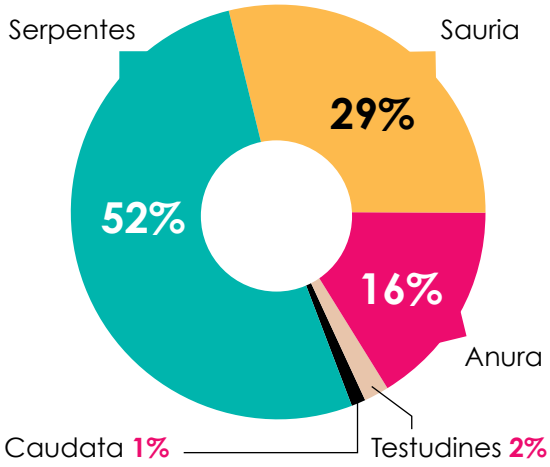


Figura 19.1 Representación porcentual de los diferentes grupos de herpetofauna del PNCM.

Tabla 19.1 Listado de la Herpetofauna del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Basado en (Narváez-Torres 2012). Se incluye nombre común de las especies y su estatus de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010, **Pr =** Sujeta a Protección Especial, **A =** Amenazada y **E =** Endémica. Se señalan las especies que se han reportado o colectado próximo al PNCM (*) y que su presencia dentro del mismo es probable. Criterios nomenclaturas de Liner y Casas-Andreu (2008).

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Estatus NOM-059-SEMARNAT 2010
		AMPHIBIA		
Caudata	Plethodontidae	*Chiropterotriton priscus*	Salamandra primitiva	Pr / E
Anura	Bufonidae	*Anaxyrus cognatus*	Sapo de espuelas	
		Anaxyrus debilis	Sapo verde	Pr
		Anaxyrus punctatus	Sapo de puntos rojos	
		Anaxyrus speciosus	Sapo Texano	
		Incilus nebulifer	Sapo nebuloso	
		Rhinella marina	Sapo gigante	
	Craugastoridae	*Craugastor augusti*	Sapo ladrador	
	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus cystignathoides campi*	Ranita chirriadora del río Bravo	
		Eleutherodactylus guttilatus	Ranita chirriadora de manchas	
		Eleuterodactylus longipes	Ranita chirriadora de la Huasteca	
	Hylidae	*Ecnomiohyla miotympanum*	Calate arborícola	
		Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana	
	Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Ranita de hojarasca	
	Microhylidae	*Gastrophryne olivacea* *	Ranita olivo	Pr
		Hypopachus variolosus *	Rana ovejera	
	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo del río Bravo	Pr
	Scaphiopodidae	*Scaphiopus couchi*	Sapo cavador	
		Spea multiplicata	Sapo de espuelas	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT 2010
		REPTILIA		
Squamata: Sauria	Anguidae	*Barisia ciliaris*	Escorpión de montaña	
		Gerrhonotus infernalis	Cantil de tierra	
		Gerrhonotus parvus	Lagarto pigmeo	Pr / E
	Crotaphytidae	*Crotaphytus collaris*	Cachorón de collar	A
	Eublepharidae	*Coleonyx brevis*	Salamanquesa del desierto	Pr
	Gekkonidae	*Hemidactylus turcicus*	Geco pinto	
	Phrynosomatidae	*Cophosaurus texanus scitulus*	Lagartijón de Chihuahua	A
		Phrynosoma cornotum	Camaleón común	
		Phrynosoma modestum	Tapayaxin	
		Phrynosoma orbiculare orientale	Coatapalcate	A / E
		Sceloporus cautus	Espinosa llanera	
		Sceloporus consobrinus	Lagartija de las cercas	
		Sceloporus couchii	Espinosa de las cercas	
		Sceloporus goldmani	Lagartija de pastizal de Goldman	
		Sceloporus grammicus disparilis	Lagartija de árbol del noreste	Pr
		Sceloporus marmoratus	Lagartija de vientre rosa	
		Sceloporus minor	Lagartija áspera azul	
		Sceloporus oberon	Lagartija menor negra	
		Sceloporus olivaceus	Espinosa de los árboles	
		Sceloporus parvus	Lagartija de panza azul	
		Sceloporus poinsettii poinsettii	Espinosa de las grietas del norte	
		Sceloporus samcolemani *	Espinosa de montaña	
		Sceloporus serrifer cyanogenys	Lagartija de barba azul	
		Sceloporus spinosus spinosus	Xincoyote	
		Sceloporus torquatus binocularis	Lagartija de Coleman	
	Scincidae	*Plestiodon brevirostris pineus*	Eslaboncillo de los pinares	
		Plestiodon obsoletus	Lincer de llanura	
		Plestiodon tetragrammus tetragrammus	Lincer tamaulipeco	
		Scincella silvicola caudaequinae	Salamanquesa de cola café	A / E
	Teiidae	*Aspidoscelis scalaris gularis*	Corredora pinta texana	
	Xantusidae	*Lepidophyma sylvaticum*	Lagartija nocturna de montaña	Pr / E
Squamata: Serpentes	Colubridae	*Adelphicos quadrivirgatum newmanorum*	Zacatera roja	
		Amastridium sapperi	Zacatera negra	
		Arizona elegans elegans	Brillante común	
		Bogertophis subocularis	Ratonera ojona	
		Coluber constrictor oaxaca	Corredora olivácea	A
		Coluber flagellum testaceus	Chirrionera norteña	A
		Coluber schotti ruthveni	Chirrionera parda	
		Coluber taeneatus	Chirrionera negra	
		Diadophys punctatus regalis	Culebra de collar real	
		Drymarchon melanurus erebennus	Tilcuate del noreste	
		Drymobius margaritiferus margaritiferus	Petatillo de pintas verdes	
		Ficimia streckeri	Nariz de gancho tamaulipeca	
		Gyalopion canum	Natricilla Chihuahuense	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT 2010
		REPTILIA		
Squamata: Serpentes	Colubridae	*Heterodon kennerlyi*	Trompa de cerdo mexicana	
		Hypsiglena jani texana	Nocturna Texana	Pr
		Lampropeltis alterna *	Culebra real gris	A
		Lampropelits getula	Barila del desierto	A
		Lampropeltis mexicana	Culebra real de Thayer	A / E
		Lampropeltis triangulum	Falsa coralillo anillada	A
		Leptodeira septentrionalis	Escombrera manchada	
		Leptophis mexicanus	Ranera bronceada	A
		Nerodia erythrogaster transversa	Culebra de agua manchada	A
		Nerodia rhombifer blanchardi	Culebra de agua diamantada	
		Opheodrys aestivus	Estival del oeste	
		Oxybelis aeneus	Bejuquilla parda	
		Pantherophis bairdi	Ratonera de bosque	
		Pantherophis emoryi	Ratonera de Emory	
		Pituophis catenifer sayi	Alicante	
		Pituophis deppei jani	Alicante de Montaña	A / E
		Rhadinaea montana	Hojarasquera de Nuevo León	Pr / E
		Rhinocheilus lecontei	Culebra nariz larga occidental	
		Salvadora grahamiae lineate	Culebra chata	
		Senticolis triaspis	Llamacoa punteada	
		Sonora semiannulata	Culebrilla de tierra	
		Storeria dekayi texana	Culebra parda texana	
		Storeria hidalgoensis	Culebra de cuello blanco	
		Tantilla atriceps	Culebrilla de cabeza negra	A
		Tantilla nigriceps *	Culebra cabeza negra de los Llanos	
		Tantilla rubra	Rojilla	Pr / E
		Tantilla wilcoxi	Centipedívora de Chihuahua	
		Thamnophis cyrtopsis cyrtopsis	Jarretera tropical cuello-negro	A
		Thamnophis exsul	Jarretera mexicana exilada	A / E
		Thamnophis marcianus marcianus	Sochuate de Marcy	A
		Thamnophis proximus diabolicus	Jarretera del desierto	A
		Trimorphodon tau tau	Falsa nauyaca mexicana	
		Tropidodipsas sartorii	Caracolera de Sartori	
	Crotalidae	*Agkistrodon taylori*	Metapil	A
		Crotalus atrox	Cascabel de diamantes	Pr
		Crotalus lepidus lepidus	Cascabel de las rocas	Pr
		Crotalus lepidus morulus	Cascabel café de las rocas	Pr
		Crotalus molossus molossus	Cascabel de cola negra	Pr
		Crotalus molossus nigrescens	Palanca	Pr
		Crotalus pricei miquihuanus *	Cascabel pigmea	Pr
		Crotalus scutulatus *	Cascabel de pradera	Pr
		Crotalus totonacus	Tepocolcoatl	Pr
	Elapidae	*Micrurus tener*	Coralillo texano	Pr
	Leptotyphlopidae	*Leptotyphlops dulcis*	Serpiente de hilo del sur de Texas	
		Leptotyphlops myopicus	Culebrilla ciega de Tampico	
Testudines	Kinosternidae	*Kinosternum flavescens flavescens* *	Casquito amarillo	
	Testudinidae	*Gopherus berlandieri*	Galápago de Berlandier	A



Figura 19.2 *Anaxyrus punctatus*.



Figura 19.3 *Chiropterotriton priscus*.

Para el grupo de los anfibios, la familia con mayor número de especies en el PNCM es la Bufonidae con seis especies (31.6% de las especies de anfibios), y las familias Plethodontidae, Leptodactylidae y Ranidae son representadas por una especie, cada una. Dentro del orden Caudata, existe un único género: *Chiropterotriton*, el cual está representado por la especie *C. priscus*. El género con más especies dentro del orden Anura es *Anaxyrus* con cuatro especies (21.1% de las especies de anfibios): *Anaxyrus cognatus*, *Anaxyrus debilis*, *Anaxyrus punctatus* y *Anaxyrus speciosus*, mientras que los demás géneros, excepto *Eleutherodactylus*, están representados por una sola especie.

En el grupo de los reptiles, la familia con más especies en el PNCM es Colubridae con 46 especies (51.7% de las especies de reptiles), y las familias menos ricas son Crotaphytidae, Eublepharidae, Gekkonidae, Teiidae, Xantusidae, Elapidae, Kinosternidae y Testudinidae, con una especie. Para el suborden Sauria el género más diverso es *Sceloporus* con 15 especies (16.9% de las especies de reptiles): *Sceloporus cautus*, *S. consobrinus, S. couchii, S. goldmani, S. grammicus disparilis, S. marmoratus, S. minor, S. oberon, S. oberon, S. olivaceus, S. poinsetti, S. samcolemani, S. serrifer cyanogenys, S. spinosus y S. torquatus binocularis*, y géneros como *Barisia*, *Crotaphytus*, *Coleonyx*, *Hemidactylus*, *Cophosaurus*, *Aspidoscelis* y *Lepidophyma* están representados por una sóla especie. En el suborden Serpentes, el género con mayor número de especies es *Crotalus*, con seis (6.7% de las especies de reptiles): *Crotalus atrox, C. lepidus, C. molossus, C. pricei, C. scutulatus y C. totonacus*, mientras que géneros como *Adelphi-*



Figura 19.4 *Coleonyx brevis*.

cos, *Amastridium*, *Arizona*, *Bogertophis*, *Diadophys*, *Drymarchon*, *Drymobius*, *Ficimia*, *Gyalopion*, *Heterodon*, *Hypsiglena*, *Leptodeira*, *Leptophis*, *Opheodrys*, *Oxybelis*, *Rhadinaea*, *Rhinocheilus*, *Salvadora*, *Senticolis*, *Sonora*, *Trimorphodon*, *Tropidodipsas*, *Agkistrodon* y *Micrurus*, están representados por una especie. En el orden Testudines existen dos únicos géneros (2.2% de las especies de reptiles): *Kinosternum* y *Gopherus*, los cuales son representados por una especie: *Kinosternum flavescens* y *Gopherus berlandieri*, respectivamente.

A continuación, se muestra una comparación entre las especies de anfibios y reptiles presentes en el estado de Nuevo León (Lazcano *et al.*, 2010) y las especies reportadas para el PNCM, en donde se puede apreciar la gran representatividad que tiene el ANP para la herpetofauna del estado, con casi un 80% de las especies descritas para Nuevo León (Tabla 19.2).

Tabla19.2 Relación del número de especies de la herpetofauna en Nuevo León y el PNCM.

	Nuevo León	Reportadas para el PNCM	Porcentaje de especies reportadas
Amphibia	25	19	76.0
Caudata	3	1	33.3
Anura	22	18	81.8
Reptilia	111	89	80.2
Squamata: Sauria	42	31	73.8
Squamata: Serpentes	62	56	90.3
Testudines	7	2	28.6
Total	**±136**	**108**	**79.4**



Figura 19.5 *Micrurus tener.*



Figura 19.6 *Gopherus berlandieri.*



Figura 19.7 *Sceloporus grammicus.* Categoría Sujeta a Protección Especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

19.3 ESPECIES EN RIESGO DE EXTINCIÓN

Del total de las especies de anfibios y reptiles del PNCM, 38 se encuentran en algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que representa el 35.2% de la herpetofauna registrada; 18 especies son consideradas en la categoría Sujetas a Protección Especial (Pr): *Chiropterotriton priscus, Anaxyrus debilis, Lithobates berlandieri, Gastrophryne olivacea, Gerrhonotus parvus, Coleonyx brevis, Sceloporus grammicus, Lepidophyma sylvaticum, Hypsiglena jani*, Rhadinaea montana, Tantilla rubra, Crotalus atrox, Crotalus lepidus, Crotalus molossus, Crotalus pricei, Crotalus scutulatus, Crotalus totonacus** y *Micrurus tener** y 20 como Amenazadas (A): *Crotaphytus collaris, Cophosaurus texanus, Phrynosoma orbiculare, Scincella sylvicola, Coluber constrictor, Coluber flagellum, Lampropeltis alterna, Lampropeltis getula, Lampropeltis mexicana, Lampropeltis triangulum, Leptophis mexicanus, Nerodia erythrogaster, Pituophis deppei, Tantilla atriceps, Thamnophis cyrtopsis, Thamnophis exsul, Thamnophis marcianus, Thamnophis proximus, Agkistrodon taylori* y *Gopherus berlandieri* (*). Cabe mencionar que existen cambios taxonómicos que la NOM-059-SEMARNAT-2010 no considera, como en el caso de *Micrurus fulvius* (= *Micrurus tener*), *Hypsiglena torquata* o *Crotalus durissu* (= *Crotalus totonacus*), que han sido eliminadas para considerar a sus subespecies como *Micrurus tener*, *Hypsiglena jani texana* y *Crotalus totonacus* como especies válidas, en ausencia de una actualización en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y basándose en el apartado 6.2 de la misma, éstas fueron tratadas como especies en categoría de riesgo. Se debe hacer mención que muchas de estas especies no cuentan con estudios demográficos que avalen su condición como especies protegidas, asimismo, existen especies raras o de distribución restringida que esta Norma Oficial no incluye.

19.4 DISTRIBUCIÓN DE LA HERPETOFAUNA

Como se menciona en la parte introductoria de este capítulo, los factores bióticos y abióticos que se presentan en el PNCM, debido a su privilegiada localización geográfica, además de influir directamente en la riqueza de especies del área, lo hace también en su distribución. Variantes como la altitud, tipos de vegetación, disponibilidad de sustratos y microhábitats y factores atmosféricos han sido documentados en su relación con la distribución de especies de anfibios y reptiles en la porción de la SMO correspondiente a Nuevo León (Lazcano *et al*., 2004; Lazcano, 2005; Sánchez-Almazán, 2005; Lazcano *et al*., 2007; Gallardo-Valdez, 2006; Lazcano *et al*., 2009a; Contreras-Lozano, 2006; Contreras-Lozano *et al*., 2007; Contreras-Lozano *et al*., 2010a, Contreras-Lozano *et al*., 2010b; Contreras-Lozano, 2011; Chávez-Cisneros en prensa; Narváez-Torres, 2012). Un punto de gran trascendencia en la distribución de la herpetofauna del PNCM es la cantidad de endemismos existentes. La distribución de taxones endémicos de la SMO corresponde en la actualidad con algunos de los siete sitios conocidos como refugios del noreste de México de vegetación alpina y subalpina (McDonald, 1998), zonas que quedaron aisladas por el efecto de las glaciaciones y periodos interglaciares en el noreste de México durante el pleistoceno (hace 70,000-12,000 años durante la glaciación Winsconsiniana) y que delimitaron la distribución en cierta forma de los anfibios y reptiles y su grado de endemismo, así como permitiendo fenómenos de especiación vicariante (Flores-Villela 1998; Canseco-Márquez *et al*., 2004).

19.5 ENDEMISMOS

De las especies que componen la herpetofauna del PNCM, 10 son consideradas endémicas para México por la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Chiropterotriton priscus, Gerrhonotus parvus, Phrynosoma orbiculare, Scincella sylvicola, Lepidophyma sylvaticum, Lampropeltis mexicana, Pituophis deppei, Rhadinaea montana, Tantilla rubra* y *Thamnophis exsul*. Sin embargo, hay especies que también tienen una distribución restringida a México y no se menciona esa condición en esta norma oficial mexicana, como *Eleutherodactylus longipes, Ecnomiohyla miotympanum, Barisia ciliaris, Sceloporus cautus, Sceloporus couchii, Sceloporus goldmani, Sceloporus minor, Sceloporus oberon, Sceloporus parvus, Sceloporus samcolemani, Sceloporus torquatus binocularis, Plestiodon brevirostris pineus, Leptotyphlops myopicus, Storeria hidalgoensis, Trimorphodon tau, Agkistrodon taylori* y *Crotalus totonacus*. Siendo un total de 27 especies endémicas para el país, representando el 2% de la herpetofauna registrada para el PNCM. Cabe mencionar, que de 27 especies endémicas, 13 son de distribución restringida a la SMO: *Chiropterotriton priscus, Gerrhonotus parvus, Sceloporus couchii, S. goldmani, S. minor, S. oberon, S. cautus, S. samcolemani, Lepidophyma sylvaticum, Storeria hidalgoensis, T. exsul, Rhadinaea montana* y *Crotalus totonacus*. Y una especie ha sido registrada solamente para el estado de Nuevo León: *Gerrhonotus parvus*. Actualmente, no se tiene conocimiento de especies de anfibios o reptiles cuya distribución geográfica se limite exclusivamente al PNCM. Este grupo de especies raras no cuenta con estudios demográficos que ayuden a esclarecer el estatus de sus poblaciones dentro del ANP. Es una prioridad el realizar estudios enfocados



Figura 19.8 *Storeria hidalgoensis* especie endémica de la SMO.

a estas especies, ya que por su distribución geográfica restringida y que habitan en condiciones ecológicas particulares tienden a presentar mayores riesgos de extinción (Purvis *et al.*, 2000).

19.6 CONSERVACIÓN DE ANFIBIOS Y REPTILES EN EL PNCM

En este apartado, se hace énfasis en la importancia que representa el PNCM para la conservación de la herpetofauna y viceversa, incluyendo algunas recomendaciones.

En el PNCM existen una serie de problemas de origen antropogénico, como lo son la contaminación del suelo, aire y agua, ganadería extensiva, turismo descontrolado, saqueo y tráfico de especies, introducción de especies invasoras y cambio de uso de suelo, siendo quizá este último el que mayor impacto negativo tiene en los anfibios y reptiles, debido a la específica necesidad de ambientes óptimos para el desarrollo del ciclo de vida de muchas especies, por lo que la permanencia de los ecosistemas naturales remanentes en condición saludable en el ANP, es necesaria para asegurar la protección de las especies de anfibios y reptiles que en él habitan. Algunos autores han señalado al PNCM o a otras ANP como áreas de importancia para la conservación de ciertas especies de anfibios y reptiles (Santos-Barrera y Canseco-Márquez, 2009; Venegas-Barrera y Manjarrez, 2011).

El conocimiento del comportamiento y la ecología de las especies herpetofaunísticas es fundamental para hacer efectivos los programas de conservación y manejo de un ANP (Seigel y Collins, 1993). El tener conocimiento de la distribución de especies de importancia para la conservación como especies en riesgo o de distribución restringida, o zonas de alta diversidad herpetofaunística, puede respaldar la toma de decisiones en la realización de actividades para la conservación y manejo del ANP, pudiendo dirigir acciones concretas de conservación como reforestaciones, cercos de exclusión y otras obras de conservación de suelos a zonas donde estas habitan. Al identificar áreas de importancia para la conservación de la herpetofauna en donde existan amenazas directas contra su continuidad dentro del ANP, deberán ser sitios de atención prioritaria en la mitigación o erradicación de las mismas. Resulta necesario realizar monitoreos en zonas impactadas por actividades como las mencionadas, para observar el grado de cambio en la composición herpetofaunística en comparación con zonas bien conservadas, así como monitorear la recolonización de especies en zonas en restauración.

Otro punto importante y que no puede pasarse por alto es la desinformación que existe entre la población (habitante dentro del PNCM y visitante) sobre la importancia y el rol ecológico que desempeñan los anfibios y reptiles, existiendo mitos y creencias que los desprestigian. Particularmente, el grupo de las serpientes, son las más afectadas ya que generalmente las matan, al confundir especies venenosas o situaciones de riesgo. Se recomienda implementar

programas de educación ambiental dentro y fuera del PNCM que señalen y refuercen el importante papel ecológico que juegan los anfibios y reptiles junto con los demás componentes de los ecosistemas, así como talleres de manejo e identificación de especies peligrosas o venenosas, para actuar correctamente en situaciones de riesgo.

Otra amenaza de la cual se desconoce el grado de afectación hacia la herpetofauna, es la mortalidad en caminos y carreteras, por lo que se recomienda realizar monitoreos en zonas de alta afluencia vehicular para poder diagnosticar el grado de afectación, identificando zonas de prioridad en donde se pueden tomar medidas como la creación de corredores de fauna.

La ganadería extensiva es una actividad que afecta negativamente a los anfibios y reptiles, dejando a su paso sitios desprovistos de vegetación y compactando suelos, microhábitats necesarios para el refugio de la herpetofauna, así como el desplazamiento de las especies debido al disturbio que ocasiona el paso del ganado (Contreras-Lozano *et al.*, 2010; Contreras-Lozano, 2011), se recomienda dirigir o excluir al ganado a zonas de amortiguamiento para evitar que acaben con los renuevos de los bosques, permitiendo que haya una regeneración natural, evitando la erosión así como el desplazamiento de especies de anfibios y reptiles.

En cuanto a especies invasoras, se sabe de la existencia de *Hemidactylus turcicus* en zonas con asentamientos humanos, los nichos que ocupa generalmente corresponden a la herpetofauna nativa que ya ha sido desplazada. Probablemente, *Rhamphotyphlops braminus*, sea otra especie no nativa que pueda encontrarse dentro del PNCM, se desconoce el grado de afectación sobre la fauna nativa, es posible que pueda competir con las especies del género *Leptotyphlops*.

Definitivamente, el turismo descontrolado es otro factor que afecta negativamente a la herpetofauna del PNCM, hay gran cantidad de parajes turísticos en donde los visitantes extraen individuos de anfibios o reptiles para tenerlos como mascotas. El impacto de vehículos como motos y cuatrimotos al abrir caminos entre la vegetación y el paso de vehículos "todo terreno" sobre los ríos y arroyos dejando a su paso residuos de aceite y anticongelante en el agua, son factores que amenazan a la herpetofauna. En el tema de residuos sólidos, existe un registro de un individuo de *Cophosaurus texanus* muerto por la ingestión de un pedazo de hule, siendo una evidencia de una relación negativa que tiene la contaminación por desechos sólidos hacia la herpetofauna del PNCM (Chávez-Cisneros *et al.*, 2010).

19.7 NECESIDADES EN LA INVESTIGACIÓN HERPETOLÓGICA

Es necesario implementar un monitoreo continuo de especies herpetológicas dentro del PNCM ya que puede aumentar el número de especies reportadas, además de que en esta ANP existen aún muchas zonas inexploradas.

Es de suma importancia la realización de estudios herpetofaunísticos dentro del PNCM, ya que el conocimiento de la historia natural de la mayoría de las especies es reducido o casi nulo, no se cuentan con estudios de dinámica poblacional, y en el caso de las especies de distribución restringida, o enlistadas en alguna categoría de riesgo por las leyes mexicanas es un área de oportunidad. Asimismo, se debe impulsar el incluir estudios de genética poblacional y biología molecular de especies selectas dentro del PNCM.

Continuar con estudios herpetológicos podrá confirmar o descartar la presencia de las especies: *Gastrophryne olivacea, Hypopachus variolosus, Sceloporus cautus, Sceloporus samcolemani, Heterodon kennerlyi, Lampropeltis alterna, Tantilla nigriceps, Crotalus pricei, Crotalus scutulatus, Agkistrodon taylori* y *Kinosternum flavescens* dentro del PNCM, las cuales han sido incluidas en el inventario al ser reportadas en zonas de influencia de esta ANP, alrededor de dos km de su perímetro (Lazcano y Jacobo-Galván, 1999; Lazcano *et al.*, 2010; Colección Herpetológica de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL).

Por otra parte, la continuidad de estos estudios puede ayudar a esclarecer la distribución geográfica de especies como: *Chiropterotriton priscus, Gerrhonotus parvus, Sceloporus goldmani, Sceloporus samcolemani, Lepidophyma sylvaticum, Crotalus scutulatus, Crotalus pricei* y *Thamnophis exsul* dentro del PNCM, ya que las poblaciones de algunas de estas especies a lo largo de la SMO son hasta ahora conocidas como disyuntas entre la Sierra de Arteaga, el PNCM, el Cerro El Potosí y San Antonio Peña Nevada. (Frost 1985; Rossman *et al.*, 1996; Liner 1998; Parra-Olea *et al.*, 1999; Banda-Leal *et al.*, 2002; Bezy y Camarillo 2002; Bryson *et al.*, 2003; Canseco-Márquez *et al.*, 2004; Lazcano *et al.*, 2004; Conroy *et al.*, 2005; Lazcano 2005; De la Rosa-Lozano *et al.*, 2006; Lemos-Espinal y Smith 2007; Contreras-Lozano *et al.*, 2010; Lazcano *et al.*, 2010; Lazcano *et al.*, 2011; Venegas-Barrera y Manjarrez, 2011). Esto aportaría al conocimiento del origen de la distribución de la herpetofauna en la zona norte de la SMO.

Como ya se ha mencionado, es necesario el estudio demográfico de la herpetofauna dentro del PNCM, pudiendo priorizar aquellas especies que son consideradas endémicas o que tienen una distri-

bución restringida, destaca el caso del orden Caudata representado por *Chiropterotriton priscus*, especie rara, de la que se tiene registro de un sólo ejemplar para el PNCM (Narváez-Torres, 2012) por lo que es necesario investigar el estatus poblacional de esta especie dentro de esta ANP. Esta especie tiene un alto grado de vulnerabilidad frente a cambios ecológicos, al necesitar de ambientes fríos y húmedos (De la Rosa-Lozano, 2006). Estudios en las poblaciones de especies raras ayudarán a esclarecer su estatus dentro del área y servirán de base para la implementación de estrategias para su conservación.

Hay una necesidad mundial en el estudio de las poblaciones de anfibios y sitios en donde habitan ya que debido a sus estrictos ciclos de vida son excelentes indicadores de una buena calidad de hábitat, en base a su presencia y dinámica poblacional. Los anfibios, figuran entre los primeros grupos de organismos en padecer negativamente la destrucción de hábitats, como el llenado y vaciado de humedales, la deforestación, la canalización de los arroyos, la creación y mantenimiento de embalses, además de otros factores como enfermedades y patógenos, cambio climático, especies invasoras, contaminación química y comercio ilegal, existiendo evidencia de declinación en poblaciones, disminución en rangos de distribución geográfica y extinciones, a niveles locales, regionales y posiblemente globales (Semlitsch, 2003; Dodd y Smith, 2003; Lazcano *et al.*, 2006).

Otro grupo que ha recibido atención en las últimas décadas enfocado a su relación con el cambio climático, son las lagartijas, y particularmente el género Sceloporus. Estudios en sierras de México, revelan una estrecha relación negativa en la disminución y desaparición de poblaciones, cambios en el rango altitudinal, reproducción y alimentación, debido al cambio de condiciones atmosféricas atribuidas al cambio climático global (Sinervo *et al.*, 2010). Este grupo también puede actuar como bioindicador de contaminación atmosférica (González Del Pliego-Castañeda, 2009).

Para concluir este capítulo, hay que hacer énfasis en que las especies que componen la herpetofauna del PNCM cumplen con papeles importantes dentro de los ecosistemas, al igual que todos los componentes bióticos y abióticos. Son parte de sistemas tróficos bien establecidos, siendo presas comunes de mamíferos y aves, así como entre los mismos grupos de herpetofauna, y a su vez, son depredadores de insectos y roedores, sirviendo como controladores naturales de plagas que en ciertas circunstancias podrían afectar negativamente a la salud y la producción agrícola del ser humano, la desaparición de eslabones compuestos por anfibios o reptiles en las cadenas tróficas de los ecosistemas ocasiona un desequilibrio evidente, por lo que su conservación es fundamental para el correcto funcionamiento de los ecosistemas. Es un deber para nuestra sociedad, en estos tiempos, el acercamiento al conocimiento de nuestros tesoros naturales, entre ellos la herpetofauna, siendo un grupo tan poco conocido, por lo que la comprensión de su importancia para el funcionamiento de los sistemas de nuestro planeta y por ende para la vida del ser humano, es una prioridad que no se puede soslayar.

AGRADECIMIENTOS

A las comunidades herpetológicas mexicanas y estadounidenses, a todo el personal y tesistas del Laboratorio de Herpetología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León que han contribuido al conocimiento de la herpetofauna en el estado y a nivel regional. A la Facultad de Ciencias Biológicas y organizaciones no gubernamentales por apoyar financieramente a proyectos del Laboratorio de Herpetología. A los Herpetólogos: Dr. Jorge Armando Contreras Lozano por el seguimiento y asesoría durante la realización del proyecto en el PNCM, Biól. Jerónimo Alejandro Chávez Cisneros por su valioso apoyo en el trabajo de campo. Al Laboratorio de Ornitología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Dr. Juan Antonio García Salas y Dr. Armando J. Contreras Balderas por su gran apoyo, asesoría y gestión necesaria para la realización del proyecto en esta ANP. Al equipo de trabajo de campo, los Biólogos: Iris Anahí Banda Villanueva, David Borré González, Jimena Echegollen Correa Nieto, José Guadalupe García Hernández, Hugo González Páez, Mercedes Alejandra Salinas Camarena y Joel Francisco Ortega Pimienta. A la dirección del PNCM, M.V.Z. Fernando Seriñá Garza, M.C. Edgardo Sadot Ortíz Hernández y Biól. Jesús Oliver Castillo Hernández, del Departamento de Monitoreo Biológico. Al Dr. César Cantú Ayala por sus comentarios y sugerencias en la revisión de este capítulo.

19.8 LITERATURA CITADA

Alanís-Flores, G.J., G. Cano y Cano, y M. Rovalo-Merino. 1996. Vegetación y flora de Nuevo León, una guía botánico-ecológica. México. Impresora Monterrey, S.A. de C.V. Pp. 1–9.

Aseff-Martínez, A. 1967. Notas sobre la herpetofauna del Centro de Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencia Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. México. Pp. 52.

Banda-Leal, J. 2002. Aspectos ecológicos de la herpetofauna del Parque Ecológico Chipinque, ubicado en los municipios de Garza García y Monterrey Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. México. Pp. 90.

Banda-Leal, J., R. W. Bryson y D. Lazcano. New record of Elgaria parva (Lacertilia: Anguidae) from Nuevo León México. The Southwestern Naturalist. U.S.A. 2002. 47(4) 614 - 615.

Benavides-Ruiz, R. 1987. Herpetofauna del centro sur del municipio de Santiago, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. México. Pp. 59.

Bezy, R.L. y Camarillo, J.L. 2002. Systematics of xantusiid lizards of the genus Lepidophyma. Contributions in Science.Vol. 493: 1–41.

Bryson, Jr., R. W., D. Lazcano, J. Banda, C. García-de la Peña y J. G. Castañeda. 2003. Historia Natural de la lagartija pigmea (Elgaria parva) endémica de Nuevo León, México. Bol. Soc. Herpetol. Méx. 2(1): 21-22.

Canseco-Márquez, L., F. Mendoza-Quijano y M. G. Gutiérrez-Mayén. 2004. Análisis de la distribución de la herpetofauna. In: I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. México, D. F. Las Prensas de Ciencias. pp. 417-437.

Chávez-Cisneros, J. A., D, Lazcano y M. A. Salinas-Camarena. 2010. Cophosaurus texanus (Greater earless lizard) Mortality. Herpetological Review. U.S.A. 41(1).

Chávez-Cisneros. J. A. 2011. Distribución ecológica de la herpetofauna del Monumento Natural Cerro de la Silla, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Cochran, D. M. 1961. Type specimens of reptiles and amphibians in the U.S. National Museum. Bull. U. S. Natl. Mus. USA. (220): XV-291.

Conant, R. 1965. Miscellaneous notes and comments on toads, lizards, and snakes from Mexico. American Museum Novitates. 2205:1-38.

Conant, R. 1968. Zoological exploration in Mexico the route of Lieut. D. N. Couch in 1853. American Museum Novitates. 2350:1-14.

Conroy, C. J., Bryson Jr., D. Lazcano y A. Knight. 2005. Phylogenetic placement of the Pygmy Alligator Lizard based on mitochondrial DNA, Journal of Herpetology 39 (1): 142-147.

Contreras- Lozano, J. A. 2006. Distribución de la herpetofauna en tres comunidades vegetales de la Sierra de Picachos, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. México. Pp. 133.

Contreras-Lozano, J. A., Lazcano D. and A. J. Contreras-Balderas. 2007. Notes Mexican Herpetofauna 10: The Herpetofauna of Three Plant Communities in the Sierra de Picachos, Nuevo León, México. Bulletin Chicago Herpetological Society. 42(11):177-182.

Contreras-Lozano, J. A., D. Lazcano, A. J. Contreras-Balderas y P. A. Lavín-Murcio. 2010a. Notes on Mexican Herpetofauna 14: An Update to the Herpetofauna of Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León, México. Bulletin Chicago Herpetological Society 45 (3): 41-46.

Contreras-Lozano, J. A., D. Lazcano, A. J. Contreras-Balderas. 2010b. Estatus de la herpetofauna presente en el Cerro El Potosí, Nuevo León, México. CIENCIA-UANL México. VOL. XIII, No. 2, Abril-Junio: 178-183.

Contreras-Lozano, J. A. 2011. Distribución Herpetológica del Cerro El Potosí. Galeana, Nuevo León, México. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Pp. 144.

De la Rosa-Lozano, G. U. 2005. Distribución, ecología y uso del microhábitat de las salamandras (Plethodontidae) de la Sierra San Antonio Peña Nevada, Zaragoza, Nuevo León, Tésis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Pp. 59.

De la Rosa-Lozano, G. U., G. Castañeda, C. García-de la Peña, y D. Lazcano. 2006. Aspectos de distribución e historia natural del pletodóntido endémico Chiropterotriton priscus en el sur de Nuevo León, México. Bol. Soc. Herpetol. Mex. 14 (2): 12-19.

Dodd, C. K. y L. L. Smith. 2003. Habitat Destruction and Alteration. Historical Trends and Future Prospects for Amphibians. In: Semlitsch, R. D. (Ed.) Amphibian Conservation. Smithsonian Institution. United States of America. Pp. 324.

Espinosa-Organista, D., S. Ocegueda-Cruz, C.Aguilar-Zúñiga, O. Flores-Villela, y J. Llorente-Busquets. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en Capital natural de México, vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp. 33-65.

Flores-Villela, O. 1998. Herpetofauna de México: Distribución y endemismo. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Editores). Diversidad Biológica de México, orígenes y distribución. México. Instituto de Biología, UNAM. Pp. 665-686.

Flores-Villela, O., y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 20:115-144.

Frost, D. R. (Ed.) 1985. Amphibian Species of the World. A Taxonomic and Geographical Reference: Association of Systematics Collections and Allen Press. Lawrence, Kansas, U.S.A. Pp. 732.

Gallardo-Valdez, J. 2006. Distribución de la Herpetofauna en las diferentes comunidades de vegetación de las localidades "Boquillas y Atongo" del municipio de Cadereyta, dentro del área natural protegida Sierra de Cerro la Silla, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. Pp.145.

González del Pliego-Castañeda, P. 2009. Evaluación de bioindicadores enzimáticos de estrés y contaminación en especies del género Sceloporus (Familia: Phrynosomatidae) en sitios con distintos impactos antropogénicos. Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Tesis inédita. Pp. 99.

Lazcano, D. 2005. Distribución Ecológica y Utilización del Hábitat por la Herpetofauna en la Sierra San Antonio Peña Nevada, Zaragoza, Nuevo León, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. Pp. 269.

Lazcano-Villarreal, D. y R. D. Jacobo-Galván. 1999. Sección Anfibios y Reptiles. In: Galán-Wong L. J., J. A. García-Salas, M. de J. Flores-Hinojosa, U. de la Garza-Valdéz y H. A. Luna Olivera (Eds.). Santa Catarina hacia el Siglo XXI, Pasado, Presente y Futuro. Universidad Autónoma de Nuevo León. R. Ayuntamiento de Santa Catarina, Nuevo León. México. pp. 47-51.

Lazcano, D., A. Contreras-Balderas, J. I. González-Rojas, G. Castañeda, G. García-de la Peña y C. Solis-Rojas. 2004. Notes on Herpetofauna 6: Herpetofauna of Sierra San Antonio Peña Nevada, Zaragoza, Nuevo León, México: Preliminary List. Bulletin Chicago Herpetological Society 39(10):181-187.

Lazcano, D., Jacobo-Galvan, R. D. y G. U. de la Rosa-Lozano. 2006. La Declinación de los anfibios y la Calidad del Medio Ambiente. In: Quiróz-Martínez, H. y V. A. Rodríguez-Castro (eds.). Bioindicadores de Contaminación en Sistemas Acuáticos (Insectos Acuáticos). Dirección de Publicaciones Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp 76-80.

Lazcano, D., A. Sánchez-Almazán, C. García-de la Peña, G. Castañeda y A. J. Contreras-Balderas. 2007. Notes on Mexican Herpetofauna 9: Herpetofauna of a Fragmented Juniperus Forest in the State Natural Protected Area of San Juan y Puentes, Aramberri, Nuevo León, México. Bulletin Chicago Herpetological Society. 42(1):1-6.

Lazcano, D., J. A. Contreras-Lozano, J. Gallardo-Valdez, C. García-de la Peña y G. Castañeda. 2009. Notes on Mexican Herpetofauna 11: Herpetological diversity in Sierra "Cerro de la Silla" (Saddleback Mountain), Nuevo León, México. Bulletin Chicago Herpetological Society. 44 (2): 21-27.

Lazcano, D., J. Banda-Leal, y R. D. Jacobo-Galvan. 2010. Serpientes de Nuevo León. Imprenta Universitaria, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Pp. 504.

Lazcano, D., A. Kardon, R. J. Muscher y J. A. Contreras-Lozano. 2011. Notes on Mexican Herpetofauna 16: Captive Husbandry-Propagation of the Exiled Mexican Garter Snake, Thamnophis exsul Rossman, Bulletin Chicago Herpetological Society. 46(2): 13-17.

Lemos-Espinal, J. A. y H. M. Smith. 2007. Anfibios y Reptiles del Estado de Coahuila, México. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp. 550.

Liner, E. A. 1964. Notes on Four Small Herpetological Collections from Mexico. I. Introduction, Turtles and Snakes, Southwestern Naturalist. U.S.A. 8 (4): 221-227.

Liner, E. A. 1966a. Notes on four Small Herpetological Collections from Mexico, III Amphibians, Southwestern Naturalist. 2 (2):296-298.

Liner, E. A. 1966b. Notes on four small Herpetological Collections from Mexic, III Lizards, Southwestern Naturalist. 2 (3):406-408.

Liner, E. A. 1996. Herpetological type material from Nuevo Leon, Mexico. Bull. Chicago Herp. Soc. 31(8):168 -171.

Liner, E. A. 1998. Amphibia: Caudata: Plethodontidae: Chiropterotriton priscus Rabb. Catalogue of American Amphibians and Reptiles. 642: 1-2.

Liner, E. A. y G. Casas-Andreu. 2008. Nombres Estándar en Español en Inglés y Nombres Científicos de los Anfibios y Reptiles de México (Standard Spanish, English and Scientific Names of the Amphibians and reptiles of Mexico). Second Edition. Herpetological Circulars No. 38. Society for the Study of Amphibians and Reptiles (SSAR).

Llorente-Bousquets, J. y S. Oceguda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp. 283-322.

Martín del Campo, R. 1953. Contribuciones al Conocimiento de la Herpetología de Nuevo León. Revista Universidad. Universidad de Nuevo León, Monterrey, México. 2: 115-152.

McDonald, J. A. 1998. Fitogeografía e historia de la flora alpina-subalpina del noreste de México. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). Diversidad Biológica de México, orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM. México. pp. 665-686.

Narváez-Torres, S. 2012. Distribución Ecológica de la Herpetofauna del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. México.

Narváez-Torres, S. y D. Lazcano. 2010. Anfibios y Reptiles. En Cantú et al. (Eds.) Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León, México. UANL-CONANP.

Parra-Olea, G., M. García-París y Wake, D.B. 1999. Status of some populations of Mexican salamanders. Revista de Biologia Tropical 47: 217-223.

Purvis, A., K. E. Jones y G. M. Mace. 2000. Extinction. BIOESSAYS. 22:1123-1133.

Rossman, D. A., N. B. Ford y R. A. Seigel. 1996. The garter snakes: Evolution and ecology. University of Oklahoma Press. Norman, Oklahoma. Pp. 332.

Sánchez-Almazán, J. A. 2005. Diversidad y Aspectos del Nicho Ecológico de la Comunidad Herpetológica del Bosque Fragmentado de Juniperus en San Juan y Puentes, Aramberri, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. Pp. 56.

Santos-Barrera, G y Canseco-Márquez, L. 2009. Eleutherodactylus longipes. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org.

Seigel, R. A. y J. T. Collins. 1993. Snakes Ecology and Behavior. McGraw-Hill, Nueva York. 414. pp.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana. NOM–059–SEMARNAT–2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres – Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación 2a Sección, 30 de diciembre del 2010.

Semlitsch, R. D. (Ed.) 2003. Amphibian Conservation. Smithsonian books, Washington. Pp. 324.

Sinervo, B., Méndez-de la Cruz, F., Miles, D. B., Heulin, B., Bastiaans, E., Villagrán-Santa Cruz, M., Lara-Resendiz, R., Martínez-Méndez, N., Calderón-Espinosa, M. L., Meza-Lázaro, R. N., Gadsden, H., Javier Avila, L., Morando, M., De la Riva, I. J., Sepulveda, P. V., Duarte-Rocha, C. F., Ibargüengoytía, N., Aguilar-Puntriano, C., Massot, M., Lepetz, V., Oksanen, T. A., Chapple, D. G., Bauer, A. M., Branch, W. R., Clobert, J. and Sites Jr., J. W. 2010. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. Science. 328: 894–899.

Smith, H. M. 1939. An Annotated List. Of the Mexican Amphibians and Reptiles in the Carnegie Museum. Ann. Carnegie Mus. 28: 311-320.

Smith, H. M. 1942.Mexican Herpetological Miscellany. Proc. U. S. Nat. Mus. 92:349-395.

Smith, H. M. 1944. Snakes of the Hoogstraal Expeditions to Northern Mexico. Zool. Ser. Field Mus. Nat. Hist. 29:135-152.

Smith, H. M. 1948. An Annotated Checklist and Key to the Amphibia of Mexico. U.S. Nat. Kansas Sci. Bull. 34:195-200.

Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1945. An annotated checklist and keys to the snakes of Mexico. Bull. U. S. Nat. Mus. 187: IV Pp. 239.

Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1950a. Type Localities of Mexican Reptiles and Amphibians. Univ. Kansas Sci. Bull. 33 Vol. XXXIII, part II, No. 8, págs. 313-380.

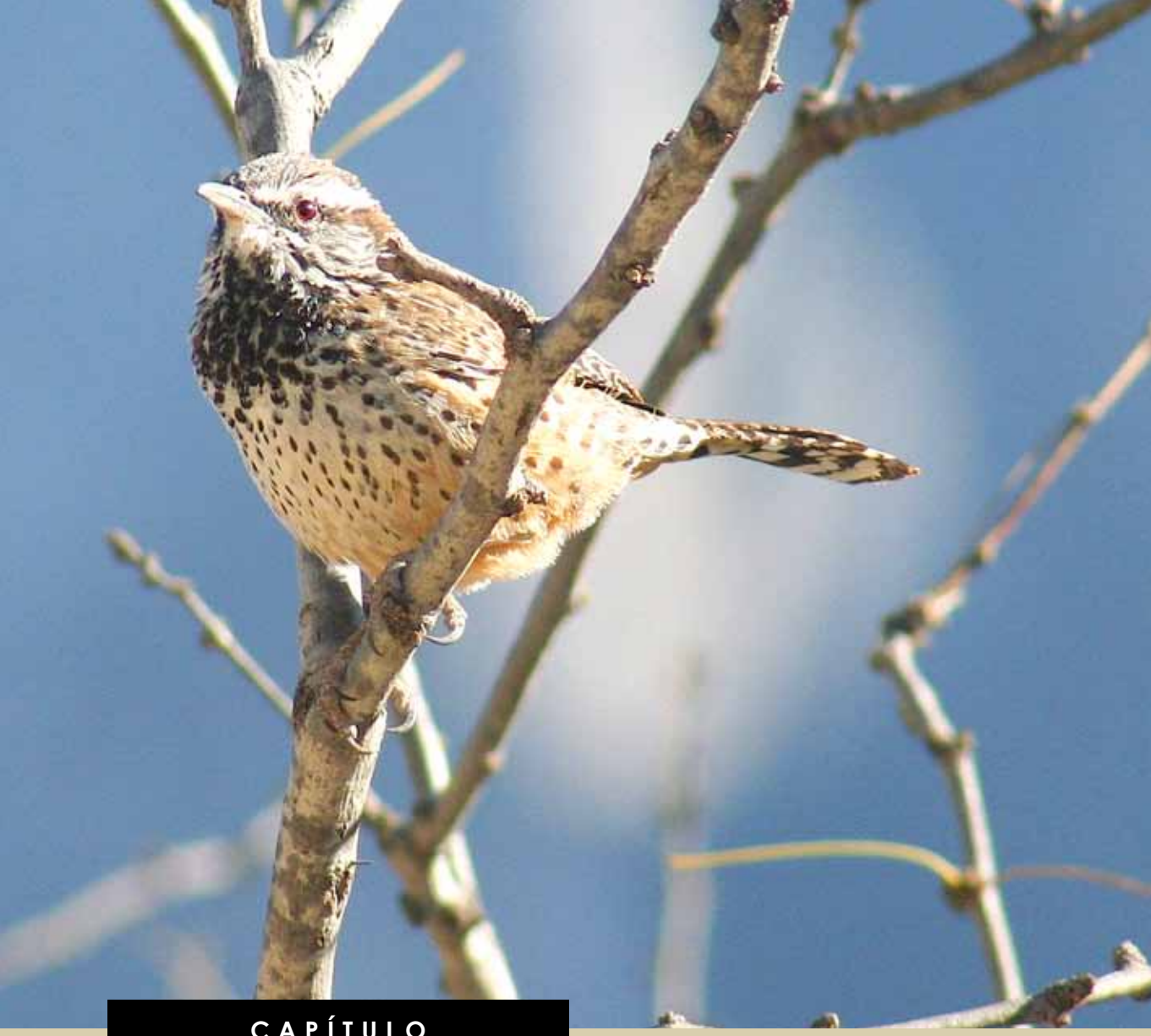
Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1950b. An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of the snakes. Bulletin United States Natural Museum. 199: Pp. 253.

Treviño, C. H. 1978. Estudio Herpetofaunístico Distribucional del Sur de Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. Pp. 63.

Vallejo, J. L. 1981. Taxonomía y distribución de la familia Crotalidae en el estado de Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. Pp. 49.

V**elasco, J. J.** 1970. Contribuciones al Conocimiento de la Herpetología del Norte de Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp. 51.

Venegas-Barrera, C. S. y J. Manjarrez. 2011. Patrones espaciales de la riqueza específica de las culebras Thamnophis en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 179-191.



CAPÍTULO

20

AVES

Juan A. García Salas[1], Armando J. Contreras Balderas[1], Joel F. Ortega Pimienta[1], Jesús O. Castillo Hernández[2], Alan López Villarreal[2], Oscar Ballesteros Medrano[1], Hugo González Páez[1], Iris Banda Villanueva[1], José G. García Hernández[1], José M. Torres Ayala[1], Jorge Contreras Lozano[1], Jimena E. Correa Nieto[1], Jerónimo A. Chávez Cisneros[1], Salvador Narváez Torres[1], Mercedes A. Salinas Camarena[1] y David A. Borré González[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas

Cd. Universitaria, CP 66451. AP 105 F.
San Nicolás de los Garza, N.L.

[2]Parque Nacional Cumbres de Monterrey
(Conanp Semarnat)

juan_0305@hotmail.com

García-Salas, J., A. Contreras-Balderas, J. Ortega-Pimienta, J. Castillo-Hernández, A. López-Villarreal, O. Ballesteros-Medrano, H. González-Páez, I. Banda-Villanueva, J. García-Hernández, J. Torres-Ayala, J. Contreras-Lozano, J. Correa-Nieto, J. Chávez-Cisneros, S. Narváez-Torres, M. Salinas-Camarena y D. Borré-González. 2013. Aves, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 221-235.

Aves

Juan A. García Salas, Armando Jesús Contreras Balderas, Joel Ortega Pimienta, Jesús Castillo Hernández, Alan López Villarreal, Oscar Ballesteros Medrano, Hugo González Páez, Iris Banda Villanueva, José García Hernández, José Torres Ayala, Jorge Contreras Lozano, Jimena Correa Nieto, Jerónimo A. Chávez Cisneros, Salvador Narváez Torres, Mercedes Salinas Camarena y David Borré González

20.1 INTRODUCCIÓN

La investigación en la ecología del paisaje se refiere básicamente al uso de especies bioindicadoras (Meffe *et al.,* 2002; Hobbs y Lambeck, 2002) que, a menudo, han sido utilizadas para comprobar situaciones específicas y cuantificar los procesos de degradación o de restauración (Ellenberg, 1974; Landolt, 1977; Schubert, 1991; Meffe *et al.,* 2002). Su uso permite la recopilación de datos, que de otra forma sería costoso y lento recabarlos (en términos de tiempo, energía y dinero). En la Biología de la Conservación y la Ecología del Paisaje se han definido diferentes conceptos como bioindicadores, especies bandera, paraguas, piedras angulares y especies focales (Meffe *et al.,* 2002). El grupo de las aves ha sido utilizado como bioindicador por las siguientes razones: a) es fácil de entender su ecología; b) la asociación existente entre las comunidades y asociaciones vegetales y las comunidades de aves (Keast, 1990; Petty y Avery, 1990); c) cubren todos los niveles de la pirámide ecológica (Bunce *et al.,* 1981; Burrough, 1986); d) son fáciles de detectar y observar, permitiendo la recopilación de datos en forma rápida y no sólo por presencia y/o ausencia, sino también por la abundancia de los individuos (Holling, 1978; Haila, 1985; Wiens, 1989). La abundancia de una o más especies de aves puede ser un parámetro importante para estimar la calidad de un área; lo anterior no es válido para todas las especies ni para todos los ecosistemas, sin embargo, se puede considerar la abundancia de una especie como medida indirecta de la calidad del medio ambiente (Bock y Jones, 2004). Asimismo, se podrían incluir datos como abundancia, éxito reproductivo, productividad, supervivencia de las especies, datos que aportarían una visión más clara y le darían un valor agregado al análisis de la condición de hábitat (Van Horne, 1983); aunque estos análisis requieren mucho más tiempo y esfuerzo. El concepto de especie focal significa una especie o grupo de especies que tienen requerimientos funcionales y espaciales que pueden definir límites ambientales para la protección de otras especies presentes en el área (Lambeck, 1997). Este concepto es compatible con las comunidades de aves y puede ser utilizado en numerosos estudios o trabajos (Carroll *et al.,* 2001; Lambeck, 2002; Noss *et al.,* 2002; Massa *et al.,* 2003) como una herramienta de conservación en una escala espacial desde una provincia hasta un continente. Por lo tanto, se puede caracterizar a un grupo de especies de aves asociadas o unidas a los diferentes hábitats.

20.2 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio fue el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), que de acuerdo al Programa de Conservación y Manejo (CONANP, En Prensa) se localiza en la Sierra Madre Oriental (SMO) en los municipios de Allende, García, Montemorelos, Rayones, Santa Catarina, Santiago, San Pedro Garza García y Monterrey; tiene una superficie total de 177,395 hectáreas, y se encuentra en la zona oeste-centro del estado de Nuevo León, en colindancia con el estado de Coahuila. El PNCM presenta un rango altitudinal que va de los 600 a los 3,400 metros sobre el nivel del mar (msnm) y se localiza entre los 100°44'50" y 99°56'05" de Longitud oeste y los 25°37'55" y los 25°01'05" de Latitud norte (Figura 20.1) y fue decretado para salvaguardar y proteger los sitios naturales (diferentes tipos de vegetación) y desarrollar la historia, restaurar el medio y el paisaje, regular las avenidas de aguas causadas por las lluvias torrenciales y evitar inundaciones en Monterrey y su área metropolitana.

Los tipos de vegetación

Con el fin de realizar un análisis detallado a nivel local se estudiaron las aves en las cinco regiones propuestas con un criterio fitogeográfico por Valdez-Tamez *et al.* (2004) en su trabajo de redelimitación del PNCM.

1) Vegetación árida: los tipos de vegetación presentes se clasifican como matorral micrófilo, con muy poca superficie y localizado en las partes bajas y áridas; se encuentra dominado por la gobernadora (*Larrea tridentata*) y por el ocotillo (*Fouquieria splendens*). El matorral desértico rosetófilo, se caracteriza por la presencia de plantas con hojas dispuestas en forma de roseta, algunas especies presentes en este tipo de vege-



Figura 20.1 Localización del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León, México.

tación son la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), la guapilla (*Hechtia glomerata*), los magueyes (*Agave* spp.) y los sotoles (*Dasylirion* spp.) que se distribuyen en los lomeríos y en las laderas de las serranías de baja altitud. Otro tipo de vegetación presente en esta región del PNCM es el chaparral de encinos arbustivos (*Quercus* spp.), de manzanita (*Arctostaphylos pungens*), planta de alejandría (*Cowania plicata*) y de palma samandoca (*Yucca carnerosana*).

2) Vegetación semiárida: en la región semiárida se encuentra el matorral submontano, del que existen dos variantes. El primero de ellos se ha detectado en las zonas interiores del Cañón de la Huasteca y en contacto con la región árida; presenta baja diversidad de especies. La otra variante es de gran importancia porque presenta especies enlistadas en la norma oficial mexicana de especies en riesgo de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010). Predominan *Agave victoria-reginae* y *Agave bracteosa*, también están presentes la anacahuita (*Cordia boissieri*) y el mezquite (*Prosopis glandulosa*), entre otras. En estas dos regiones se realizaron los transectos del Cañón de San Pablo, Cañón de San Judas, Cañón de la Sandía, Cañón de Salazar y El Pajonal.

3) Vegetación subhúmeda: esta región agrupa los bosques de encino y encino-pino, que se encuentran desde los límites superiores del matorral submontano hasta las partes medias de la sierra. Destaca *Quercus virginana* var. *fusiformis* y *Brahea berlandieri* de distribución en el noreste de México. Esta región también incluye los bosque de pino piñonero (Pinus *cembroides*); los transectos de muestreo realizados fueron Adjuntas-Pozas del Chipitin, Adjuntas-Potrero Redondo, Potrero Redondo-Cascadas de Matacanes, Adjuntas-Puerto Genovevo, Manzano-Nogalera y Río Ramos por Allende.

4) Vegetación subhúmeda templada. Esta región se ubica en las partes medias y altas de las sierras, incluye los bosques de pino-encino y el bosque mesófilo de montaña que como relicto se encuentra en las cañadas húmedas a partir de los 1,300 msnm. Se observa principalmente *Carpinus caroliniana*, *Ostrya virginiana*, *Cornus florida* y *Magnolia dealbata*. Por encima de los 1,800 msnm en la sierra de Montemorelos se localiza *Picea martinezii*, especie cuya distribución probablemente, se circunscribe de manera exclusiva a Zaragoza y Montemorelos; los transectos realizados son: Laguna de Sánchez, Laguna-La Camotera, Laguna-El Hondable, Mesa del Oso-Entronque Cebolla/Rayones y Sendero Interpretativo-Torre de Observación.

5) Vegetación subhúmeda fría: esta región se ubica en las exposiciones noreste y en las partes más altas de las sierras, a partir de los 2,500 msnm. En ella se encuentran el matorral de coníferas, comunidad vegetal dominada por el pino enano (*Pinus culminicola*). También se encuentra presente en esta región el bosque de ayarín-pino-oyamel, donde la mayor parte de las especies presentes se encuentran enlistadas en estatus de conservación, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, como *Pseudotsuga flahaulti*, *Pseudotsuga macrolepis* y *Abies vejarii*. Dentro de las especies de distribución restringida se puede mencionar a *Cupressus arizonica* y *Pinus rudis*, se realizaron los transectos Camino Puertro Conejo-San Antonio de la Osamenta, Camino de Piedra, El Tunalillo, Camino a Santa Cruz, Vereda Santa Cruz.

El corredor biológico del PNCM

El corredor biológico del PNCM es una región destinada a conservar la diversidad biológica de los ecosistemas de tal forma que fomente el desarrollo social y económico sostenible. Sus objetivos específicos son: (a) proteger los sitios claves de biodiversidad, (b) conectar estos sitios con otros corredores de tal manera que permita el movimiento y la dispersión de animales y plantas, y (c) promover formas de organización social y el desarrollo económico en y alrededor de estas áreas que conservan la biodiversidad de una forma socialmente equitativa y culturalmente sensibles. Poner en práctica esta visión es una tarea compleja y ambiciosa que debe involucrar a una amplia gama de actores, incluyendo gobiernos municipales, estatales y nacionales, organizaciones no gubernamentales,

las comunidades locales, donantes internacionales y la sociedad en general.

Existen razones de peso para establecer a la SMO como un corredor biológico ya que posee, en el estado de Nuevo León y en el noreste de México, una de las concentraciones más ricas de especies y de ecosistemas. Desde el punto de vista político, social y económico la SMO ha sido desatendida; la destrucción de los ecosistemas del PNCM se ha agravado; desde hace mucho tiempo, los problemas de desigualdad social, el subdesarrollo económico y el deterioro ambiental son problemas que están presentes. En la actualidad, casi la mitad de los pobladores de la SMO siguen estando por debajo de la línea de la pobreza y muchos de ellos carecen de los servicios básicos, de educación y de agua. Por otra parte, el área metropolitana de Monterrey (AMM) está creciendo rápidamente, y a pesar de la rápida urbanización, algunos habitantes siguen viviendo en la SMO y dependen directamente de los recursos biológicos para la subsistir (Tabla 20.1).

Este rápido crecimiento, combinado con el cambio de uso de suelo, el aumento en los niveles de pobreza, han llevado al aprovechamiento insostenible de los recursos naturales, a la contaminación, la erosión del suelo, la sedimentación, la desforestación y desertificación. La escala y velocidad de la pérdida de hábitat y su fragmentación han llevado a los conservacionistas a considerar a la SMO como uno de los ecosistemas críticos de México y el mundo. El impacto de las actividades humanas está poniendo en peligro los niveles de bienestar económico y social alcanzados. Además de los productos como madera y leña, los ecosistemas dotan a las personas de la región con servicios ambientales importantes como la filtración de agua, el secuestro de carbono y la polinización de los cultivos, entre otros.

Cuando los ecosistemas se degradan con respecto a las funciones de calidad de agua, por ejemplo, es necesario invertir grandes cantidades en el tratamiento del agua y las plantas de filtración para reemplazar los servicios ambientales que se han perdido. La tendencia actual de sobreexplotar y degradar los ecosistemas impone costos cada vez más altos para obtener agua potable, para disminuir la existencia de inundaciones, las sequías, la desaparición de especies. Algunos desastres naturales como los provocados por el huracán Gilberto y el huracán Alex ocasionaron grandes pérdidas humanas y materiales a la población de la región. La actual iniciativa del corredor biológico de la SMO es el resultado de una creciente necesidad de desarrollar un sistema integrado con enfoque regional para el medio ambiente del noreste de México.

Tabla 20.1 Servicios ambientales proporcionados por los ecosistemas de la Sierra Madre Oriental.

Ecosistema	Servicios ambientales de Aprovisionamiento	Servicios ambientales de Regulación y Hábitat
Agroecosistema	• Alimentos • Fibras • Germoplasma	• Hábitat para la aves • Polinizadores • Organismos del suelo importantes para los cultivos
Bosques	• Madera • Leña • Agua potable • Agua de riego, • Forraje para el ganado, • Productos no maderables • Alimentos (frutas y otras plantas comestibles y caza) • Germoplasma	• Elimina la contaminación del aire • Ciclos biogeoquímicos • Ciclo del agua • Conserva la biodiversidad • Captura y almacena el carbono atmosférico • Evita condiciones atmosféricas extremas • Formador de suelo
Ecosistemas de agua dulce	• Agua potable • Agua para riego • Pesca • Energía hidroeléctrica • Germoplasma	• Controla flujo del agua • Diluye y elimina contaminantes • Ciclos biogeoquímicos • Mantiene la biodiversidad • Trasporte en el corredor
Pastizales	• Ganadería • Agua potable • Agua de riego • Germoplasma	• Mantiene las cuencas hidrográficas • Ciclos biogeoquímicos • Elimina contaminantes del aire • Produce oxígeno • Mantiene la biodiversidad • Forma suelo • Captura y almacena el carbono atmosférico

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en 1992, y la adopción de la Convención sobre la Diversidad Biológica y la Convención Marco sobre en el Cambio Climático, llegaron a una serie de acuerdos regionales para conservación de la biodiversidad, la protección prioritaria de zonas naturales y de ordenación mencionan que si se planea y ejecuta, el corredor biológico de la SMO, ofrece uno de los medios para maximizar los beneficios de conservación mientras se mejoran las oportunidades sociales y económicas de las poblaciones rurales. En contraste con el enfoque tradicional para la conservación que trataba las áreas naturales protegidas de forma aislada con respecto a las zonas pobladas o de cultivos; en el corredor biológico se pondera el concepto biorregional para el uso de la tierra. Bajo este esquema, las comunidades y el gobierno deben desarrollar estrategias para el uso de la tierra y el agua, con el objetivo de conservar y proteger los ecosistemas y mantener la agricultura, la silvicultura, la pesca y otros usos humanos.

Este nuevo enfoque sobre la base de acuerdos ambientales con énfasis en la Biología de la Conservación para establecer los principios técnicos a fin de mantener la conectividad entre las poblaciones de especies silvestres que debido a la fragmentación ocasionada por las actividades humanas, han generando verdaderas islas donde las especies nativas están confinadas a pequeños parches, donde deberán encontrar alimento, agua, pareja o refugio contra los depredadores. Por lo que las especies son vulnerables a la extinción local debido a sequías, huracanes, enfermedades y especies invasoras.

La tasa de extinción local se acelera y existen evidencias de la acción del cambio climático y la fragmentación del hábitat, por lo que muchos expertos ven en el corredor biológico de la SMO un instrumento prometedor para reducir las desapariciones de especies. Existe un número creciente de trabajos empíricos y estudios experimentales que han confirmado el valor de esta estrategia que fomentaría la conectividad biológica entre los diferentes ecosistemas. Por ejemplo, este corredor biológico protegería grandes áreas de bosque capaces de secuestrar carbono atmosférico que podría ser vendido en los mercados emergentes.

Aves

En la SMO y el área del PNCM se han realizado los siguientes estudios de aves: Guerrero-Torres (1972), realizó un estudio a lo largo de un transecto en el Cañón de Meleros en el centro de Nuevo León en la SMO y reportó 73 especies, 53 géneros y 21 familias; destacando cuatro nuevos registros: *Troglodytes troglodytes hiemalis*, primer registro para México, *Dendroica caerulescens* primer registro para tierra firme en México, también *Micrethene whitneyi* y *Megascops asio* como primeros registros para Nuevo León, y la posibilidad de una nueva subespecie de *Vireo huttoni*. Contreras-Balderas (1978), realizó un estudio comparativo de la ornitofauna en tres áreas representativas de las tres regiones fisiográficas de Nuevo León, que comprenden la Planicie Costera del Golfo (Montemorelos), la Sierra Madre Oriental (Rayones), y el Altiplano Mexicano (Galeana); registró 105 especies de aves; de las cuales 15 son comunes en las tres áreas; las especies exclusivas de Montemorelos fueron 15, en Rayones 11 y en Galeana 35. Mencionó, las demás como nuevos registros para el estado de Nuevo León a *Limnodromus scolopaceus* y *Toxostoma curvirostre curvirostre*. Cotera-Correa y Contreras (1985), registraron 80 especies en un estudio ornitofaunístico de un transecto ecológico del Cañón de la Boca en Santiago N.L., México, lugar que en ese entonces era parte del PNCM, asociaron las especies presentes con los tipos de vegetación y mencionaron probables especies indicadoras de tales comunidades vegetales, así como las especies comunes entre ellas. En cuanto a distribución altitudinal sólo mencionaron a *Arquilocus colubris*, colectado a 900 msnm. Gracia-Manzano (1988), realizó un estudio para determinar la ornitofauna de un transecto ecológico en el municipio de Santiago, Nuevo León, el área de estudio se localizó en la Sierra de Mauricio, dentro de los límites del PNCM y registró 61 especies de las cuales 32 fueron residentes, 13 veraniegas y 16 migratorias. También, estableció seis tipos de vegetación a gradientes altitudinales. Contreras-Balderas *et al.* (1995), realizaron el listado preliminar de la fauna silvestre del estado de Nuevo León, presentado por el Consejo Consultivo Estatal para la Preservación y Fomento de la Flora y Fauna Silvestre de Nuevo León, donde mencionaron que la avifauna de Nuevo León se compone de 19 órdenes, 54 familias, 394 especies y un número no determinado de subespecies. CONABIO (2000), realizó un programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México (AICA), con el objeto de formar a nivel mundial una red de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos, se designó a la Sierra de Arteaga como una AICA dentro de la categoría G-1 por ser un sitio que contiene una población de dos especies consideradas como globalmente amenazadas, en peligro o vulnerables (según el libro rojo de BIRDLIFE), en este caso, *Rhynchopsitta terrisi* y *Spizella wortheni*. Esta AICA tiene una superficie de 354,753 ha y una altitud de 1,500 a 3,500 msnm. Abarca el PNCM y la reserva de El

Taray. Tejeda-Tellez (2004), realizó un estudio sobre valoración económica de las aves del semidesierto de Mina, Nuevo León, México. Logró observar 3,629 individuos pertenecientes a 108 especies de aves, de las cuales sólo 28 son consideradas como canoras y/o de ornato.

En la valoración económica de la ornitofauna, se estimó el ingreso total a partir del precio real de mercado de cada una de las especies canoras y/o de ornato, así como de los precios sustitutos de las demás especies y el número de individuos observados por especie. Para determinar los costos totales asociados a las especies de aves utilizó el método de costo de viaje, se tomó en cuenta los valores de uso directo que proporcionan las aves como recurso. Rivas-Casas (2005), realizó un estudio comparativo de las aves de tres zonas de Chipinque, registró 90 especies de las cuales seis estaban en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Además, registró por segunda ocasión a *Parula americana* en un área de pino-encino. Cotera-Correa (2007), durante dos años, realizó en estudio de la avifauna del PNCM, asociada a 10 tipos de vegetación y reportó 176 especies de aves, distribuidas en 16 órdenes, 43 familias, 121 géneros. Además, analizó el estado de las especies de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 y reportó un total de 15 especies incluidas en tres categorías de conservación, distribuidas de la siguiente manera: una En Peligro de Extinción, tres Amenazadas y 11 Sujetas a Protección Especial. Contreras-Balderas *et al.* (2008) presentaron el inventario avifaunístico en Avifaunas Estatales. Valdés-Peña *et al.* (2009), realizaron el registro de *Oporornis formosus* (chipe patilludo) en las inmediaciones del parque natural La Estanzuela, lo cual confirma la presencia de esta especie considerada anteriormente de distribución hipotética en Nuevo León. Valdés-Peña *et al.* (2010), mediante un registro fotográfico, reportaron por primera vez para el estado de Nuevo León a *Catharus mexicanus* (zorzal corona-negra). Además, reportaron a *Lepidocolaptes affinis* (trepatroncos corona-punteada) y *Ridgwayia pinicola* (mirlo pinto) dentro del PNCM y fuera de su rango de distribución conocido.

Selección de las especies focales de aves

1) Inventario taxonómico de la avifauna

Para realizar el inventario taxonómico de la avifauna del PNCM, se realizaron visitas preliminares al área de estudio, con la finalidad de seleccionar los sitios de muestreo. El trabajo de campo se realizó de mayo del 2009 a agosto del 2010 y se incluyeron registros bibliográficos posteriores. Se utilizó el método de transecto sin ancho de banda (Bibby *et al.,* 1992) para realizar el registro de las aves presentes en la zona. Se utilizaron binoculares Pentax (10x40) para la identificación de las especies siguiendo los criterios de las guías de campo de Howell y Webb (1995), Sibley (2000), Kaufman (2005) y National Geographic (2006). Se registraron las coordenadas geográficas donde se observó cada especie utilizando el sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) marca Garmin eTREX H. Para la determinación y arreglo sistemático de las especies se siguió el criterio de la American Ornithologist Union (1998) y sus suplementos.

Para incluir estos registros en un análisis de uso de suelo, y al mismo tiempo, obtener una muestra homogénea para la selección de las especies focales se usaron varios criterios: se excluyeron las especies comunes (la frecuencia excede el 30%) y las rara (la frecuencia es menor al 2%); las especies comunes fueron eliminadas por su baja selectividad del hábitat y las especies raras por lo escaso de sus contactos. El siguiente paso fue excluir a las especies sociales (especies que tienen una abundancia media mayor a dos individuos por punto de conteo por transecto). Debido a que estas especies suelen ser muy abundantes en ciertos parches de vegetación óptima y están totalmente ausentes en el resto de las áreas; por lo que los picos de abundancia podrían sesgar el análisis. Se excluyó también las especies detectadas en vuelo (rapaces y patos) por su potencial de hábitat reproductivo. Igualmente fueron eliminadas las especies cuya abundancia depende del hombre. El criterio final para seleccionar las especies focales sensibles a la urbanización; aquellas que tienen un baricentro urbano inferior al 10%. El baricentro se definió con la siguiente fórmula:

$$Bs = \frac{\sum_i n_i * x_i}{N}$$

Donde Bs es el baricentro de la especie, ni es el número de individuos en el ith transecto, xi es el valor de la variable ambiental considerada x en ith conteos, y N es el número total de individuos (Massa *et al.,* 1998).

Utilizando los criterios anteriores se seleccionó un grupo de especies para el análisis. Para cada especie se obtuvo su baricentro ambiental a partir de los datos de uso de suelo y de un cluster análisis usando cinco diferentes métodos: el coeficiente de correlación de Pearson, la distancia Euclidiana, el promedio entre los grupos, el promedio del grupo y la distancia de Ward. Las especies seleccionadas se agruparon de acuerdo a su adaptación al medio. Una prueba de Spearman de dos colas evaluó la correlación entre los grupos de especies y las variables ambientales.

2) Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de regresión múltiple para evaluar la capacidad del suelo de sostener una población o un grupo de poblaciones y que tengan la probabili-

dad de ser seleccionadas como una especie focal. La especie focal es la variable dependiente con un 0.05 de probabilidad máxima y un 0.01 de no probabilidad (Jongman *et al.,* 1995); los factores ambientales fueron considerados como variables independientes. Para un análisis local, el porcentaje de uso de suelo usado fue evaluado en los puntos de conteo a diferentes distancias: menos de 100, 100, 250 y 500 m, para medir la percepción ambiental entre las especies. Sólo la distancia mínima entre los puntos de conteo se consideró como un elemento lineal. Los grupos se establecieron de acuerdo a su anchura de los transectos en pequeño (menos de 5 metros), medio (entre 5 y 15 m) y grande (más de 25 m). Al examinar la correlación entre avifauna y la estructura de los grupos, se trazó un círculo de 500 m alrededor de cada uno de los puntos de conteo y sólo éstos fueron considerados en el análisis. Una prueba de de "U" de Mann-Whitney se aplicó para conocer la significancia de los resultado.

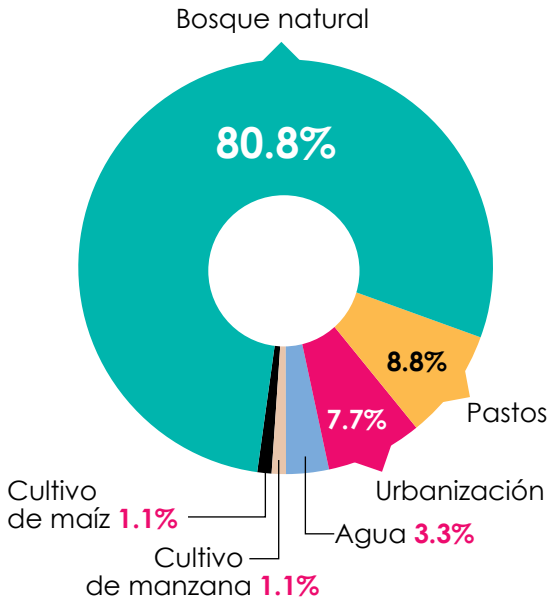


Figura 20.2 Porcentaje de uso del suelo en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

20.3 RESULTADOS

Uso del suelo

Los datos de uso del suelo (Figura 20.2) muestran que un 80% del área de estudio son bosques naturales y pequeños porcentajes del total de la extensión del PNCM, tienen otros usos como cultivos de manzana, maíz, urbanización, agua, extracción de madera, etc. y existen otros elementos residuales, que agrupados representan sólo un pequeño porcentaje del área de estudio, sin embargo son un elemento muy importante, ya que su presencia aumenta dramáticamente la calidad del paisaje para la fauna (Snow y Snow, 1988; Baudry *et al.,* 2000).

Análisis de la avifauna y establecimiento de especies focales

El muestreo sobre la avifauna del PNCM data de los años 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2012 y se tienen reportadas 261 especies en 96 transectos, realizados por los diferentes investigadores que han trabajado en esta área natural protegida (ANP). El presente trabajo analiza estadísticamente los datos de mayo del 2009 a agosto del 2010 en el que se reportaron 164 especies de aves en los 76 transectos realizados en los diferentes sitios de muestreos seleccionados en el PNCM (Anexo 20.1). Las especies focales seleccionadas de acuerdo a los criterios arriba mencionados para los diferentes tipos de vegetación fueron: para la vegetación árida: *Cardinalis sinuatus, Campylorhynchus brunneicapillus, Amphispiza bilineata* y *Toxostoma curvirostre*; para la vegetación semiárida o matorral submontano: *Baeolophus atricristatus, Polioptila caerulea, Cyanocorax yncas, Rhodothraupis celaeno y Arremonops rufivirgatus*; para la vegetación subhúmeda: *Aphelocoma ultramarina*, *Myioborus pictus, Piranga flava, Piranga ludoviciana* y *Piranga bidentata*; para la vegetación subhúmeda templada o bosque mesófilo: *Ptilogonys cinereus* y *Pipilo maculatus* y para la vegetación subhúmeda fría están *Colaptes auratus, Melanerpes formicivorus, Colaptes rubiginosus, Vireo huttoni* y *Psaltriparus minimus*. El análisis cluster agrupó las especies en cinco subgrupos: especies principalmente asociadas con los tipos de vegetación presentes en el área de estudio. La Tabla 20.2 muestra la correlación de las especies con las variables ambientales de las áreas de muestreo.

Análisis de uso de suelo y mapa ideal para las especies y densidades de aves agrupadas

Se decidió centrarse en los grupos de especies focales porque son elementos en peligro en el país (Fabbri, 1997) y porque tienen un papel ecológico importante en el mantenimiento de la biodiversidad (Hinsley y Bellamy, 2000). El PNCM tiene diferentes áreas de disponibilidad de hábitat baja, media y alta para las especies (aproximadamente el 30% de toda el ANP), pero su distribución no es uniforme. La región noroeste es la que tiene una mayor cantidad de áreas con la mejor calidad de hábitat disponible para las especies; la región norte, sureste y este presentan el mayor grado de desarrollo urbano y de actividades económicas y por lo tanto un hábitat disponible de calidad baja; por último hacia el sur, las condiciones climáticas son la causa de la baja calidad de hábitat disponible para las especies de aves.

Los transectos tienen un papel importante entre los

Tabla 20.2 Análisis de correlación para los grupos de especies de aves focales.

Grupo	Coeficiente de correlación y significancia (p)	% de Bosque	Distancia del Grupo Grande (25-50 m)	Distancia del Grupo medio (5-25 m)	Distancia del Grupo Pequeño(2-5 m)	% de Cultivos	Distancia del agua
1 Bosque	P	**0.120**	-0.088	-0.069	0.009	-0.113	0.017
		0.050*	0.160	0.271	0.882	0.071	0.790
2 Grupo Grande	P	**0.224**	**-0.290**	0.069	0.057	-0.052	-0.017
		0.000**	**0.050***	0.273	0.367	0.410	0.786
3 Grupo Medio	P	0.080	**-0.218**	**-0.245**	-0.082	0.069	-0.054
		0.203	**0.000****	**0.000****	0.193	0.272	0.389
4 Campo Abierto	P	**-0.296**	0.047	0.111	-0.079	**0.298**	-0.064
		0.000**	0.0454	0.076	0.209	**0.000****	0.311
5 Cuerpos de agua	P	**-0.244**	**-0.198**	-0.120	**-0.313**	0.102	**-0.303**
		0.000**	**0.001****	0.056	**0.000****	0.102	**0.000****

*(<0.05); **(<0.01). * Se muestra en negritas la correlación positiva.

elementos que incrementan la calidad de matriz del paisaje, por lo tanto, se incrementa la disponibilidad de hábitat para las especies focales, se estima que la anchura mínima del transecto con el objetivo de restaurar el hábitat en el PNCM es de 15 metros. Si la anchura en los transectos se incrementa, hay un incremento en la abundancia de las especies focales (Figura 20.3a). Con la Prueba de "U" de Mann-Whitney se confirma una diferencia significativa en la abundancia media de las especies focales entre áreas de transectos con densidades inferiores a 0.04 km^2/km^2 y áreas con altas densidades; también un umbral óptimo puede ser determinado "como una densidad más alta que 0.075 km^2/km^2" (Tabla 20.3)

Análisis de los transectos del PNCM

Al analizar el área del PNCM centrados en las especies focales encontradas en los 76 transectos realizados con una escala pequeña o local, el 10% está dominado por la vegetación árida, 10% por matorral submontano, 35% por vegetación subhúmeda, 3% por vegetación subhúmeda templada o bosque mesófilo y el 42% por vegetación subhúmeda fría. Las características estructurales de los transectos (anchura, cobertura de árboles y arbustos y densidad lateral) influyeron sobre la abundancia de las especies focales; la cual se incrementó conforme aumentó la anchura del transecto (Figura 20.3b), la cobertura de los árboles, arbustos y densidad lateral (Figuras 20.3c, 20.3d y 20.3e). La prueba de "U" de Mann-Whitney mostró diferencias significativas entre la abundancia media de las especies focales en los transectos con una anchura de menos de 15 metros y los otros más anchos de 15 metros y entre la cobertura arbórea, de matorral y la densidad lateral menor que cuatro y mayor que cuatro

20.4 DISCUSIÓN

El proceso de selección de las especies de aves focales del PNCM distinguió cinco grupos, cada uno característico de un tipo de vegetación presente en el ANP. Otros estudios (Tucker y Heath, 1994; Lefrane, 1995; Faivre y Ferry, 1997; Jarry, 1997) también muestran que las especies focales analizadas están fuertemente asociadas con el ambiente característico de los grupos encontrados. Nuestro mapa ideal, basado en el análisis de regresión múltiple, permite delinear las áreas más importantes para estas especies focales, además, permite identificar las áreas potenciales de restauración para mejorar la calidad del paisaje.

El análisis de la relación entre las especies de aves focales y los grupos de densidad, indica un objetivo de 0.04 km^2/km^2 de la red de densidad para el territorio completo del PNCM. Si se asume que 15 metros es la anchura optima, se obtiene una densidad óptima de 2.6 km de longitud. Este resultado es similar al encontrado por Lütz y Bastian (2002). Los parámetros operacionales para las especies focales de densidad media puede extrapolarse a la escala local de análisis, donde las especies focales abundantes en un transecto ancho de más de 15 metros son siempre más grandes que las abundancias medias encontradas en el PNCM. Esta anchura de transecto podría ser la mínima recomendada para una restauración en el ANP.

Los resultados de otros estudios en regiones diferentes (Hinsley y Bellamy, 2000; Fuller *et al.,* 2001), muestran que la proporción de densidad en los transectos y abundancia de las especies focales en el PNCM no parece un pico, más bien declina. Debido tal vez a que existen muy pocos transectos grandes en el área. Sin embargo, el criterio que se usó para encontrar una referencia de la anchura del transecto es consistente con el criterio que siguieron otros autores en otras áreas de estudio. Lo mismo es cierto para todas las demás

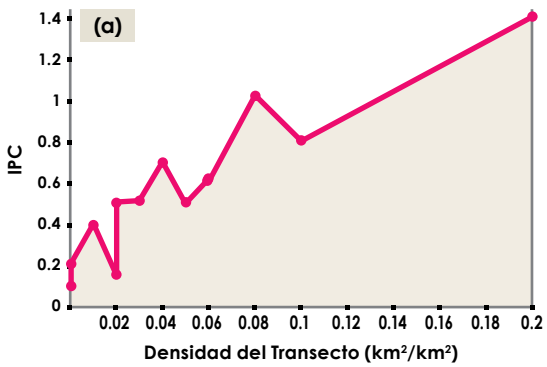
Tabla 20.3 Relaciones entre las características de los transectos y las especies de aves focales.

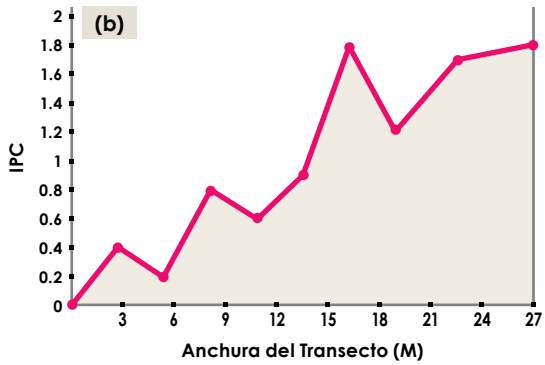
Característica estructural	Valor 1	Valor 2	N1	N2	"U" de Mann-Whitney	Significancia
Gran escala						
Densidad del Transecto	<0.04 km²/km²	Entre 0.04 y 0.075 km²/km²	212	159	0.000	0.000**
	Entre 0.04 y 0.075 km²/km²	>0.075 km²/km²	159	110	0.000	0.000**
Pequeña escala						
Anchura del transecto	<15 m	>15m	127	57	2371	0.000**
Cobertura arbórea	<50%	>50%	65	119	2877	0.001**
Cobertura del matorral	<50%	>50%	76	104	2723.5	0.000**
Densidad lateral	<50%	>50%	69	115	2707	0.000**

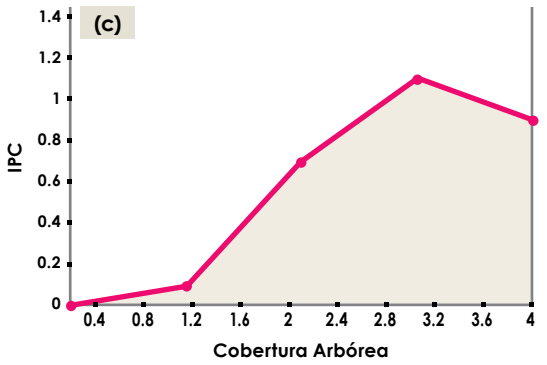
Se evaluó la abundancia de los transectos en dos escalas diferentes, La densidad esta expresada el área del transecto por el área de trabajo (km²/km²); la anchura esta en metros, la cobertura arbórea, de matorral y densidad lateral son evaluadas y se reportan como por ciento (0=0-10%; 1=11-25%; 2=26-50%; 3=51-75%: 4=76-100%). *(<0.05; **(<0.01).

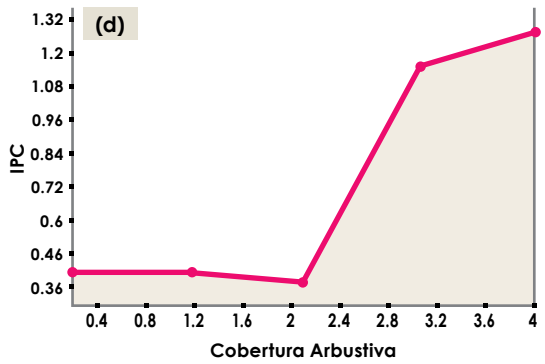
Figura 20.3 Resultados principales:
(a) la densidad del transecto a gran escala,
(b) anchura del transecto,
(c) cobertura arbórea,
(d) cobertura del matorral
(e) densidad lateral en una escala local.

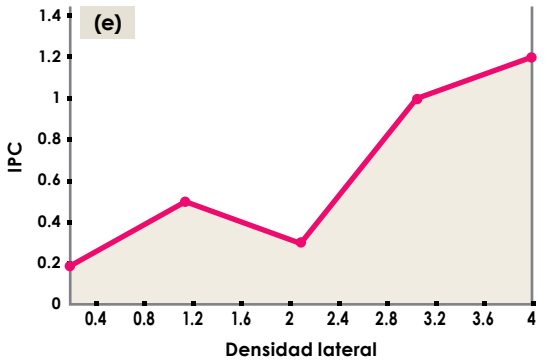
La línea punteada representa la abundancia media de las especies focales en el transecto (siempre expresada como el número de individuos/punto de conteo: **IPC**).











variables que hemos considerado. En una escala local, se observó que las características estructurales de los transectos de especies focales influyeron positivamente sobre la abundancia de otras especies (Padoa Schioppa, 2002). Al estudiar otros grupos de especies de aves también se ha encontrado que la anchura del transecto y la cobertura de los árboles y arbustos son los principales factores que contribuyen a incrementar la diversidad (Lasserre, 1982; Osborne, 1984; Parish *et al.,* 1994, 1995).

20.5 CONCLUSIONES

El análisis demuestra como el concepto de especie focal puede ser aplicado productivamente a muy diferentes escalas. Es un indicador muy adecuado que se puede aplicar al área de interés sobre la base de muestreos de la fauna. Donde otros grupos indicadores (especies vulnerables) se infieren sobre la base de muestreos nacionales o continentales y sus especies clave están asociadas a un sólo tipo de ecosistema. El análisis de especies focales ayuda a identificar complejos que necesitan protección o restauración en cada superficie de área.

El análisis de los grupos de especies es importante porque el área de conservación debe lograr mejorar el ecosistema más que por restauración del bosque original. El impacto humano en el área de estudio, la urbanización y la declinación de la población de ciertas especies de aves sugieren que se deben concentrar los esfuerzos de conservación sobre estos elementos que aumentarían la calidad del paisaje. Estas observaciones son similares a los resultados obtenidos en otros países. Un análisis de la disponibilidad de hábitat es el primer paso en un plan de conservación. Usando este método se pueden identificar elementos óptimos del hábitat que sean útiles para un plan de manejo y conservación en el PNCM.

Agradecimientos

El presente trabajo de investigación fue apoyado por la administración del PNCM durante el periodo 2007-2010; un agradecimiento especial al M.V.Z. Fernando Seriña Garza y al M.C. Sadot Edgardo Ortiz Hernández. A todos los revisores anónimos del presente manuscrito, quienes lo mejoraron grandemente con sus ideas.

20.6 LITERATURA CITADA

American Ornithologists Union. 1998. Check-list of North American Birds, 7th ed. American Ornithologists Union, Washington, D.C.

Baudry, J., R. G. H. Bunce y F. Burel. 2000. Hedgerows: an international perspective on their origin, function and management. J. Environ. Manage. 60: 7-22.

Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill y M. Simon. 1992. Bird Census Techniques 2nd. Edition. Academic Press. Great Britain. Pp. 302.

Bunce, R.G.H., C. J. Barr y H. A. Whittaker. 1981. An Integrated System of Land Classification. Annual Report Institute of Terrestrial Ecology, pp. 28–33.

Burrough, P. A. 1986. Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment. Monographs on Soil and Resources Survey No. 12 Oxford University Press, Oxford.

Bock, C.E. y Z. F. Jones. 2004. Avian habitat evaluation: should counting birds count? Front. Ecol. Environ. 2 (8): 403-410.

Carroll, C., R. F. Noss y P. C. Paquet. 2001. Carnivores as focal species for conservation planning in the Rocky Mountain region. Ecol. Appl. 11: 961-980.

CONANP. (En Prensa). Programa de conservación y manejo Parque Nacional Cumbres de Monterrey. México.

Contreras-Balderas, A. J.,J. I. González-Rojas, J. A. García-Salas, y I. Ruvalcaba-Ortega. 2008. Nuevo León. In: Ortiz-Pulido, R., A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva, O. Rojas-Soto, y A. T. Peterson (Eds.). Avifaunas Estatales de México. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 165-198.

Contreras-Balderas, A. J. 1978. Ornitofauna comparativa de 3 áreas fisiográficas del sur de Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias Biológicas, UANL, Pp. 41.

Contreras-Balderas, A. J. 1995. Las aves de Nuevo León, 37-54 pp. In: S. Contreras- Balderas., F. González-Saldivar, D. Lazcano-Villarreal y A. Contreras-Arquieta. Listado preliminar de la fauna silvestre del estado de Nuevo León, México. Consejo Consultivo Estatal para la Preservación y Fomento de la Flora y Fauna Silvestre de Nuevo León, México. Pp. 152.

Cotera-Correa, M. 2007. Aves del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. BK061 México D.F.

Cotera-Correa M. y A. J. Contreras-Balderas. 1985. Ornitofauna de un transecto ecológico del Cañón de la Boca, Santiago, Nuevo León, México. Publ. Biol. F.C.B., U.A.N.L., México 2 (1): 31-39.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2000. Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de parque nacional, la región conocida con el nombre de Cumbres de Monterrey, ubicada en los municipios de Allende, García, Montemorelos, Monterrey, Rayones, Santa Catarina, Santiago y San Pedro Garza García, Nuevo León. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 17 noviembre. 2000.

Ellenberg, H. 1974. Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobot. 9: 97.

Fabbri, P. 1997. Natura e cultura del paesaggio agrario. Citta`studi ed., Torino, Pp. 208.

Faivre, B. y C.Ferry. 1997. Melodiuos warbler. In: Hagemeijer, E.J. M. yM.J. Blair (Eds.). The EBCC Atlas of European Breending Birds: Their Distribution and Abundance. T & AD Poyser, London, Pp. 582-583.

Fuller, R.J., D. E. Chamberlain, N. H. K. Burton y S. J. Gough. 2001. Distribution of birds in lowland agricultural landscapes of England and Wales: How distinctive are bird communities of hedgerows and woodland? Agric. Ecosyst. Environ. 84: 79–92.

Gracia-Manzano, C. G. 1988. Ornitofauna de un transecto ecológico en el municipio de Santiago, Nuevo León. Tesis de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey Nuevo León, México. Pp. 83.

Guerrero-Torres, J. E. 1972. Estudio ornitofaunístico de un transecto ecológico del cañón de Meleros, centro de Nuevo León, México. Tesis de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. Pp. 130.

Haila, Y. 1985. Birds as a tool in reserve planning. Ornis Fennica 62: 96-100.

Hinsley, S.A. y P. E. Bellamy. 2000. The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: a review. J. Environ. Manage. 60: 33-49.

Hobbs, R.J. y R. Lambeck.2002. An integrated approach to landscape science and management. In: Liu, J. y W.W. Taylor (Eds.), Integrating Landscape Ecology into Natural resource Management. Cambridge University Press, Cambridge, Pp. 412-430.

Holling, C.S. 1978. Adaptive Environmental Assessment and Management. Wiley, New York.

Howell, S. N.G. y S. Webb.1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press Inc., New York. 851pp.

Jarry, G. 1997. Turtle dove. In: Hagemeijer, E.J.M., Blair, M.J. (Eds.), The EBCC Atlas of European Breending Birds: Their Distribution and Abundance. T & AD Poyser, London, Pp. 390-391.

Jongman, R.H.G., C. J. F. Ter Braak y O. F. R. Van Tongeren. 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University Press, Cambridge, UK, Pp. 299.

Kaufman, K. 2005. Guía de campo Kaufman a las aves de Norteamérica. Houghton Mifflin. New York. Pp. 391.

Keast, A. 1990. Biogeography and Ecology of Forest Bird Communities. SPB Academic.

Lambeck, R.J. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. Conserv. Biol. 11: 849-856.

Lambeck, R.J. 2002. Focal species and restoration ecology: response to Lindenmayer et al. Conserv. Biol. 16: 549-551.

Landolt, E. 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 64: 1-171.

Lasserre, P.A. 1982. Avifaune niche use et structure des haies. Conservation de la faune e Section de protection de la nature et des sites du canton de Vaud.

Lefranc, N. 1995. Decline and current status of the Lesser Grey Strike (Lanius minor) in western Europe. In:Reuven, Y. y F.E. Lohrer (Eds.). Shrikes (Laniidae) of the World: Biology and Conservation-Proceedings of the Western Foundation of Vertebrate Zoology 6: 93-97.

Lütz, M. y O. Bastian. 2002. Implementation of landscape planning and nature conservation in the agricultural landscape -a case study from Saxony agriculture. Ecosyst. Environ. 92: 159-170.

Massa, R., L. Bani, L. Bottoni y L. Fornasari. 1998. An evaluation of lowland reserve effectiveness for forest bird conservation. Biologia e Conservazione della Fauna 102: 270-277.

Massa, R., L. Bani, M. Baietto, L. Bottoni y E. Padoa-Schioppa. 2003. An ecological network for the Milano Region based on focal species. In: Jongman, R.H.G. y G. Pungetti (Eds.). Ecological Networks and Greenways. Cambridge University Press, UK, Pp. 188-199.

Meffe, G.K., L. A. Nielsen, R. L. Knight y D.A. Schenborn. 2002. Ecosystem Management: Adaptive, Community-Based Conservation. Island Press, Washington, DC, Pp. 313.

National Geographic Society. 2006. Field guide to the bird of North America, Fifth Edition, Washington, D.C. Pp. 503.

Noss, R.F., C. Carroll, K. Vance-Borland y G. Wuerthner. 2002. A multicriteria assessment of the irreplaceability and vulnerability of sites in the Greater Yellowstone ecosystem. Conserv. Biol. 16: 895-908.

Osborne, P. 1984. Bird numbers and habitat characteristics in farmland hedgerows. J. Appl. Ecol. 21: 63–82.

Padoa Schioppa, E. 2002. Ecologia del Paesaggio nel Parco Agricolo Sud Milano. Ph.D. Thesis. Universita` degli Studidi Milano.

Parish, T., K. H. Lakhani y T.H. Sparks. 1994. Modelling the relationship between bird population variables and hedgerow and other field margin attributes. I. Species richness of winter, summer and breeding birds. J. Appl. Ecol. 31: 764-775.

Parish, T., K. H. Lakhani y T. H.Sparks. 1995. Modelling the relationship between bird population variables and hedgerow and other field margin attributes. II. Abundance of individual species and of groups of similar species. J. Appl. Ecol. 32:362-371.

Petty, S.J. y M. I., Avery. 1990. Forest Bird Communities. Occasional Papers 26. Forestry Commission, Edimburgh.

Rivas-Casas, N. M. 2005. Estudio comparativo de la ornitofauna de tres zonas del parque ecológico Chipinque, A.C. Monterrey, Nuevo león, México, Tesis de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Pp. 57.

Schubert, R. 1991. Bioindikation in terrestrichen Ökosystem, 2 überarb. Auflage Gustav Fischer Verlag, Jena. Snow, B., Snow, D., 1988. Birds and Berries. T & AD Poyser, London, Pp. 268.

Snow, B. y D. Snow. 1988. Birds and Berries. T & AD Poyser, London, Pp. 268.

Sibley, A. D. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society, United States, Knopf, Inc., New York, USA. Pp. 554.

SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059--SEMARNAT-2001. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. México.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM–059–SEMARNAT–2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres – Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación 2a Sección, 30 de diciembre del 2010.

Tejeda-Tellez, A. G. 2004. Valoración económica de las aves del semidesierto mexicano en el municipio de Mina, Nuevo León, México. Tesis de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Pp. 87.

Tucker, G.M. y M. F. Heath. 1994. Birds in Europe. Their Conservation Status BirdLife International, Cambridge, UK, Pp. 464.

Valdés-Peña, R. A., S. G. Ortiz-Maciel y A. Núñez-Gonzali. 2009. Registros recientes de tres especies de aves en el estado de Nuevo León, México. Huitzil 10(1):3-6

Valdés-Peña, R. A., S. G. Ortiz-Maciel y D. Zorrilla-Vargas. 2010.Primer registro del zorzal corona-negra y registros adicionales del trepatroncos corona punteada y del mirlo pinto en el estado de Nuevo León, México. Huitzil 11(1):4-8

Valdez-Tamez, V., R. Foroughbakhch P. y J. de la Garza C. 2004. Criterios Fitogeográficos en la redelimitación del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Ciencia UANL 7: 29-34.

Van Horne, B. 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality. J. Wildlife Manage. 47(4): 893–901.

Wiens, J. A. 1989. Landscape interactions, scaling and ecosystem dynamics. In: Proceedings of the Fourth Annual Landscape Symposium, Colorado State University.

Anexo 20.1 Órdenes, familias, géneros, especies, nombre común en español y en inglés de las aves observadas en las zonas de la Huasteca, San Antonio de la Osamenta, Santiago/Allende y Santiago/Rayones en el PNCM de mayo 2009 a agosto del 2010. Simbología: **NC** Nombre científico **NE** Nombre común en español **NI** Nombre común en inglés.

NC	NE	NI
ANSERIFORMES / ANATIDAE / ANATINAE		
Aix sponsa	pato arcoiris	Wood duck
Anas platyrhynchos	pato golondrino	Mallard
Anas clypeata	pato cucharon	Northern Shoveler
GALLIFORMES / ODONTOPHORIDAE		
Callipepla squamata	codorniz escamosa	Scaled Quail
Colinus virginianus	codorniz cotui	Northern Bobwhite
PHASIANIDAE / MELEAGRIDINAE		
Meleagris gallopavo	guajolote norteño	Wild Turkey
GRUIFORMES / RALLIDAE		
Fulica americana	gallareta	American Coot
PELECANIFORMES / ARDEIDAE		
Butorides virescens	garceta verde	Green Heron
ACCIPITRIFORMES / CATHARTIDAE		
Coragyps atratus	zopilote común	Black Vulture
Cathartes aura	zopilote aura	Turkey Vulture
ACCIPITRIDAE /		
Elanus leucurus	milano cola-blanca	White-tailed Kite
Accipiter striatus	gavilán pecho-rufo	Sharp-shinned Hawk
Accipiter cooperii	gavilán de Cooper	Cooper's Hawk
Parabuteo unicinctus	aguililla de Harris	Harris´s Hawk
Buteo lineatus	aguililla pecho rojo	Red-shouldered Hawk
Buteogallus anthracinus	aguililla-negra menor	Common Black- Hawk
Buteo brachyurus	aguililla cola-corta	Short-tailed Hawk
Buteo swainsoni	aguililla de Swainson	Swainson's Hawk
Buteo albonotatus	aguililla aura	Zone-tailed Hawk
Buteo jamaicensis	aguililla cola-roja	Red-tailed Hawk
FALCONIFORMES / FALCONIDAE		
Falco sparverius	cernícalo americano	American Kestrel
Falco peregrinus	halcón peregrino	Peregrine Falcon
SCOLOPACIDAE / SCOLOPACINAE		
Actitis macularius	playero alzacolita	Spotted Sandpiper
COLUMBIFORMES / COLUMBIDAE		
Patagioenas flavirostris	paloma morada	Red-billed Pigeon
Patagioenas fasciata	paloma de collar	Band-tailed Pigeon
Zenaida asiatica	paloma alablanca	White-winged Dove
Zenaida macroura	paloma huilota	Mourning Dove
Streptopelia decaocto	paloma turca	Eurasian Collared-Dove
Columbina inca	tórtola colalarga	Inca Dove
Columbina passerina	tórtola coquita	Common Ground-Dove
Leptotila verreauxi	paloma arroyera	White-tipped Dove

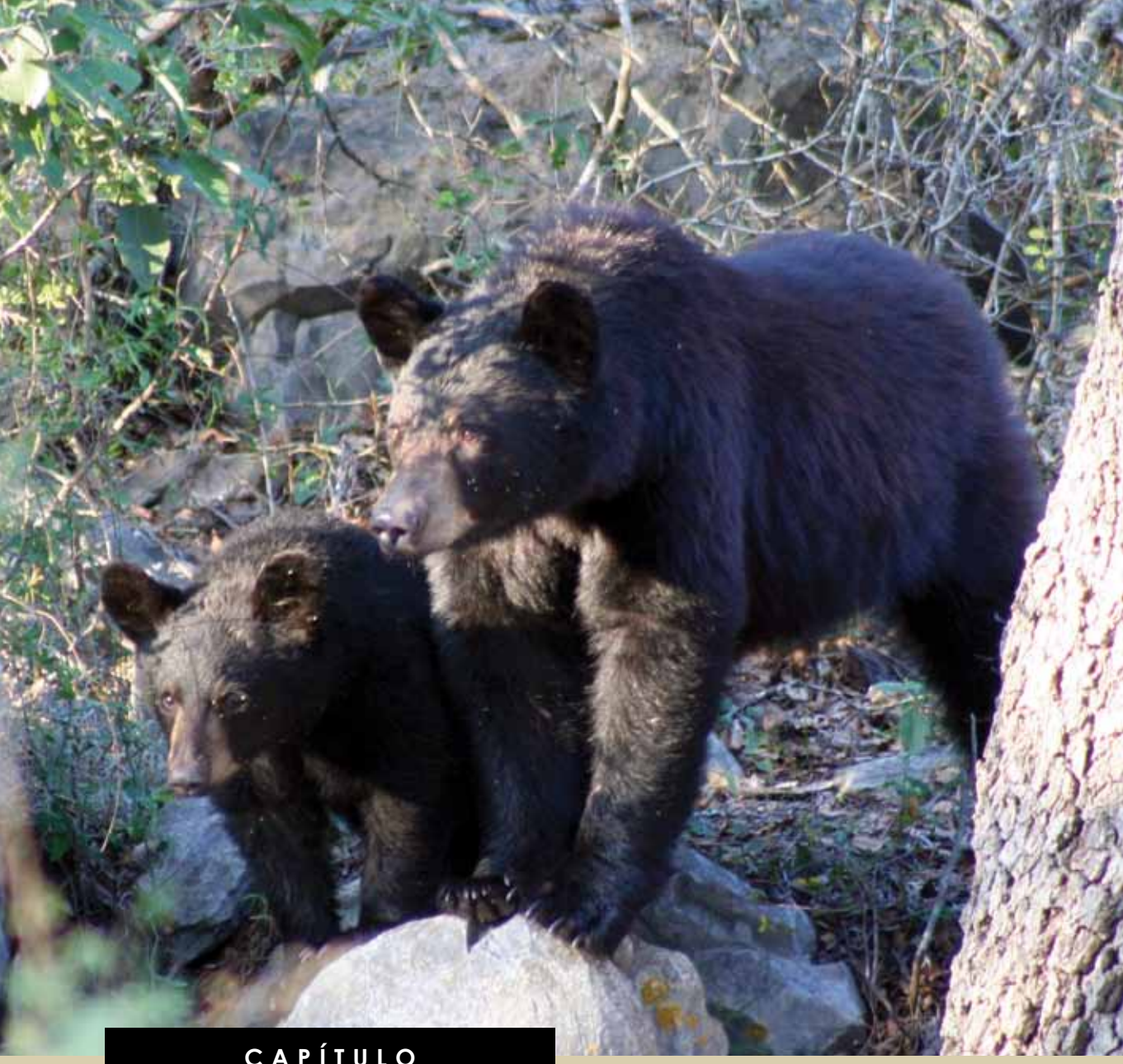
NC	NE	NI
PSITTACIFORMES / PSITTACIDAE / ARINAE		
Rhynchopsitta terrisi	cotorra-serrana oriental	Maroon-fronted Parrot
CUCULIFORMES / CUCULIDAE		
Geococcyx californianus	correcaminos norteño	Greater Roadrunner
STRIGIFORMES / STRIGIDAE		
Otus flammeolus	tecolote ojo obscuro	Flammulated Owl
Megascops asio	tecolote oriental	Eastern Screech-Owl
Bubo virginianus	búho cornudo	Great Horned Owl
Glaucidium gnoma	tecolote serrano	Northern Pygmy-Owl
Micrathene whitneyi	tecolote enano	Elf Owl
CAPRIMULGIFORMES / CAPRIMULGIDAE / CAPRIMULGINAE		
Phalaenoptilus nuttallii	tapacamino tevii	Common Poorwill
APODIFORMES / APODIDAE / APODINAE		
Aeronautes saxatalis	vencejo pecho blanco	White-throated Swift
TROCHILIDAE / TRACHILINAE		
Cynanthus latirostris	colibrí pico ancho	Broad-billed Hummingbird
Hylocharis leucotis	zafiro oreja blanca	White-eared Hummingbird
Amazilia yucatanensis	colibrí yucateco	Buff-bellied Hummingbird
Lampornis clemenciae	colibrí garganta azul	Blue-throated Hummingbird
Eugenes fulgens	colibrí magnífico	Magnificent Hummingbird
Calothorax lucifer	colibrí lucifer	Lucifer Hummingbird
Archilochus alexandri	colibrí barba negra	Black-chinned Hummingbird
Selasphorus platycercus	zumbador cola ancha	Broad-tailed Hummingbird
TROGONIFORMES / TROGONIDAE		
Trogon elegans	trogón elegante	Elegant Trogon
CORACIIFORMES / ALCEDINIDAE / CERYLINAE		
Megaceryle torquata	martín-pescador de collar	Ringed Kingfisher
Chloroceryle americana	martín-pescador verde	Green Kingfisher
PICIFORMES / PICIDAE / PICINAE		
Melanerpes formicivorus	carpintero bellotero	Acorn Woodpecker
Melanerpes aurifrons	carpintero cheje	Golden-fronted Woodpecker
Sphyrapicus varius	carpintero chupasavia maculado	Yellow-bellied Supsucker
Picoides scalaris	carpintero mexicano	Ladder-backed Woodpecker
Picoides villosus	carpintero velloso mayor	Hairy Woodpecker
Colaptes rubiginosus	carpintero oliváceo	Golden-olive Woodpecker
Colaptes auratus	carpintero de pechera	Northern Flicker
PASSERIFORMES / TYRANNIDAE / FLUVICOLINAE		
Contopus pertinax	pibí tengo frío	Greater Pewee
Contopus sordidulus	pibí occidental	Western Wood-Pewee
Empidonax oberholseri	mosquero oscuro	Dusky Flycatcher
Empidonax fulvifrons	mosquero pecho leonado	Buff-breasted Flycatcher
Sayornis nigricans	papamoscas negro	Black Phoebe
Sayornis phoebe	papamoscas fibi	Eastern Phoebe
Sayornis saya	papamoscas llanero	Say's Phoebe
Pyrocephalus rubinus	mosquero cardenal	Vermilion Flycatcher
TYRANNINAE		
Myiarchus tuberculifer	papamoscas triste	Dusky-capped Flycatcher
Myiarchus cinerascens	papamoscas cenizo	Ash-throated Flycatcher
Pitangus sulphuratus	luis bienteveo	Great Kiskadee
Myiodynastes luteiventris	papamoscas atigrado	Sulphur-bellied Flycatcher
Tyrannus couchii	tirano silbador	Couch's Kingbird
LANIIDAE		
Lanius ludovicianus	alcaudón verdugo	Loggerhead Shrike
VIREONIDAE		
Vireo solitarius	vireo anteojillo	Blue-headed Vireo
Vireo huttoni	vireo reyezuelo	Hutton's Vireo
CORVIDAE		
Psilorhinus morio	chara papán	Brown Jay
Cyanocorax yncas	chara verde	Green Jay
Aphelocoma ultramarina	chara pecho gris	Mexican Jay
Corvus cryptoleucus	cuervo llanero	Chihuahuan Raven
Corvus corax	cuervo común	Common Raven
HIRUNDINIDAE / HIRUNDININAE		
Tachycineta bicolor	golondrina bicolor	Tree Swallow
Hirundo rustica	golondrina tijereta	Barn Swallow
PARIDAE		
Poecile sclateri	carbonero mexicano	Mexican Chickadee
Baeolophus wollweberi	carbonero embridado	Bridled Titmouse
Baeolophus atricristatus	carbonero de cresta negra	Black-crested Titmouse
REMIZIDAE		
Auriparus flaviceps	baloncillo	Verdin

NC	NE	NI
AEGITHALIDAE		
Psaltriparus minimus	sastrecillo	Bushtit
SITTIDAE / SITTINAE		
Sitta carolinensis	sita pecho blanco	White-breasted Nuthatch
Sitta pygmaea	sita enana	Pygmy Nuthatch
CERTHIIDAE / CERTHIINAE		
Certhia americana	trepador americano	Brown Creeper
TROGLODYTIDAE		
Campylorhynchus brunneicapillus	matraca del desierto	Cactus Wren
Salpinctes obsoletus	chivirín saltaroca	Rock Wren
Catherpes mexicanus	chivirín barranqueño	Canyon Wren
Thryomanes bewickii	chivirín cola oscura	Bewick's Wren
Troglodytes aedon	chivirín saltapared	House Wren
POLIOPTILIDAE		
Polioptila caerulea	perlita azul-gris	Blue-gray Gnatcatcher
Polioptila melanura	perlita del desierto	Black-tailed Gnatcatcher
REGULIDAE		
Regulus calendula	reyezuelo de corona roja	Ruby-crowned Kinglet
TURDIDAE		
Sialia sialis	azulejo garganta canela	Eastern Bluebird
Sialia mexicana	azulejo garganta azul	Western Bluebird
Myadestes townsendi	clarín norteño	Townsend's Solitaire
Myadestes accidentalis	clarín norteño	Brown-backed Solitaire
Myadestes occidentalis	clarín jilguero	Brown-backed Solitaire
Catharus ustulatus	zorzal de Swainson	Swainson´s Thrush
Catharus guttatus	zorzal cola rufa	Hermit Thrush
Turdus grayi	mirlo pardo	Clay-colored Thrush
Turdus migratorius	mirlo primavera	American Robin
MIMIDAE		
Mimus polyglottos	centzontle norteño	Northern Mockingbird
Toxostoma longirostre	cuitlacoche pico largo	Long-billed Thrasher
Toxostoma curvirostre	cuitlacoche pico curvo	Curve-billed Thrasher
Toxostoma crissale	cuitlacoche crisal	Crissal Thrasher
BOMBYCILLIDAE		
Bombycilla cedrorum	chinito	Cedar Waxwing

NC	NE	NI
PTILOGONATIDAE		
Ptilogonys cinereus	capulinero gris	Gray-Silky Flycatcher
Phainopepla nitens	capulinero negro	Phainopepla
PEUCEDRAMIDAE		
Peucedramus taeniatus	ocotero enmascarado	Olive Warbler
PARULIDAE		
Oreothlypis celata	chipe cornona naranja	Orange-crowned Warbler
Oreothlypis crissalis	chipe crisal	Colima Warbler
Oreothlypis superciliosa	parula ceja blanca	Crescent-chested Warbler
Setophaga americana	parula norteña	Northern Parula
Setophaga pitiayumi	parula tropical	Tropical Parula
Setophaga petechia	chipe amarillo	Yellow Warbler
Setophaga coronata	chipe coronado	Yellow-rumped Warbler
Setophaga chrysoparia	chipe mejilla dorada	Golden-cheeked Warbler
Setophaga virens	chipe dorso verde	Black-throated Green Warbler
Setophaga townsendi	chipe negro-amarillo	Townsend's Warbler
Setophaga pinus	chipe pinero	Pine Warbler
Mniotilta varia	chipe trepador	Black-and-white Warbler
Cardellina pusilla	chipe corona negra	Wilson's Warbler
Myioborus pictus	chipe ala blanca	Painted Redstart
Basileuterus rufifrons	chipe gorra rufa	Rufous-capped Warbler
THRAUPIDAE		
Euphonia elegantissima	eufonia capucha azul	Elegant Euphonia
EMBERIZIDAE		
Arremonops rufivirgatus	rascador oliváceo	Olive Sparrow
Pipilo maculatus	toquí pinto	Spotted Towhee
Atlapetes pileatus	atlapetes gorra rufa	Rufous-capped Brush-Finch
Aimophila ruficeps	zacatonero corona rufa	Rufous-crowned Sparrow
Melozone fusca	toquí pardo	Canyon Towhee
Peucaea botterii	zacatonero de Botteri	Botteri's Sparrow
Spizella passerina	gorrión ceja blanca	Chipping Sparrow
Spizella pallida	gorrión pálido	Clay-colored Sparrow
Spizella atrogularis	gorrión barba negra	Black-chinned Sparrow
Pooecetes gramineus	gorrión cola blanca	Vesper Sparrow

NC	NE	NI
Amphispiza bilineata	zacatonero garganta negra	Black-throated Sparrow
Melospiza lincolnii	gorrión de Lincoln	Lincoln's Sparrow
Junco phaeonotus	junco ojo de lumbre	Yellow-eyed Junco
	CARDINALIDAE	
Piranga flava	tángara encinera	Hepatic Tanager
Piranga ludoviciana	tángara capucha roja	Western Tanager
Piranga bidentata	tángara dorso rayado	Flame-colored Tanager
Rhodothraupis celaeno	picogordo cuello rojo	Crimson-collared Grosbeak
Cardinalis cardinalis	cardenal rojo	Northern Cardinal
Cardinalis sinuatus	cardenal pardo	Pyrrhuloxia
Pheucticus melanocephalus	picogordo tigrillo	Black-headed Grosbeak
Passerina caerulea	picogordo azul	Blue Grosbeak
Passerina cyanea	colorín azul	Indigo Bunting
Passerina versicolor	colorín morado	Varied Bunting
Passerina ciris	colorín sietecolores	Painted Bunting

NC	NE	NI
	ICTERIDAE	
Quiscalus mexicanus	zanate mexicano	Great-tailed Grackle
Molothrus aeneus	tordo ojo rojo	Bronzed Cowbird
Molothrus ater Cowbird	tordo cabeza cafe	Brown-headed
Icterus cucullatus	bolsero encapuchado	Hooded Oriole
Icterus graduacauda	bolsero cabeza negra	Audubon's Oriole
Icterus parisorum	bolsero tunero	Scott's Oriole
	CARDUELINAE	
Carpodacus mexicanus	pinzón mexicano	House Finch
Spinus psaltria	jilguero dominico	Lesser Goldfinch
Spinus tristis	jilguero canario	American Goldfinch
	PASSERIDAE	
Passer domesticus	gorrión casero	House Sparrow



CAPÍTULO

21

MAMÍFEROS

Fernando González S.[1], José Uvalle S.[1], José Avendaño[2] y Antonio Niño R.[3]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Forestales

Carretera Nacional km 145, CP 67700,
AP 41. Linares, N.L.

[2]Consultor Independiente

[3]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas

fer1960_08_10@hotmail.com

González-Saldivar, F., J. Uvalle-Sauceda, J. Avendaño y A. Niño-Ramírez, 2013. Mamíferos, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 237-251.

Mamíferos

Fernando González S., José Uvalle S., José Avendaño y Antonio Niño R.

21.1 INTRODUCCION

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) es un área requerida por un número creciente de investigadores y visitantes, nacionales y extranjeros, ya que posee parajes naturales como cañadas, grutas, cascadas, de condiciones templadas de montaña y de semidesérticas, reconocidos como ideales para la práctica del turismo de aventura, condición que se ve favorecida por la disponibilidad de vías de comunicaciones terrestres y aéreas. Sin embargo, su principal importancia, radica en proveer servicios ambientales a la sociedad y, en particular, a los más de cuatro millones de habitantes del Área Metropolitana de Monterrey (AMM).

México ocupa el segundo lugar en riqueza de especies y endemismos para la flora fanerogámica con unas 3,600 especies endémicas y el primer lugar para endemismos de avifauna (Toledo, 1988). El PNCM, alberga una rica biodiversidad, entre la que destaca la segunda mayor concentración de especies de pinos y encinos del país y contribuye con endemismos de ambos grupos. El noreste de México se ha caracterizado por su desarrollo económico, con dominancia de la actividad industrial, lo que ha derivado en un dinámico cambio de uso de suelo que, aunado al aprovechamiento irracional de los recursos forestales, han modificado los ciclos hidrológicos, el reabastecimiento de los mantos acuíferos, el hábitat natural de la fauna silvestre y ha aumentado la pérdida de suelo por erosión.

Esto ha ocasionado un aumento de temperatura ambiental, mayor tasa de evaporación, baja precipitación pluvial y, por lo tanto, disminución del aporte de agua al subsuelo y a las corrientes superficiales. El agua es el más importante servicio ambiental que proporciona el PNCM, por lo que la falta de dotación del líquido significaría cambios dramáticos en el bienestar de los habitantes del AMM. Además, de considerarla como región terrestre prioritaria y como una isla biogeográfica, la CONABIO lo considera como un área de alto valor para la conservación, ya que se presentan zonas alternadas de bosques de pino y chaparral en buen estado de conservación; también le asigna una categoría alta en su función como corredor biológico ya que une áreas de bosques templados con áreas más secas al norte. Además, que actúa como un límite de distribución de hábitats pues representa una barrera orográfica natural hacia ambientes interiores más secos.

Sus funciones en la producción de servicios ambientales son fundamentales, ya que el 50% del agua que abastece a AMM, es captada en el PNCM. Por lo anterior, es imprescindible prestar atención a este macizo montañoso, el cual brinda un escenario espectacular por sus paisajes y permite disfrutar de los elementos vitales para la existencia.

El 28 de abril de 1937, se declararon inafectables en materia de dotaciones y restituciones ejidales a los Parques Nacionales. Mediante Decreto del Presidente Lázaro Cárdenas y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre 1939, se declaró como Área Natural Protegida (ANP), con el carácter de Parque Nacional, a la región conocida como Cumbres de Monterrey, en los municipios de San Pedro Garza García, Monterrey, Santa Catarina, porciones de García, Escobedo, San Nicolás de los Garza, Apodaca, Guadalupe, Santiago y Allende. Los objetivos de dicho decreto fueron: mantener el equilibrio hídrico de la región, a través de la cubierta de vegetación; evitar la erosión en los terrenos en declive y los cambios climáticos de la zona; controlar los riesgos de inundaciones del río Santa Catarina por los derrumbes en las laderas de las montañas circunvecinas y conservar los recursos naturales del ANP. No obstante, la claridad del decreto y su amplio apoyo jurídico, continuaron las presiones para disponer de tierras y recursos contenidos en los nuevos linderos del PNCM.

El PNCM tiene una extensión de 177,396 ha, se localiza en el oeste-centro del estado de Nuevo León, en colindancia con el estado de Coahuila (Figura 21.1), forma parte de la cuenca hidrográfica del Río Bravo y entre sus características sobresalientes se encuentran las comunidades vegetales de mayor valor ecológico del estado de Nuevo León, como lo son el bosque de coníferas y latifoliadas, los chaparrales, el matorral desértico rosetófilo, el matorral submontano y el bosque de galería, con al menos 1,368 especies de flora y fauna, de las cuales 73 son consideradas en algún estatus de riesgo de conservación (SEMARNAT, 2010).

El PNCM se encuentra ubicado en el estado de Nuevo León e incluye territorios de ocho municipios: Allende, García, Montemorelos, Monterrey, Rayones,

Santa Catarina (con localidades como La Huasteca), Santiago (Potrero Redondo, El Manzano, Laguna-de Sánchez y El Cercado) y San Pedro Garza García (La Sierra de Chipinque). Con una superficie total de 177,395-95-45.98 ha. Cabe señalar que ningún municipio se encuentra en su totalidad dentro de esta ANP (Figura 21.1).

El PNCM se localiza en el noreste de la Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental, la cual limita al sur con el Cinturón Volcánico Mexicano, al norte con la Región del Big Bend, Estados Unidos de América, al este con la Plataforma Burro Picachos y la Cuenca Tampico-Misantla y al Oeste con el Altiplano Mexicano (INEGI, 1986; López-Ramos, 1982).

La Sierra Madre Oriental, es un conjunto de sierras menores de estratos plegados en las que el plegamiento se manifiesta de múltiples maneras, pero su forma más notable es la que produce una topografía de fuertes ondulados paralelos. Las crestas reciben el nombre de anticlinales y los senos de sinclinales.

Asimismo, en el área se encuentran condiciones variables de topografía, pendientes y orientación de laderas, las cuales tienen efectos importantes en la distribución de la vegetación. El rango de elevación dentro del área de estudio va desde los 600 hasta los 3,400 msnm. El flexionamiento de las rocas en las crestas las estira y las fractura, haciéndolas más susceptibles a los procesos erosivos. Es por ello que en su estado actual de desarrollo, son comunes en esta sierra las estructuras constituidas por dos flancos residuales de un anticlinal, con un valle al centro. Los plegamientos de la zona marginal de la unidad central anterior fueron menos enérgicos, de manera que los anticlinales son sencillos, con pliegues sin complicaciones, a excepción de fallas de desplazamiento con poco corrimiento como en la Sierra de Papagayos, localizada al este del PNCM. Los flancos de estas unidades son tendidos de 5 a 25 grados y de poca longitud y extensión (López-Ramos, 1982).

Las pendientes en el PNCM son variables en extremo, encontrándose valores de 0 a 1% en las zonas más planas, hasta valores de más de 170% en ciertas partes escarpadas de la sierra, donde los sedimentos marinos se encuentran en posición vertical.

Las condiciones de elevación, pendientes y orientación en la porción que corresponde al PNCM, origina un efecto de sombra de lluvia, debido al patrón general de vientos en la región. Esta combinación de factores da origen al establecimiento de masas forestales en las laderas norte y noreste de la Sierra Madre y el Cerro de las Mitras, así como en toda la sierra del Cerro de la Silla.

La Sierra Madre Oriental está compuesta por una gran serie de rocas sedimentarias que varían en edad

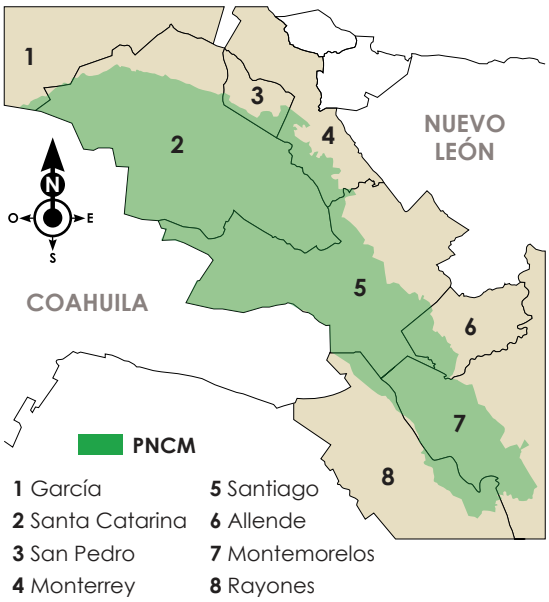


Figura 21.1 Localización del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (Mapa tomado de CONANP (En Prensa).

desde el Triásico hasta el Terciario, las cuales fueron depositadas sobre un basamento Paleozoico y Precámbrico. Por su litología, las rocas sedimentarias consisten de calizas, margas, areniscas, lutitas, fosforitas, rocas evaporíticas (yeso, anhidrita, halita), travertino y conglomerados (ITESM, 1994) con formación de aluvión que puede observarse sobre todo en los alrededores de las localidades de El Rincón, El Tecojote y El Pinal.

Las rocas más antiguas reportadas en el PNCM son del Jurásico, consisten de una secuencia evaporítica constituida por anhidrita, yeso y halita, con intercalaciones de calizas, lutitas y areniscas. Este tipo de rocas afloran en el Anticlinal de los Muertos, en el Cañón de la Huasteca, como pequeñas intrusiones en calizas de la Formación Zuloaga (Michalzik, 1988; Chávez-Cabello, 1996). Por otra parte, Medina-Barrera (1996) ha reportado los yesos de la Formación Minas Viejas en contacto con la Formación Méndez del Cretácico Superior, en el área de Rayones, N.L.

Las rocas del Terciario están representadas por brechas sedimentarias cementadas por carbonato de calcio, además de brechas tectónicas, terrazas de sedimentos fluviales, sedimentos de talud o abanicos aluviales constituidos por coluvión, derrubio, proluvión, sedimentos fluviales recientes y caliche.

En el PNCM se localizan suelos de tipo semiárido, asociados con vegetación desértica, donde la evapotranspiración es mayor que la precipitación pluvial y

el agua no alcanza a percolar a través de todo el perfil del suelo. La mayor parte de los suelos son poco profundos y de texturas gruesas y en ocasiones presentan subsuelos duros o poco permeables. Los suelos que cubren áreas mayores a 1,000 hectáreas son: litosol, rendzina, regosol, feozem, castañozem, xerosol, luvisol y fluvisol (ITESM, 1994). Todos ellos pueden estar sujetos a desertificación y a la pérdida por erosión, tanto eólica como hídrica.

Los suelos de la zona norte del PNCM, dentro del municipio de Santa Catarina, son típicos de las regiones semiáridas, como los litosoles en combinación con rendzinas, fluvisoles y feozem y se asocian con vegetación desértica. Esto expresa que el régimen climático donde se han formado, se caracteriza por una evapotranspiración mayor a la precipitación pluvial y por lo tanto, el agua no alcanza a percolar a través de todo el perfil del suelo, de manera que el agua aprovechable por las plantas es mínima y por períodos cortos, a excepción de los sitios que se encuentran bajo riego, en su mayoría agrícolas.

Por otra parte, las condiciones naturales y el uso dado a los suelos de la planicie, propician una concentración excesiva de sales que culmina en la formación de horizontes salinos; además, estos suelos presentan en su perfil carbonatos de calcio, con lo cual se forma en algunos de ellos, horizontes cálcicos y petrocálcicos (INEGI, 1977).

La humedad, condicionada por los patrones generales de clima, juega un papel importante en la distribución de la vegetación. Este fenómeno crea un efecto de aridez en las vertientes de sotavento, lo cual refleja un cambio dramático en la fisonomía de la vegetación y en su riqueza florística.

A medida que decrecen la humedad y la temperatura, se promueve el establecimiento de comunidades mesotérmicas como los bosques de latifoliadas y de coníferas que coronan las elevaciones de la Sierra. La talla y vigor de la vegetación primaria está determinada por la cantidad de agua disponible, reflejada en una variedad de formas, baja altura de los árboles (conocido como chaparral), hasta las asociaciones de matorrales xerófilos, de las zonas más secas.

Existen en las planicies y en los taludes medios e inferiores, suelos delgados y poco desarrollados como los litosoles, rendzinas y regosoles de las cadenas montañosas, que dan origen a matorrales con características arbustivas como el chaparro prieto (*Acacia rigidula*) y el cenizo (*Leucophyllum frutescens*).

Matorrales: Los grupos de matorrales están representados por comunidades donde las especies predominantes muestran la forma de vida arbustiva. Se reconocen varios tipos de vegetación, conforme el biotipo predominante de sus elementos, como los matorrales desérticos rosetófilos, matorrales desérticos micrófilos y matorrales submontanos. Los matorrales desérticos se localizan al noroeste, condicionados además por la salinidad y la profundidad del suelo.

Bosques: Los bosques se caracterizan por la predominancia de especies de afinidad templada hacia las partes más altas y desprotegidas, mientras que en las zonas de cañadas o áreas más protegidas se entremezclan con elementos tropicales típicos (Rzedowski, 1981). Los principales tipos de bosques encontrados en el PNCM son: bosques de pino piñonero, bosques de pino, bosque mixto de pino-encino, bosques de encinos, bosque de encinos (chaparral), bosque en galería, vegetación riparia y pastizales.

21.2 MASTOZOOLOGÍA EN EL PNCM

En 1901, Allen publicó su estudio sobre los tlacuaches (*Didelphis virginiana californica*), registrándolos por primera vez para el estado de Nuevo León, basándose en cuatro ejemplares colectados en el municipio de Monterrey. Los primeros registros para Nuevo León sobre el género *Peromyscus*, los realizó Osgood (1909), quien registró seis especies, *P. maniculatus blandus*, de Doctor Arroyo; *P. leucopus texanus*, del municipio de Santa Catarina, *P. eremicus phaeurus* y *P. pectoralis collinus*, también de Santa Catarina, además de otras dos especies para el sur de Nuevo León. Goldman (1910), publicó el primer registro de la rata magueyera (*Neotoma albigula subsolana*), en Santa Catarina, N.L., además, en el año de 1911, este mismo autor reporta una revisión de ejemplares de la familia Heteromidae, encontrando a *Liomys irroratus alleni* (ratón de bolsas), para Monterrey y el Cerro de la Silla y a *L. i. texensis* para el municipio de Montemorelos.

Howell en 1938, describió dos nuevos registros de ardillas terrestres mexicanas del género *Spermophilus,* siendo registrada para los municipios de Pesquerías y Santa Catarina *Spermophilus mexicana parvidens*. Para el año 1942, Goldman publicó en sus notas un registro del *Nasua nasua molaris* (coatí), colectado en las inmediaciones del Cerro de la Silla, y en ese mismo año, Davis realizó una observación de *Mustela frenata frenata*, (comadreja), en el mismo lugar. Davis, en el año de 1944 reporta una nueva subespecie de murciélago de la familia vespertilionidae, el *Nycticeius humeralis mexicanus*, el cual fue colectado en el municipio de Montemorelos; además de otras especies como la *Mustela frenata* (comadreja), *Oryzomis couesi aquaticus* (rata de los pantanos) y *Mus musculus* (ratón casero), colectadas en Allende y Montemorelos, N.L.

En el año de 1950, Goldman, quien realizó un estudio de mamíferos de Norteamérica, mencionó al *Procyon lotor fuscipes* (mapache), el cual fue colectado y estudiado en el municipio de Monterrey, N.L. Para

el año de 1956, el Mastozoologo mexicano Bernardo Villa, realizó un estudio poblacional del *Tadarida brasiliensis mexicana* en la cueva Rincón de la Virgen, en el municipio de García, N.L. donde reportó una población de más de 10,000 individuos de esa especie; Hall y Kelson, en el año de 1959, publicaron su obra de dos tomos sobre los mamíferos de Norteamérica en la que mencionan un buen número de las diferentes especies y subespecies de Nuevo León y de las diferentes colectas que se han realizado dentro del PNCM, incluyendo los años y municipios que abarca. Para el año de 1959, Handley en sus colectas para la parte montañosa del municipio de Monterrey, reportó dos géneros de murciélagos; pero en ese mismo año se publicó la primera obra sobre la Fauna Silvestre de México, editada por Leopold, donde se reportan y se da la situación que guardan la mayoría de los mamíferos cinegéticos del país, incluyendo el estado de Nuevo León; en esta obra se incluyen las distribuciones del Jaguar (*Panthera onca*) y el oso negro (*Ursus americanus*), los cuales incluyen el PNCM.

Carter y colaboradores, para el año de 1960, reportaron una colecta realizada en la cueva La Boca, del municipio de Santiago, reportando murciélagos de las especies: *Tadarida brasiliensis mexicana* y *Natalus stramineus saturatus*. Alvares (1961a y 1961b), realizó varias colectas en los alrededores del municipio de Monterrey y el Cerro de La Silla, donde colectó ejemplares de *Peromyscus boylii ambiguus* (ratón de los arbustos) y *Dipodomys merriami ambiguus* (rata canguro). Jiménez (1961), en su Tesis de Licenciatura sobre la contribución al conocimiento de la rabia de murciélagos de México, realizó colectas en varios estados de la república mexicana, incluyendo Nuevo León, y en específico cuevas dentro del PNCM, de los municipios de Monterrey, García, Santa Catarina y Santiago, reportando a *Mormoops megalophylla*, *Desmodus rotundus* y *Tadarida brasiliensis mexicana*.

En su publicación de los murciélagos de Mesoamérica, Carter *et al.* (1966), dieron a conocer el registro de *Idionycteris phyllotis* (murciélago de orejas grandes), colectado en Santa Catarina, N.L. Jiménez (1968), reportó 103 taxa de mamíferos para N.L., colectados en 61 localidades, algunas de ellas dentro del PNCM; reportando 10 nuevos registros de murciélagos, entre los que se pueden mencionar: el *Pteronotus davyi fulvus* (murciélago de espalda desnuda), *Dermanura tolteca tolteca* (murciélago frugívoro), *Lasiurus intermedius intermedius* (murciélago amarillo del norte), *Myotis californicus mexicanus* (murciélago de California), *Taradida macrotis* y *T. femorosacca* (murciélagos coludos), todos ellos colectados en Santiago y Monterrey, N.L.

Para 1974, Contreras, en su Tesis de Licenciatura sobre los mamíferos del Cerro el Durazno, en García, N.L., realizó el registro de un total de 14 especies de mamíferos para esa zona. Díaz en 1977, en su Tesis de Licenciatura mencionó a *Tadarida brasiliensis mexicana* en la cueva del Tío Bartolo en Santa Catarina, N.L. Hoffmeister (1977) trabajó en el norte de México y realizó el registro de *Cryptotis parva berrlandieri* (musaraña), colectada en el municipio de Monterrey, N.L.

En 1981, Carrillo en su Tesis de Licenciatura, desarrolló un estudios sobre los aspectos ecológicos, de comportamiento y alimentación del *Ursus americanus eremicus* (oso negro), en la Sierra Madre Oriental, donde algunos puntos de observación se encuentran dentro del PNCM. Palomo (1987), en su Tesis de Licenciatura realizó estudios sobre aspectos biológicos, ecológicos y de ectoparasitismo del *Nasua nasua molaris* (coatí), en el municipio de Santiago, N.L., al igual que Mercado, en el año de 1985, realizó su Tesis de Licenciatura sobre aspectos ecológicos de la *Sciurus alleni* (ardilla arbórea), en el mismo municipio. Moreno en su Tesis de Licenciatura publicada en 1987, registró un total de 49 especies de mamíferos para el Cañón del Huajuco, Santiago, N.L. y Mercado en 1988 en su Tesis de Maestría, obtuvo la influencia de la estructura del hábitat en la abundancia de *Peromyscus boylii ambiguus*, además, de colectar al *Reithrodontomys megalotis saturatus* (ratón campestre occidental) en el año de 1990 para la Sierra Mauricio en Santiago N.L. González y Moreno en 1995 dieron a conocer la lista de mamíferos del estado de Nuevo León, reportan un total de 144 especies y subespecies, entre las que se mencionan aquellas incluidas en el PNCM, todas estas especies son el resultado de observaciones de los autores, revisiones de trabajos elaborados y comunicaciones personales de otros autores.

21.3 SITUACIÓN DE LOS MAMÍFEROS EN MÉXICO

Extinción de especies

Desafortunadamente, a inicios del siglo XXI a la mayoría de las especies mexicanas de mamíferos se les puede considerar en peligro de extinción, amenazadas o al menos con problemas de conservación. Esto se debe a la devastación que se ha tenido de bosques, selvas, desiertos, arroyos, playas, mares, etcétera, en los que, aún sin intención, hemos destruido los hábitats de un gran número de especies.

La Norma Oficial Mexicana: NOM-059-2010-SEMARNAT (SEMARNAT, 2010) proporciona una lista de especies y subespecies de mamíferos en alguna categoría de riesgo. Cervantes *et al.* (2003) menciona 450 especies de mamíferos terrestres, y Ceballos *et al.* (2005) reportan 525 especies, reconociendo 230

especies mexicanas en riesgo. Cualquiera de los datos que se tomen muestran que aproximadamente la mitad de las especies de mamíferos mexicanos están amenazados de extinción. Esto es muy grave, ya que de no darse un cambio en las estrategias de desarrollo nacional, toda esta riqueza se podría perder en muy poco tiempo.

A pesar de que resulta muy difícil englobar las causas de desaparición de las especies, se puede decir que en la mayoría de ellas se debe a la destrucción del hábitat en nuestro país. México tiene influencia tanto del norte como del sur. Esto hace que se encuentre entre los cinco países megadiversos del planeta; sin embargo, debido a muchos factores estamos deteriorando seriamente las selvas del sur del país, al igual que los bosques y pastizales del norte, incluyendo por supuesto playas, manglares, etcétera, reduciendo así la capacidad de los animales por encontrar sitios adecuados para su sobrevivencia y reproducción.

Uno de los principales problemas es la cacería ilegal, la que, por la falta de regulaciones efectivas e incentivos propicia que muchos pobladores salgan a cazar sin una regulación de temporada, época reproductiva, etcétera. Algunas personas aún justifican en la caza de subsistencia las cacerías sin control ni beneficio para las poblaciones. Si bien es innegable que poco a poco ha habido un cambio, en parte por contar con leyes más estrictas como la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, apoyadas por convenios internacionales como la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) o simplemente, porque la pérdida de la fauna ha hecho cada vez más difícil encontrar piezas, aún falta mucho para regular esta actividad.

Ceballos (1999) reportó la extinción histórica acumulada de 11 especies de mamíferos en todo el territorio nacional, contra un total de 525 que existen actualmente. Hay que destacar que la mayor parte de las especies señaladas como desaparecidas en México, aún no están extintas. Un ejemplo es la nutria marina del Pacífico, que cuenta con algunas poblaciones fuera del territorio nacional. Su reaparición en el país como resultado de procesos de colonización o de programas de reintroducción es posible en éste y otros casos semejantes.

Entre los mamíferos se tienen la mayor parte de los ejemplos de especies con distribución amplia, cuya extinción puede asociarse a la cacería. Tales son los casos del lobo mexicano (*Canis lupus*), la nutria (*Enhydra lutris*), la foca del Caribe (*Monachus tropicalis*), el mapache (*Procyon insularis*) y el oso pardo (*Ursus arctos*). De algunas de esas especies se conservan pequeñas poblaciones en cautiverio o existen fuera de México, por lo que su reintroducción es posible, aunque en el caso de los depredadores grandes esto no es fácil.

En el caso de los mamíferos pequeños (todos ellos roedores), la extinción está asociada a alteraciones del hábitat y, sobre todo en el caso de las especies insulares, a la introducción de especies domésticas competidoras o depredadoras.

La extinción masiva de especies animales y vegetales asociada a la expansión de las poblaciones humanas, no ha ocurrido sólo en las últimas décadas. Desde fines del Pleistoceno el incremento de las poblaciones humanas se asocia a la extinción de diversos animales, especialmente la fauna de muchas islas y la megafauna de Norteamérica y Australia (Steadman 1995; Steadman *et al.,* 2005).

En México, varias especies que se consideraban extintas han vuelto a ser encontradas. Tal es el caso del bisonte (*Bison bison*), considerado extinto en territorio nacional y del que en 1988 se descubrió una población silvestre de aproximadamente 100 individuos en la región de Janos-Casas Grandes, nordeste de Chihuahua. Asimismo, la nutria de río, *Lutra canadensis*, común en Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, tenía una distribución marginal en México, limitada a los ríos Colorado y San Pedro en Sonora y Bravo en Tamaulipas. A principios de los años noventa se le consideró extinta en México, pero hay registros recientes en el Río Bravo en Coahuila y también es probable que sobreviva en los alrededores de la presa La Amistad o en la Laguna Madre en Tamaulipas. *Mustela nigripes*, la comadreja de patas negras, sólo se conocía en México por restos sub-fósiles. Recientemente, fue reintroducida en la región de Janos-Casas Grandes en Chihuahua, en donde se calcula una población menor a 50 individuos. *Sylvilagus insonus*, especie de conejo endémico de Omiltemi, Guerrero, y considerado extinto en varias listas (Eldredge, 1998), ha sido recientemente encontrado después de un siglo de no tener registros toda la información anterior ha sido tomada de Ceballos *et al. (*2005).

21.4 AMENAZAS PARA LAS POBLACIONES DE MAMÍFEROS EN EL PNCM

El PNCM al igual que otras ANP en México cuenta con asentamientos humanos cuyas actividades productivas han generado diferentes conflictos con la vida silvestre que ahí habita, en especial los quirópteros y carnívoros.

En el caso de los quirópteros, la falta de conocimiento ha generado temor hacia estos animales, provocando que se lleguen a envenenar colonias de murciélagos que en la gran mayoría de los casos no son

la especie de murciélagos vampiros (*Desmodus rotundus*). Afortunadamente, la administración del PNCM, así como diferentes ONG locales e internacionales han tomado parte en la conservación de este grupo de organismos, protegiendo cuevas y difundiendo información acerca de los mitos y beneficios de los murciélagos, donde en la gran mayoría de los casos representan grandes beneficios como controladores de plagas y polinizadores.

Los carnívoros es un tema muy controversial debido a que la interacción de este grupo es directamente con los bienes de las personas (ganado, viveros y huertos). El caso de carnívoros como el puma (*Puma concolor*) cuya dieta se basa principalmente de venados y otros mamíferos pequeños, ha encontrado en los potrillos y becerros, presas disponibles, lo que ha propiciado que los ganaderosel trampeen a este felino. Esta misma problemática puede presentarse en el PNCM con el jaguar (*Panthera onca*) donde las depredaciones ocasionadas por esta especie son principalmente sobre ganado vacuno, pero pueden ocurrir en mucha menor escala dada que su presencia es considerablemente mucho menor que la del puma en el PNCM.

Otro caso que genera descontento entre los productores de especies frutales es los daños ocasionados por oso negro (*Ursus americanus*) sobre huertos, donde esta especie no es bien vista por los daños provocados sobre los mismos árboles frutales, producción e infraestructura.

Los problemas por depredación de ganado también pueden ocurrir con especies como el coyote (*Canis latrans*) y el gato montés (*Linx rufus*), pero afortunadamente, el personal del PNCM trabaja en difundir la conservación de estas y otras especies de mamíferos; asimismo, existe un seguro de ataque por depredadores, correspondiente a un programa a cargo de la SAGARPA y la Confederación Nacional Ganadera.

21.5 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MAMIFEROS EN EL PNCM

En los últimos años, en el PNCM se han registrado un total de 11 especies en algún estatus de riesgo de extinción de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que representa el 15% de los mamíferos del PNCM, de las cuales, cinco especies se encuentran en Peligro de Extinción, cinco de ellas Amenazadas y una Sujeta a Protección Especial (Figura 21.2 y Tabla 21.1).

Los órdenes con mayor cantidad de especies en riego de extinción, por número de especies son: en primer lugar, el orden Carnívora con seis especies, en segundo lugar, el orden Chiroptera con cuatro especies y finalmente, el orden Soricomorpha con dos especies (Figura 21.3 y Tabla 21.1)

En el PNCM los carnívoros son el grupo con mayor número de especies (4) que se encuentran En Peligro de Extinción por las razones antes mencionadas, al igual que una especie de murciélago que se encuentra en la misma categoría, dentro de las especies amenazadas, el orden de los Chiroptera ocupan el primer lugar (3 especies), aunque también en este grupo se encuentran dos especies de carnívoros y finalmente Sujeta a Protección Especial se encuentra una especie de Soricomorpha (Figura 21.4 y Tabla 21.1)

Hasta el momento, se tiene registro de 79 especies de mamíferos en el PNCM, las cuales pertenecen a ocho órdenes, pero el 90% del total de estas especies se encuentran representando a sólo tres órdenes de mamíferos los cuales, en orden por número de especies son: Chiropteros (28 especies), Roedores (27 especies) y el orden Carnívora (16 especies). Los restantes cinco órdenes de mamíferos sólo están representados por una o dos especies de mamíferos (Figura 21.5 y Tabla 21.1).

Por otra parte, las 79 especies de mamíferos que se han encontrado en el PNCM, forman parte de un total de 21 familias, de las cuales cinco representan el 62% del total de las especies y las restantes 16 familias sólo completan el 38% de las especies registradas (Figura 21.6 y Tabla 21.1). Las cinco familias más importantes, de acuerdo al número de especies son: Muridae (17 especies), Vespertilionidae (15 especies), así como Felidae y Phyllostomidae (6 especies cada una), y finalmente, con cinco especies, la familia Heteromyidae, (Tabla 21.1).

En la tabla 21.2 se puede observar las 79 especies de mamíferos (algunas con sus subespecies, lo que hace un total de 82 taxa de mamíferos) y su distribución en los diferentes tipos de ecosistemas del PNCM.



Figura 21.2 Especies de mamíferos en riesgo de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010) en el PNCM.

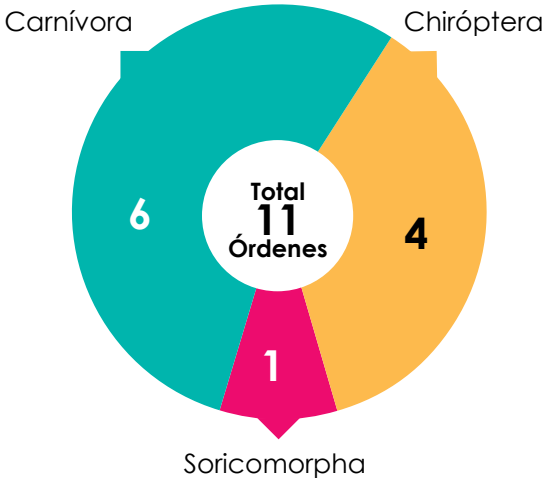


Figura 21.3 Órdenes de mamíferos y su número de especies que se encuentran en riesgo de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010) en el PNCM.

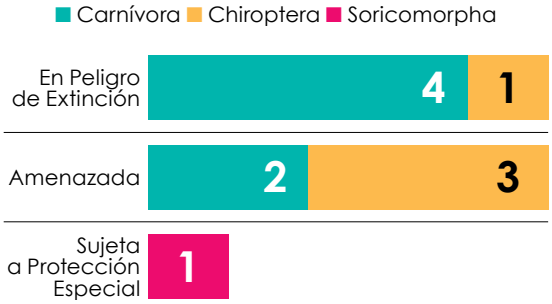


Figura 21.4 Órdenes de mamíferos y su número de especies uno que se encuentran en alguna categoría de riesgo de extinción en el PNCM.

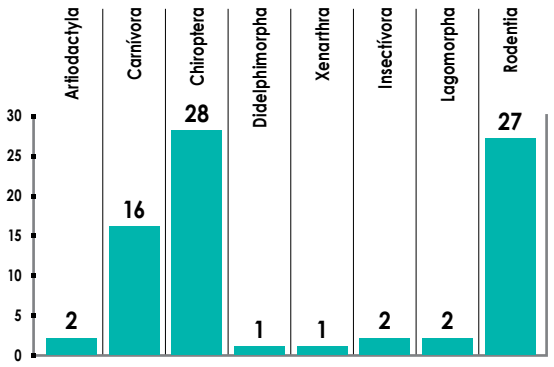


Figura 21.5 Órdenes de mamíferos con sus especies representadas en el PNCM.

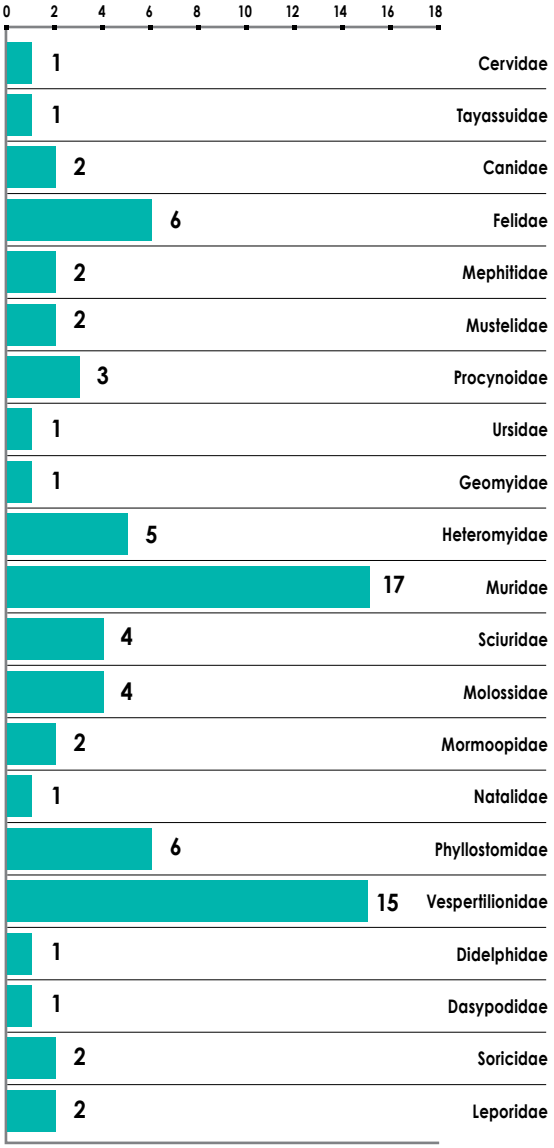


Figura 21.6 Número de especies que conforman cada familia registrada en el PNCM

Tabla 21.1 Listado de las especies de la clase Mammalia registrada para el PNCM con su nombre científico, nombre común y su categoría según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Simbología: **A** Amenazada. **EPE** En Peligro de Extinción

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM
ARTIODACTYLA	CERVIDAE	*Odocoileus virginianus miquihuanensis* Goldman y Kellog 1940	Venado cola blanca	
	TAYASSUIDAE	*Pecari tajacu angulatus* (Cope, 1889)	Jabalí	
CARNÍVORA	CANIDAE	*Canis latrans microdon* Merriam, 1897)	Coyote	
		Urocyon cinereoargenteus scottii Mearns, 1891	Zorra gris	
	FELIDAE	*Herpailurus yagouaroundi carcomitli* (Berlandier, 1859)	Jaguarundi	A
		Leopardus pardalis albescens (Pucheran, 1855)	Ocelote	EPE
		Leopardus wiedii Schinz, 1821	Tigrillo	EPE
		Lynx rufus texensis J.A. Allen, 1895	Gato montes	
		Panthera onca veraecrusis (Nelson y Goldman,1933)	Jaguar	EPE
		Puma concolor stanleyana (Goldman, 1936)	Puma	
	MEPHITIDAE	*Mephitis mephitis varians* Gray 1837	Zorrillo listado	
		Spilogale putorius leucoparia Merriam, 1890	Zorrillo moteado	
	MUSTELIDAE	*Mustela frenata frenata* Lichtenstein, 1831	Comadreja	
		Taxidea taxus berlandieri Baird, 1858	Tlacoyote, tejón	A
	PROCYONIDAE	*Bassariscus astutus flavus* (Rhoad,1894)	Cacomixtle	
		Nasua nasua molaris Merriam, 1902	Coatí	
		Procyon lotor fuscipes Mearns, 1914	Mapache	
	URSIDAE	Ursus americanus eremicus Merriam, 1904	Oso negro	EPE
CHIROPTERA	MOLOSSIDAE	*Eumops perotis californicus* (Merriam, 1890)	Moloso gigante	
		Nyctinomops femorosaccus (Merriam 1889)	Murciélago de cola libre	
		Nyctinomops macrotis (Gray, 1839)	Murciélago coludo grande	
		Tadarida brasiliensis mexicana (Saussure 1860)	Murciélago cola suelta	
	MORMOOPIDAE	*Mormoops megalophyla megalophyla* Peters, 1864	Murcielago bigotudo de cara pelada	
		Pteronotus davyi fulvus (Thomas 1892)	Murciélago	
	NATALIDAE	*Natalus stramineus saturatus* Dalquest y Hall 1949	Natalo mexicano oscuro.	
	PHYLLOSTOMIDAE	*Dermanura azteca azteca* (Andersen, 1906)	Murciélago azteca comedor de frutos	
	PHYLLOSTOMIDAE	*Dermanura tolteca tolteca* (Saussure, 1860)	Murciélago de los amantes	
		Desmodus rotundus murinus Wied-Neuwied, 1826	Murciélago vampiro	
		Choeronycteris mexicana, Tschudi, 1844	Murciélago trompudo	A
		Leptonycteris curasoae yerbabuenae Martínez y Villa, 1940	Murciélago hocicudo de hierbabuena	A
		Leptonycteris nivalis (Saussure 1860)	Murciélago hocicudo mayor	A
	VESPERTILIONIDAE	*Antrozous pallidus pallidus* (Le Conte, 1856)	Murciélago norteño	
		Corynorhinus mexicanus G.M. Allen 1916	Murciélago orejas de mula	
		Eptesicus fuscus fuscus (Palisot de Beauvois, 1796)	Gran murciélago moreno	
		Idionycteris phyllotis (G. M. Allen, 1916)	Murciélago de orejas grandes	
		Lasiurus borealis (Müller, 1776)	Murciélago rojizo	

Continúa en la siguiente página

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM
CHIROPTERA	VESPERTILIONIDAE	*Lasiurus cinereus cinereus* (Palisot de Beauvois 1796)	Murciélago canoso o escarchado	
		Lasiurus ega panamensis (Thomas, 1901)	Murciélago amarillo del sur	
		Lasiurus intermedius intermedius H. Allen 1862	Murciélago amarillo del norte	
		Myotis auriculus auriculus Baker y Stains, 1955	Murciélago	
		Myotis californicus mexicanus Saussure, 1860	Murcielaguito de california	
		Myotis ciliolabrum melanorhinus (Merriam, 1890)	Murciélago de patas cortas.	
		Myotis planiceps Baker, 1955	Murciélago de cabeza plana	EPE
		Myotis thysanodes thysanodes Miller, 1897	Murciélago	
		Myotis velifer incauta (J. A. Allen 1896)	Murcielaguito pardo del norte	
		Nycticeius humeralis mexicanus Davis, 1944	Murciélago crepuscular	
DIDELPHIMORPHA	DIDELPHIDAE	*Didelphis virginiana californica* Bennett, 1833	Tlacuache	
EDENTATA O XENARTHRA	DASYPODIDAE	*Dasypus novemcinctus mexicana* Peters, 1864	Armadillo nueve bandas	
INSECTIVORA	SORICIDAE	*Cryptotis parva berlandieri* (Baird, 1858)	Musaraña	
		Sorex milleri Jackson 1947	Musaraña de la Sierra del Carmen	EPE
LAGOMORPHA	LEPORIDAE	*Lepus californicus merriami* Mearns, 1896	Liebre cola negra de Merriam	
		Sylvilagus floridanus chapmani (J.A. Allen, 1899)	Conejo	
RODENTIA	GEOMYIDAE	*Thomomys umbrinus perditus* Merriam, 1901	Tuza de Bolsa	
	HETEROMYIDAE	*Dipodomys merriami ambiguus* (Merriam 1890)	Rata canguro de Merriam	
		Dipodomys ordii durranti Setzer,1949	Rata canguro	
		Liomys irroratus alleni Goldman, 1911.	Ratón espinoso norteño	
		Liomys irroratus texensis Merriam, 1902	Ratón espinoso de Texas	
		Perognathus flavus Baird, 1855	Ratón de bolsas	
		Perognathus merriani J. A. Allen,1892	Ratón de bolsa sedosa	
	MURIDAE	*Baiomys taylori taylori* (Thomas 1887)	Ratón pigmeo del norte	
		Microtus mexicanus subsimus Goldman, 1938	Topo o Lemming Mexicano	
		Mus musculus domesticus Rutty 1772.	Ratón	
		Neotoma albigula subsolana Alvarez, 1962.	Rata magueyera	
		Neotoma micropus micropus Baird 1855.	Rata maderera de las planicies	
		Oryzomys couesi acuaticus J. A. Allen 1891	Rata arrocera de Coues	
		Peromyscus boylii ambiguus Alvarez, 1961	Ratón de los arbustos	
		Peromyscus difficilis petricola Hoffmeister y De La Torre, 1959	Ratón de las Rocas	
		Peromyscus eremicus collinus Hooper, 1952	Ratón de tobillos blancos	
		Peromyscus eremicus eremicus (Baird, 1858)	Ratón de tobillos blancos	
		Peromyscus eremicus phaeurus Osgood, 1904	Ratón de los cactus	
		Peromyscus leucopus texanus (Woodhouse 1853)	Ratón de patas blancas	
		Peromyscus maniculatus blandus Osgood, 1904	Ratón ciervo	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM
RODENTIA		*Peromyscus melanotis J. A. Allen y Chapman, 1897*	Ratón de Orejas Negras	
		Peromyscus pectoralis laceianus Bailey, 1906	Ratón	
		Rattus rattus Linnaeus, 1758	Rata	
		Reithrodontomys fulvescens intermedius J. A. Allen 1895	Raton cosechador	
		Reithrodontomys megalotis saturatus J. A. Allen y Chapman 1897	Ratón cosechador del oeste	
		Sigmodon hispidus berlandieri Baird, 1855	Rata algodonera híspida	
	SCIURIDAE	*Sciurus alleni Nelson*, 1898	Ardilla parda	
		Sciurus aureogaster auregaster F. Cuvier.1829	Ardilla arbórea	
		Spermophilus mexicanus parvidens Mearns, 1896	Ardilla de tierra	
		Spermophilus variegatus couchii Baird, 1855	Ardilla de las rocas o Ardillón	

Tabla 21.2 Listado de mamíferos del PNCM con base a su distribución por tipo de vegetación (INEGI, 1986).

Simbología: MDR Matorral desértico rosetófilo • **MDM** Matorral desértico micrófilo • **MSI** Matorral submontano inerme **MSS** Matorral submontano subinerme • **MSE** Matorral submontano espinoso • **BP** Bosque de pino **BP-E** Bosque de pino-encino • **BE** Bosque de encino • **BE-Ch** Bosque de encino chaparral • **BG**Bosque de galería • **P** Pastizal.

		Ecosistemas con distribución de las especies										
No.	Nombre Científico	MDR	MDM	MSI	MSS	MSE	BP	BP-E	BE	BE-Ch	BG	P
1	*Odocoileus virginianus miquihuanensis* Goldman y Kellog, 1940	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
2	*Pecari tajacu angulatus* (Cope, 1889)	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
3	*Canis latrans microdon* Merriam, 1897)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	*Urocyon cinereoargenteus scottii* Mearns, 1891	X	X	X	X	X		X	X		X	X
5	*Herpailurus yagouaroundi carcomitli* (Berlandier, 1859)	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
6	*Leopardus pardalis albescens* (Pucheran, 1855)			X	X		X	X	X		X	
7	*Leopardus wiedii* Schinz, 1821		X	X		X	X	X		X		
8	*Lynx rufus texensis* J.A. Allen, 1895	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9	*Panthera onca veraecrusis* (Nelson y Goldman,1933)			X	X	X	X	X	X	X	X	
10	*Puma concolor stanleyana* (Goldman, 1936)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	*Mephitis mephitis varians* Gray 1837	X	X			X			X		X	X
12	*Spilogale putorius leucoparia* Merriam, 1890	X	X	X	X	X			X			X
13	*Mustela frenata frenata* Lichtenstein, 1831	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
14	*Taxidea taxus berlandieri* Baird, 1858	X	X			X	X	X	X			X
15	*Bassariscus astutus flavus*(Rhoad,1894)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
16	*Nasua nasua molaris* Merriam, 1902	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
17	*Procyon lotor fuscipes* Mearns, 1914	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	*Ursus americanus eremicus* Merriam, 1904	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19	*Eumops perotis californicus* (Merriam, 1890)	X	X	X	X	X						
20	*Nyctinomops femorosaccus* (Merriam 1889)	X	X	X	X	X						
21	*Nyctinomops macrotis* (Gray, 1839)	X	X	X	X	X						
22	*Tadarida brasiliensis mexicana* (Saussure 1860)	X	X	X	X	X	X	X	X			X
23	*Mormoops megalophyla megalophyla* Peters, 1864	X	X	X	X	X	X	X	X			X
24	*Pteronotus davyi fulvus* (Thomas 1892)	X	X	X	X	X						
25	*Natalus stramineus saturatus* Dalquest y Hall 1949			X	X	X						X
26	*Dermanura azteca azteca* (Andersen, 1906)						X	X	X	X		
27	*Dermanura tolteca tolteca* (Saussure, 1860)	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
28	*Desmodus rotundus murinus* Wied-Neuwied, 1826			X	X	X	X	X	X	X	X	X
29	*Choeronycteris mexicana*, Tschudi, 1844	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
30	*Leptonycteris curasoae yerbabuenae* Martínez y Villa, 1940	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
31	*Leptonycteris nivalis* (Saussure 1860)	X	X	X	X	X	X	X	X			
32	*Antrozous pallidus pallidus* (Le Conte, 1856)	X	X									X
33	*Corynorhinus mexicanus* G.M. Allen 1916						X	X	X	X		
34	*Eptesicus fuscus fuscus* (Palisot de Beauvois, 1796)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
35	*Idionycteris phyllotis* (G.M. Allen, 1916)	X	X				X	X	X	X		
36	*Lasiurus borealis* (Müller, 1776)	X	X	X	X	X						
37	*Lasiurus cinereus cinereus* (Palisot de Beauvois 1796)			X	X	X	X	X	X			
38	*Lasiurus ega panamensis* (Thomas, 1901)	X	X	X	X	X						X

Continúa en la siguiente página

No.	Nombre Científico	Ecosistemas con distribución de las especies										
		MDR	MDM	MSI	MSS	MSE	BP	BP-E	BE	BE-Ch	BG	P
39	*Lasiurus intermedius intermedius* H. Allen 1862			X	X	X	X	X	X	X	X	X
40	Myotis auriculus auriculus Baker y Stains, 1955	X	X				X	X	X	X		
41	Myotis californicus mexicanus Saussure, 1860	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
42	Myotis ciliolabrum melanorhinus (Merriam, 1890)						X	X	X	X	X	
43	*Myotis planiceps* Baker, 1955						X	X	X	X		
44	*Myotis thysanodes thysanodes* Miller, 1897	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
45	*Myotis velifer incauta* (J. A. Allen 1896)	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
46	*Nycticeius humeralis mexicanus* Davis, 1944	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
47	*Didelphis virginiana californica* Bennett, 1833	X	X	X	X	X					X	X
48	*Dasypus novemcinctus mexicana* Peters, 1864	X	X			X	X	X	X		X	X
49	*Cryptotis parva berlandieri* (Baird, 1858)	X	X	X	X	X	X	X	X			X
50	*Sorex milleri* Jackson 1947						X	X	X	X	X	
51	*Lepus californicus merriami* Mearns, 1896	X	X									X
52	*Sylvilagus floridanus chapmani* (J.A. Allen, 1899)	X	X			X	X	X	X		X	X
53	*Thomomys umbrinus perditus* Merriam, 1901	X	X				X	X	X	X		X
54	*Dipodomys merriami ambiguus* (Merriam 1890)	X	X			X						X
55	*Dipodomys ordii durranti* Setzer,1949	X	X			X			X		X	X
56	*Liomys irroratus alleni* Goldman, 1911	X	X			X	X	X	X		X	X
57	*Liomys irroratus texensis* Merriam, 1902	X	X			X	X	X	X		X	X
58	*Perognathus flavus* Baird, 1855	X	X			X					X	X
59	*Perognathus merriani* J. A. Allen,1892	X	X									X
60	*Baiomys taylori taylori* (Thomas 1887)	X	X			X	X	X	X		X	X
61	*Microtus mexicanus subsimus* Goldman, 1938						X	X	X		X	X
62	*Mus musculus domesticus* Rutty 1772.	X	X	X	X	X					X	X
63	*Neotoma albigula subsolana* Alvarez, 1962.	X	X	X	X	X	X	X			X	X
64	*Neotoma micropus micropus* Baird 1855.	X	X	X	X	X			X		X	X
65	*Oryzomys couesi acuaticus* J. A. Allen 1891			X	X	X	X	X	X		X	
66	*Peromyscus boylii ambiguous* Alvarez, 1961	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
67	*Peromyscus difficilis petricola* Hoffmeister y De La Torre, 1959	X	X				X	X	X			X
68	*Peromyscus eremicus collinus* Hooper, 1952	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
69	*Peromyscus eremicus eremicus* (Baird, 1858)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
70	*Peromyscus eremicus phaeurus* Osgood, 1904	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
71	*Peromyscus leucopus texanus* (Woodhouse 1853)	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
72	*Peromyscus maniculatus blandus* Osgood, 1904	X	X				X	X	X			X
73	*Peromyscus melanotis* J. A. Allen y Chapman, 1897						X	X	X	X	X	
74	*Peromyscus pectoralis laceianus* Bailey, 1906	X	X				X	X	X	X		X
75	*Rattus* rattus Linnaeus, 1758	X	X	X	X	X					X	X
76	*Reithrodontomys fulvescens intermedius* J. A. Allen 1895	X	X	X	X	X	X	X	X			
77	*Reithrodontomys megalotis saturatus* J. A. Allen y Chapman 1897						X	X	X	X		X
78	*Sigmodon hispidus berlandieri* Baird, 1855	X	X	X	X	X						X
79	*Sciurus alleni* Nelson, 1898						X	X	X		X	
80	*Sciurus aureogaster auregaster* F. Cuvier.1829			X	X	X	X	X	X		X	
81	*Spermophilus mexicanus parvidens* Mearns, 1896	X	X									X
82	*Spermophilus variegatus couchii* Baird, 1855	X	X		X		X	X	X		X	

21.6 LITERATURA CITADA

Allen, J. 1901. A Preliminary study of the North American opossums of the genus Didelphis. Bull. Amer. Mus. Nat. Histo., 14:149-188.

Alvares, T. 1961a. Taxonomyc status of some mice of the Peromyscus boylii group in eastern Mexico, with description of a new subspecies. Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist., 14:111-120.

Alvares. T. 1961b. Sinopsis de las especies mexicanas del género Dipodomys. Red. Social Mex. Historia Natural, 2: 391-424.

Carter, D., R. Pine y W. Davis. 1966. Notes on middle American Bats. Southwestern Nat., 11 (4): 488-499.

Carrillo, O. 1981. Notas sobre el oso negro Ursus americanus eremicus, Merriam (1904), en la Sierra Madre Oriental del Estado de Nuevo León, México. Tesis profesional inédita, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Pp. 45.

Ceballos, G. 1999. Conservación de los mamíferos de México. Biodiversitas 27: 1-8.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. Medellín, L. Medrano- González y G. Oliva. 2005. Diversidad y conservación de los mamíferos de México, en G. Ceballos y G. Oliva (coords.), Los mamíferos silvestres de México. Conabio-Fondo de Cultura Económica, México, Pp. 21-66.

Cervantes, A., Y. Hortelano y J. Vargas. 2003. Modernización de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología, UNAM. XXX TIP.

CONANP (En Prensa). Programa de Manejo del Parque Nacional Cumbres de Monterrey Pp. 179.

Contreras P. 1974. Contribución al conocimiento de los mamíferos del cerro El Durazno, Villa de García N.L. México. Tesis profesional inédita. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Pp. 57.

Chávez-Cabello, G. 1996.Cartografía Geológica y

Caracterización Geoquímica en Rocas Sedimentarias de la margen sur del Cañón de la Huasteca, Santa Catarina, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL. Linares, N.L., México. Pp. 103.

Davis, W. 1942. Swiminng ability of two small mammals. J. Manní., 23: 99.

Davis, W. 1944. Notes on Mexican mammals. J. of Mammals, 23: 99.

Díaz, M.1977. Tremátodos digéneos del (Murciélago guanero), Tadarida brasiliensis mexicana de la cueva de San Bartolo, Santa Catarina, N.L. México. Tesis profesional inédita, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Pp. 33.

Eldredge, N. 1998. Life in the balance. Humanity and the biodiversity crisis. Princeton University Press, Nueva Jersey. Pp. 224.

Goldman, E. 1910. Revision of the wood rats of the genus Neotoma. N. Amer. Fauna, 31: 1-124.

Goldman, E. 1911. Revision of the spiny pocket mice (genera Heteromys and Liomys). N. Amer. Fauna, 34:1-70.

Goldman, E.1942. Notes on the coatis of the Mexican mainland. Proc. Biol. Soc. Wash., 52:79-82.

Goldman E. 1950. Raccoons of North and Middle America. N. Amer. Fauna, 60:1-153.

González, F. y A. Moreno. 1995. Mamíferos. 25-34 pp. En: Listado Preliminar de la Fauna Silvestre del Edo. de Nuevo León, México, Contreras-B, S., F. González-S., D. Lazcano-V. y A. Contreras-A. (Eds.). Consejo Consultivo Estatal para la Preservación y Fomento de la Flora y Fauna Silvestre de N.L. Gobierno del Edo. de N.L., México.

Hall, E. y K. Kelson. 1959. The Mammals of Northamerica. The Ronald Press Co. New York. Vol.I: 1-546 pp; Vol II: Pp. 547-1083.

Handley, C. 1959. A revision of American bats of the genera Euderma and Plecotus. Proc. U.S. Nat. Mus. 110:95-246.

Hoffmeister, D. 1977. Note worthy range extensions of mammals in Northern Mexico and Arizona. Southwestern Nat., 22: 150-151.

Howell, A. 1938. Revision of the North American ground squirrels, with a classification of the North American Sciuridae. N. Amer. Fauna, 56 1-256.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1986. Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. Pp. 170.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1977. Cartas Edafológicas: Ramos Arizpe (G14-C24), Garza García (G14-C25), Monterrey (G14-C26), San Antonio de las Alazanas (G14-C35), Allende (G14-C36), Rayones (G14-C46), Montemorelos (G14-C47). Escala 1:50,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). 1994. Estudio de Cobertura, Uso Actual del Suelo y Creación de una Base de Datos sobre los Recursos Naturales para el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Centro de Calidad Ambiental. Laboratorio de Información Georreferenciada. Pp. 213.

Jiménez A. 1961. Contribución al conocimiento de la rabia en murciélagos de México. Tesis profesional inédita. Escuela de Ciencias Biológicas de la UNL. Pp. 46.

Jiménez, A. 1968. Nuevos registros de murciélagos para Nuevo León. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México, Ser. Zool., 39 (1): 133-144.

Leopold, A. 1959. Wildlife of Mexico-The Game Birds and Mammals.Univ. Calif. Press, Berkeley. 568 pp.

López Ramos. 1982. Geología de México. Tomo II. SEP edit., México, Distrito Federal. Pp. 454.

Medina-Barrera, F. 1996. Kleintektonische Untersuchungen und Standsicherheitsberechungen mit Hilfe der Backanalysis an Strassenböschungen der Sierra Madre Oriental, Mexiko. (Curvatura de Monterrey im Staat Nuevo Leon, Strasse La Palma – Rayones) Tesis Doctoral Rheinsich-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Alemania. Pp. 194.

Mercado, D. 1985. Aspectos biológicos de la ardilla arbórea Siurus alleni, en el Municipio de Santiago, N.L. México. Tesis profesional inédita, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Pp. 47.

Mercado, D. 1988. Influencia de la estructura del hábitat en la abundancia relativa de Peromyscus boylii ambiguus (Rodentia). Tesis de maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Pp. 27.

Michalzik, D. 1988.Trias bis tiefte Unter-Kreide der Nordöstlichen Sierra Madre Oriental, México. Fazielle Entwicklung eines passiven Kontinentalrandes. Tesis Doctoral, Darmstadt. Alemania: Pp. 247.

Moreno, A. 1987. Determinación y distribución de los mamíferos nativos del Cañón del Huajuco, Santiago, N.L. México. Tesis profesional inédita, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Pp. 92 .

Osgood, W. 1909. Revision of the mice of the American genus Peromyscus.N.Amer. Fauna, 28: 1-285.

Palomo, C. 1987. Contribución al conocimiento biológico del coatí Nasua narica (Linnaeus, 1766), en el área de Santiago, N.L. México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Pp. 31.

Rzedowski, J. 1981. Vegetación de Méxic. Ed. Limusa. Pp. 432.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana. NOM–059–SEMARNAT–2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres – Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación 2a Sección, 30 de diciembre del 2010.

Steadman, W. 1995. Prehistoric extinctions of Pacific islands birds: Biodiversity meets zooarchaeology. Science 267:1123-1131.

Steadman, W., P. Martin, R. MacPhee, A. Jull y H. McDonald. 2005. Asynchronous extinction of late Quaternary sloths on continents and islands. Proceedings of the National Academy of Sciences 102: 11763-11768.

Toledo, V. M. 1988. La Diversidad Biológica de México. Ciencia y Desarrollo 81:17-30.

Villa, B.1956. Tadarida brasilensis mexicana (saussure), el murciélago guanero, es una subespecie migratoria. Acta Zool. Mex. 1:1-11.

ANEXO



Dipodomys merriami
Rata canguro



Lepus californicus
Liebre cola negra



Panthera Onca
Jaguar



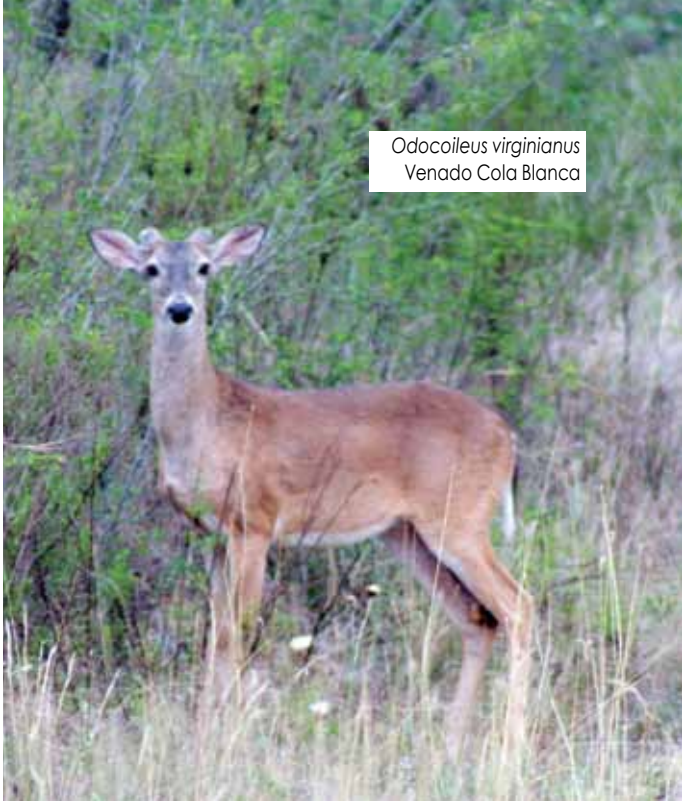
Sciurus aureogaster
Ardilla arbórea



Pecari tajacu
Jabalí



Urocyon cinereoargenteus
Zorra gris



Odocoileus virginianus
Venado Cola Blanca

Sylvilagus floridanus chapmani
Conejo



Ursus americanus eremicus Oso negro



CAPÍTULO

22

AMENAZAS DEMOGRÁFICAS POTENCIALES

J. Milton Aragón Palacios[1]

[1]El Colegio de Sonora. Obregón No. 54. Col. Centro, C.P. 83000. Hermosillo, Son.

miltonaragon@gmail.com

Aragón-Palacios, J. 2013. Amenazas Demográficas Potenciales, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 253-260.

Amenazas Demográficas Potenciales

J. Milton Aragón Palacios

22.1 INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), es la más importante área natural protegida del estado de Nuevo León, con 177,396 hectáreas de extensión, abarcando nueve municipios, de los cuales cuatro pertenecen al Área Metropolitana de Monterrey (AMM). La ubicación del PNCM, respecto al AMM es estratégica para la conservación de los recursos naturales, y los beneficios de los servicios ambientales que brinda, pero también lo vuelve vulnerable por el riesgo de convertirse en una isla como consecuenciadel crecimiento de la ciudad.

Resulta pertinente reflexionar sobre las amenazas potenciales producto de las dinámicas demográficas que ocurren en y para el PNCM, dada su colindancia con una de las más grandes áreas metropolitanas de México, hecho que lo vuelve vulnerable por la constante presión ambiental a la que se ve expuesto. El *en* hace referencia a las dinámicas internas en el crecimiento poblacional del PNCM, a las cuales se les nombró dinámicas endodemográficas. El *para* describe las dinámica externas, específicamente las que se presentan en el AMM, por ser la zona de mayor presión hacia esta área natural protegida (ANP), estas dinámicas se les llamó exodemográficas.

A partir del análisis de las dinámicas endo y exodemográficas se ubican las amenazas potenciales que pudieran ocurrir hacia el devenir del PNCM. Se habla de una posibilidad que implica una relación con la realidad, donde se construye un escenario potencial y contingente, ante el cual, se deben tomar decisiones que permitan mantener las operaciones del sistema. Las amenazas son acciones o fenómenos que son externos a las formas de operar del sistema y que actúan sobre la contingencia.

La pregunta rectora del trabajo es ¿cuáles son las amenazas potenciales, consecuencia de las dinámicas endo y exodemográficas, que se puedan presentar hacia el PNCM? Para buscar darle respuesta, se parte de una base teórica sustentada en la teoría de sistemas autopoiéticos. Definiendo en primer lugar lo que es un sistema autopoiético, y de manera general sus principales operaciones, para después describir su operación en los sistemas ecológicos. Una vez explicado cómo operan los sistemas, se pueden ubicar las posibles amenazas que puedan afectarlos, porque siempre una amenaza opera como una comunicación externa al sistema y sólo se puede observar como un fenómeno contingente.

22.2 EL OPERAR DE LOS SISTEMAS AUTOPOIÉTICOS

La teoría de sistemas de segunda generación (la de primera generación es la de Bertelanfy) presenta tres niveles de abstracción: 1) macronivel que corresponde a los sistemas en general, 2) mesonivel que representa las diferenciaciones entre los distintos sistemas y 3) micronivel constituido por los componentes de la estructura y funciones del sistema (Luhmann, 1998).

Dividir los sistemas por niveles permite la comparación de sus distintas posibilidades de formación, donde los sistemas sociales y psíquicos, operan por medio del sentido (comunicativo), a diferencia de los organismos, que basan sus comunicaciones en interacciones que permitan su supervivencia. Teniendo como elementos comunes en su operar, la autorreferencia y la autorganización necesarias para mantener la estabilidad del sistema (Luhmann, 1998).

La autorganización y la autorreferencia, presentes cuando se dota de una referencia a la unidad (el sistema o los elementos), hacen que la referencia retroceda hacia la estructura, permitiendo la clausura de las operaciones, base del mantenimiento del sistema. La autoorganización, es una operación, en la cual las estructuras se cambian por sus propios medios al referirse, sólo, a la estructura del sistema, desde una visión retrospectiva. La autorreferencia se presenta cuando los sistemas se refieren así mismos mediante sus operaciones, siendo capaces de distinguir entre lo que les es propio a su sistema, y lo que se le atribuye al entorno, no intercambiando lo interno con lo externo, dado que se ha distinguido por medio de una autorreferencia y la heterorreferencia (Luhmann, 1998).

La autorganización y la autorreferencia forman parte de la autopoiesis, la primera como consecuencia, la segunda en su operación. Siendo definida la autopoiesis como una:

> ...red de producciones de componentes, que resulta cerrada sobre sí misma porque los componentes que produce la constituyen al generar las mismas dinámicas de producciones que las

> produjo, y al determinar su extensión como un ente circunscrito a través del cual hay un continuo flujo de elementos que se hacen y dejan de ser componentes según participan o dejan de participar en esa red. (Maturana, 2003)

La autopoiesis hace referencia a la autocreación del sistema, derivada de sus propias operaciones de producción estructurales que son clausuradas en sus operaciones por la diferenciación con el entorno, resultando en la creación del sistema mismo, sustentado en su autonomía.

En los sistemas autopoiéticos su estabilidad e identidad dependen de su autonomía, como menciona Maturana (2008): "...la estructura de una unidad compuesta determina las configuraciones estructurales del medio con las que puede interactuar ...por consiguiente, son sistemas determinados por su estructura... [teniendo como característica] ...que no admiten interacciones instructivas". Por lo tanto los sistemas autopoiéticos no presentan un marcapasos externo en sus operaciones, de ser así, se abrirían al entorno y perderían su principal característica: la autonomía.

Entonces un sistema que opera con su propio comunicar, para poder mantener su autonomía y poder autoproducirse, clausura sus operaciones por medio de una cerradura comunicacional que no permite el acoplamiento con la comunicación de otro sistema. Realizando una diferenciación entre sistema/entorno, donde el entorno está constituido por otros sistemas, pero no son importantes para la operación del sistema, de ocurrir lo contrario el sistemas perdería su identidad y de transformaría en otro.

22.3 EL DEVENIR DE LOS SISTEMAS ECOLÓGICOS

En los sistemas ecológicos, lo que permite su función, son los intercambios de información energética. Los ciclos de cada sistema difieren en su consumo energético regidos por la generación de su propia energía, producida por los productores primarios que sintetizan su alimento a partir de sustancias inorgánicas y el uso de la energía solar. La energía sintetizada por los productores primarios, es utilizada por los organismos heterótrofos para su funcionamiento, presentando ciclos en el intercambio energético y de información que mantienen la complejidad, proporcionan equilibrio interno al sistema y su capacidad autopoiética. En base a los intercambios al interior del sistema, la complejidad se mantiene sin sobrepasar su capacidad de carga. Para que se sigan manteniendo los procesos que estabilizan a los sistemas ecológicos, es necesario, mantener su complejidad, pues entre mayor complejidad exista, más interrelaciones se presentan entre los componentes de los ecosistemas, lo que lleva a una captación uso más eficiente de la energía (Schneider y Sagan, 2009).

La biosfera se presenta como un sistema autopoiético que basa su estructura en la organización trófica de los organismos determinada por las necesidades primarias, así como las formas de vida (biodiversidad). Siendo los sistemas ecológicos, sistemas cibernéticos dado que existe una regulación y control mutuo entre los distintos componentes, entonces cuando se combina un elemento con otro se manifiesta una convergencia en el comportamiento donde cada elemento influye sobre las posibles variaciones de estado de los otros, en consecuencia disminuyen los grados de libertad que podrían gozar los otros componentes, pues la actividad de cada uno depende de la relación con los otros que lo rodean, que es guiada por los mecanismos de control de retroalimentación (Margalef, 2002).

Las necesidades primarias marcan el límite para que se realice la clausura operacional donde es autoproducida la biosfera por medio de la autopoiésis, que emerge de la interacción de las formas de vida, donde por el tipo de relaciones que presentan los sistemas ecológicos se les considera como sistemas autopoiéticos de tercer orden, que permiten el mantenimiento de los sistemas ecológicos por medio de los intercambios energéticos entre los distintos componentes, determinados por la clausura operativa que introduce al sistema autpoiético la información necesaria del entorno para su mantenimiento, de tal forma, lo que mantiene al sistema es el mismo sistema que se cierra del entorno.

Los sistemas ecológicos, al operar de forma autopoiética, se construyen por medio de interacciones y agrupaciones de distintos compontes, cuya finalidad es la supervivencia y el mantenimiento de la diversidad, por medio de la clausura de sus operaciones que controlan y regulan los flujos energéticos, entonces: "La construcción de la naturaleza aparece así como un proceso global de auto-organización, en el que se producen auténticas novedades emergentes, y todo ello es posible gracias al almacenamiento y despliegue de información." (Artigas, 2008). Lo importante para el mantenimiento de la estabilidad de los sistemas ecológicos, es la forma en la que los procesos internos de control, operan a favor de la autopoiesis, donde la emergencia del ecosistema es su consecuencia.

Los procesos con los que operan los sistemas ecológicos presentan dos factores, determinantes y necesarios, para su mantenimiento: la materia y el tiempo. La materia es producto de la síntesis energética y base de la red trófica, desde la cual se sustentan la vida y las dinámicas de las especies. Dado que las operaciones del sistema, producto de la interacción entre sus

Tabla 22.1 Número de localidades por municipio al interior del PNCM de 1990-2010.

	LOCALIDADES		
Municipio	**1990**	**2000**	**2010**
Allende	1	N/A	N/A
Montemorelos	N/A	3	3
Monterrey	1	N/A	N/A
Santa Catarina	6	15	11
Santiago	10	26	24
Rayones	N/A	5	5
Total años	**18**	**49**	**43**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PNCM y UANL/SEDUOP/ITESM.

Tabla 22.2 Número de habitantes por municipio al interior del PNCM de 1990-2010.

	POBLACIÓN		
Municipio	**1990**	**2000**	**2010**
Allende	232	N/A	N/A
Montemorelos	N/A	282	241
Monterrey	15	N/A	N/A
Santa Catarina	341	439	478
Santiago	1730	2108	1862
Rayones	N/A	131	109
Total años	**2318**	**2960**	**2690**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAPO e INEGI.

Tabla 22.3 Tasa de crecimiento poblacional al interior del PNCM en el período de 2000-2010.

	TASA DE CRECIMIENTO
Municipio	**2000-2010**
Montemorelos	-1.55
Santa Catarina	0.85
Santiago	-1.23
Rayones	-1.82
Promedio	**-1**

Fuente: Elaboración propia.

componentes, son diacrónicas, el tiempo juega un rol importante, porque todo proceso ecosistémico es ontológico antes que teleológico y su temporalidad es determinada por sus propias operaciones, correspondiendo sólo a sus necesidades autopoiéticas, de tal forma que el tiempo corresponde a la marcado por la autorreferencia.

Debido a los intercambios diacrónicos de energía y materia, es posible conceptualizar un devenir ecosistémico, porque "…el devenir natural es el resultado de interacciones, en las cuales se integran los dinamismos que intervienen y producen un resultado común. En definitiva, la estructura básica de cualquier cambio natural consiste en interacciones en las que se llega a estados de equilibrio" (Artigas, 2008). La autopoiésis es parte consecuente del devenir, pues ella transcurre en un tiempo biológico autónomo a otros tiempos, que es sólo y para sus operaciones, dictando su actualidad y potencialidad. El problema del devenir radica en la incidencia de operaciones de otros sistemas, principalmente los que sociales, pues las dinámicas de espacio-temporalidad sólo operan en y para sí, generando conflicto en la autonomía de los sistemas naturales, siendo en este punto donde se encuentra en principal reto en el manejo de las ANP.

22.4 DINÁMICAS ENDODEMOGRÁFICAS DEL PNCM

El número de localidades reportadas para el PNCM antes de su redelimitación era de 18 localidades distribuidas en cuatro municipios, donde el 55.6% correspondían al municipio de Santiago. En el Programa de Conservación y Manejo del PNCM (CONANP, En Prensa), producto de la redelimitación del Parque, se reportaron 49 localidades distribuidas en cuatro municipios, volviendo a ser Santiago el que presentó el mayor número de localidades con un 53%. Lo que hay que señalar es que el número de localidades se disminuyo en un 12% para el año 2010 (Tabla 22.1).

La mayor cantidad de población al interior del PNCM en los últimos 20 años se localiza en el municipio de Santiago con 74.6% en 1990, 71.2% en 2000 y 69.2% en 2010. Seguido por Santa Catarina con un 14.7%, 14.8% y 17.8%, respectivamente. Habiendo un decremento de la población para el PNCM de 9.1% en los últimos 10 años (Tabla 22.2).

Las dinámicas de crecimiento poblacional al interior del PNCM se han presentado a la baja en la mayoría de los municipios, como se muestra en su tasa de crecimiento poblacional de los últimos 10 años, la cual da un promedio de -1 para todo el PNCM (Tabla 22.3). Según la información presentada en el Programa de Conservación y Manejo del PNCM (CONANP, En Prensa), las dinámicas migratorias del Parque son

intermunicipales, lo que representa flujos migratorios temporales (Tabla 22.3).

El grado de marginación se sustenta en un índice construido a partir de las características de infraestructura, equipamientos y servicios con los que cuenta la localidad, de ahí la importancia de su inclusión, porque indica el grado de desarrollo de la localidad respecto a esas características.

El 49.3% de localidades del PNCM en el año 2000 se encontraba en un grado alto de marginación, seguidas por 46.9% en un grado muy alto y el 14.3% en un grado medio, no presentándose para este año localidades en grados bajos y muy bajos. Para el año 2010, el número de localidades en grados muy altos de marginación disminuyó, pues representan el 21.4% del total de localidades, siendo un 25.5% menos respecto al año 2000. Apareciendo 6.9% de localidades que habitan en grados bajos de marginación (Tabla 22.4).

En cuanto al número de habitantes, el 41% del total vivían en el año 2000 en localidades con un grado de marginación alto, a diferencia de las localidades, el segundo porcentaje más alto corresponde al nivel medio de marginación con un 34.2% y por último el 20.7% corresponden a grados medios de marginación. Para el año 2010, el mayor porcentaje de habitantes se encuentra en grados altos de marginación con un 59.1%,correspondió 21.9% a grados medios, en cuanto al grado bajo, le corresponde un 9.8% y por último, el grado muy alto con un 9.1% del total de la población (Tabla 22.5).

En cuanto al grado de marginación, por el número de localidades por municipio, para el año 2010, Santiago fue el que presentó la mayor cantidad de localidades en alta marginación con un 61.5%, seguido por Rayones con un 19.2%, donde este último, presenta el 100% de sus localidades al alta marginación. En la marginación baja, Montemorelos, Santa Catarina y Santiago presentan el mismo porcentaje. En la muy alta marginación, Santa Catarina presentó el 55% de las localidades y Santiago el 45% (Tabla 22.6).

El municipio que presentó el mayor porcentaje de habitantes que padecen alta marginación fue Santiago con 80.2% del total de habitantes que se encuentran en la misma situación, el resto de los tres municipios osciló entre un 5.8% y 7%. En grados de marginación bajos, la mayoría de los habitan pertenecen al municipio de Santa Catarina con un 73%. En lo que respecta al porcentaje de habitantes que viven en grados muy altos de marginación fue Santiago con 63.8% el que presentó el mayor número (Tabla 22.7).

Dadas las características de reglamentación de las ANP, en algunos casos, se verían afectadas las localidades en su inclusión a los servicios básicos por la vía tradicional, aunque existe la posibilidad del uso de

Tabla 22.4 Número de localidades por grado de marginación 2000-2010 al interior del PNCM.

	LOCALIDADES	
Grados de marginación	**2000**	**2010**
Muy alto	19	9
Alto	23	25
Medio	7	5
Bajo	N/A	3
Muy bajo	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO.

Tabla 22.5 Número de habitantes por grado de marginación 2000-2010 al interior del PNCM.

	POBLACIÓN	
Grados de marginación	**2000**	**2010**
Muy alto	615	246
Alto	1,340	1,590
Medio	1,018	591
Bajo	N/A	263
Muy bajo	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO.

Tabla 22.6 Número de localidades por municipio y grado de marginación para el 2010.

Municipio	**Muy bajo**	**Bajo**	**Medio**	**Alto**	**Muy alto**
Montemorelos	N/A	1	1	1	N/A
Santa Catarina	N/A	1	1	4	5
Santiago	N/A	1	3	16	4
Rayones	N/A	N/A	N/A	5	N/A

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO.

Tabla 22.7 Número de habitantes por municipio y grado de marginación para el 2010.

Municipio	**Muy bajo**	**Bajo**	**Medio**	**Alto**	**Muy alto**
Montemorelos	N/A	63	66	112	N/A
Santa Catarina	N/A	192	104	93	89
Santiago	N/A	8	421	1,276	157
Rayones	N/A	N/A	N/A	109	N/A

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO.

ecotecnias que ayuden a mitigar la carencia, en algún servicio que requiera infraestructura que contravenga las disposiciones legales. Hay que resaltar que las dinámicas demográficas internas presentan tasas de crecimiento que tienden a disminuir la población, que posiblemente se deban a otros fenómenos que van más allá de las disposiciones legales del parque o sus programas, por ejemplo, crisis económicas, violencia del crimen organizado o contingencias ambientales, que son fenómenos externos a las dinámicas del parque que influyen directamente sobre su operar.

22.5 DINÁMICAS EXODEMOGRÁFICAS DEL PNCM

El municipio que ha presentado la mayor cantidad de población de los últimos 50 años, es Monterrey, debido a su importancia regional por ser capital del estado y punto de origen desde donde se configura el AMM, siendo principal polo atractor para las diversas actividades comerciales, gubernamentales, culturales, educativas y económicas de la región. El segundo municipio de mayor importancia en cuanto tamaño poblacional es Santa Catarina, el cual se distanció de San Pedro Garza García en la década de los noventas, donde este último dado su alto ingreso per cápita, tiene mayor incidencia sobre PNCM. Hay que señalar que García ha tenido un crecimiento considerable en su población en los últimos diez años, pero sus zonas de desarrollo se encuentran alejadas de los límites del PNCM (Tabla 22.8).

En una proyección de la población a 20 años se puede observar que la población en Monterrey tendrá un aumento de 4.2% en su número de habitantes lo que representa una tasa de crecimiento de 0.21. Santa Catarina, en el mismo periodo, aumentará su población en un 23.8%, con una tasa de crecimiento promedio de 1.48. El promedio general para los municipios en sus tasa de crecimiento para el periodo del 2000 al 2010 fue de 2.85, y se espera que disminuya para el 2020-2030 ubicándose en una tasa de 0.99, pues municipios como San Pedro Garza García, Santiago o Allende, presentan una tendencia a la disminución de su población (Tablas 22.9 y 22.10).

Las dinámicas exodemográficas del PNCM son las que causan mayor presión hacían los recursos y operaciones de los sistemas ecológicos, pues el hecho de que se encuentre en territorio de una gran metrópoli la vuelve vulnerable, pero el hecho de que las tendencias en el crecimiento poblacional de los municipios vaya a la baja, no deja de representar un aumento en el número de individuos de un 17.6% para el 2030, lo que implica un aumento en la capacidad de carga de los ecosistemas así como de la huella ecológica.

22.6 LAS AMENAZAS POTENCIALES

El PNUMA (2012) en su informe GEO5, menciona cinco consecuencias de la relación ambiente-sociedad que afectan al ser humano, que son:

1) La combinación de sequías, presiones humanas y económicas que causan problemas de seguridad, tanto alimentaria como social.

2) Incremento en la temperatura media en algunas zonas del planeta que ha traído consecuencias en la salud de las personas como los casos de malaria en lugares donde no existía.

3) Aumento en el número e intensidad de fenómenos climáticos como huracanes, tornados, lluvias torrenciales, entre otros más, que afectan en mayor medida a las zonas que no estaban prevenidas para esas contingencias.

4) El aumento en el nivel del mar que se vuelve una amenaza para la cohesión social, seguridad alimentaria y bienes naturales en zonas con niveles bajos de altitud.

5) Pérdida en la biodiversidad y aumento en la tasa de extinción de las especies, que afecta la prestación de los servicios ambientales, tangibles e intangibles, por parte del ecosistema.

Estas cinco consecuencias se plantean como tema

Tabla 22.8 Número de habitantes por municipio con territorio en el PNCM para el período 1960-2010.

	POBLACIÓN					
Municipio	**1960**	**1970**	**1980**	**1990**	**2000**	**2010**
Allende	10,764	14,893	19,286	22,211	27,773	32,593
García	4,091	6,477	10,434	13,164	28, 974	143,668
San Pedro Garza García	14,943	45,983	81,974	113,040	125,978	122,659
Montemorelos	28,667	37,265	43,874	49,302	52,741	59,113
Monterrey	601,085	858,107	1,090,009	1,069,238	1,110,997	1,135,550
Santiago	16,993	24,089	28,585	30,182	36,812	40,469
Rayones	3,848	3,724	3,506	3,164	2,613	2,628
Santa Catarina	12,895	36,385	89,488	163,848	227,026	268,955
Total	**693,286**	**1,026,923**	**1,367,156**	**1,464,149**	**1,583,940**	**1,805,635**

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

prioritarito en las agendas ambientales de los distintos países, aunque sus alcances y planteamientos son a gran escala, no hay que olvidar que su origen es a pequeña escala y por lo mismo se pueden hacer estrategias desde lo local. De ahí la importancia que cobran las reservas territoriales destinadas a la conservación y preservación de los recursos naturales, como lo es en su caso el PNCM, que pueden incidir directamente en la mitigación los problemas del aumento de la temperatura y la pérdida de la biodiversidad.

Lo anterior cobra sentido respecto a la función prioritaria de las ANP que se encuentran ubicadas cerca de áreas urbanas importantes, pero esto a su vez presenta un doble riesgo, por un lado que se vuelvan islas por la fragmentación, y por el otro, que el crecimiento de la mancha urbana las acabe absorbiendo y cedan gradualmente sus superficie, para que al final se acaben volviendo parques al interior de la ciudad. Para el caso del PNCM, éstas son sus dos grandes posibles amenazas, relacionadas directamente con las dinámicas exodemográficas, porque las dinámicas endodemográficas presentan niveles muy bajos que no se representan amenaza alguna para la deriva ecosistémica del Parque, pues su densidad poblacional es apenas de 0.015 hab/ha y con tendencia a decrecer.

Las principales amenazas del PNCM se ubican en el exterior, lo que significa, sí se conceptualiza al PNCM como un sistema, que se corre el riesgo que sus operaciones se abran a las comunicaciones provenientes de sistemas ajenos, en este caso, al sistema urbano que opera de forma alopoiética, lo cual crea mayor complejidad en el operar del parque que también viene siendo un sistema alopoiético, puesto que no es autónomo, sus operaciones dependen de otros sistemas como lo son el jurídico, político, económico, social y ecológico. Aquí surge un problema porque el PNCM presenta dos formas de operar que podrían parecer mutuamente excluyentes, pero como tienen fines similares permite su acoplamiento. Donde las formas de operar son la administrativa y la ecológica y el fin es la conservación de sus ecosistemas, la primera es alopoiética y la segunda autopoiética, y lo por lo tanto, su conservación se sustenta en la autonomía.

En un sentido pragmático, el PNCM se conservaría por sí mismo si se dejara actuar bajo sus propias reglas y controles, que responden al orden de lo natural pero dado su contexto coyuntural sin un marco jurídico-administrativo que la proteja, la ciudad ya lo hubiera absorbido.

Las principales posibles amenazas relacionadas con las dinámicas demográficas que se pueden ubicar, si se conceptualiza al PNCM en base a los dos sistemas que convergen, serían: presiones de los agentes inmobiliarios hacia las autoridades para poder urbanizar terrenos del Parque por el alto valor que pueden alcanzar, necesidad de mayor cantidad o ampliación de las redes carreteras por el aumento del parque vehicular, presión hacia los ecosistemas producto del aumento de los visitante, riesgos de desarrollos de vivienda formal o informal cerca de los límites de sus límites que generen algún tipo de presión y, contaminación de cualquier tipo producto de la ciudad. Amenazas que son latentes y que inciden directamente en el operar del sistema ecológico, de ahí que se presenten como una contingencia que debe de ser atendida desde el operar del sistema administrativo que tiene los grados de libertad necesarios para poder hacerles frente.

Tabla 22.9 Proyección de la población por municipio con territorio en el PNCM para el período 2010-2030.

	POBLACIÓN		
Municipio	**2010**	**2020**	**2030**
Allende	32,593	37,413	42,233
García	143,668	258,362	373,056
San Pedro	122,659	119,340	116,021
Montemorelos	59,113	65,485	71,857
Monterrey	1,135,550	1,160,103	1,184,656
Santiago	40,469	44,126	47,783
Rayones	2,628	2,643	2,658
Santa Catarina	268,955	310,884	352,813
Total	**1,805,635**	**1,998,356**	**2,191,077**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22.10 Tasa de crecimiento de la población por municipio con territorio en el PNCM para el período 1980-2030.

	TASA DE CRECIMIENTO				
Municipio	**1980 1990**	**1990 2000**	**2000 2010**	**2010 2020**	**2020 2030**
Allende	1.46	2.26	1.61	1.39	1.22
García	2.41	8.2	17.36	6.04	3.74
San Pedro	3.34	1.09	-0.26	-0.27	-0.28
Montemorelos	1.20	0.68	1.15	1.03	0.93
Monterrey	-0.20	0.38	0.21	0.21	0.21
Santiago	0.56	2.0	0.95	0.87	0.79
Rayones	-1.04	-1.89	0.06	0.06	0.06
Santa Catarina	6.38	3.31	1.71	1.46	1.27
Promedio	**1.76**	**2.00**	**2.85**	**1.35**	**0.99**

Fuente: Elaboración propia.

22.7 A MANERA DE CONCLUSIÓN

Las ANP son espacios donde convergen en su operar los sistemas administrativos y los sistemas ecológicos, pero tienen como cualidad que los dos tienen como

finalidad la conservación de la biodiversidad. El principal reto se presenta cuando las ANP se ubican cerca de grandes ciudades, porque en tal contexto, las contingencias de los sistemas van más allá de las de sus propias reglas y fines, hecho que pone en riesgo el operar de los sistemas ecológicos que son autopoiéticos, porque si se abre y acopla su comunicación interna a la de otro sistema, el sistema se transforma o muere. A diferencia del sistema administrativo que tan sólo se transforma y cambia algunas reglas de sus operaciones, pero sigue manteniendo su identidad sistémica.

Una estrategia para hacer frente a las amenazas potenciales es incluirlas dentro del operar del sistema administrativo como una contingencia, por medio de planes que construyan posibles escenarios basados en las amenazas potenciales, y de ahí, se tomen decisiones de qué y cuáles acciones son posibles realizar ante tal situación. Porque del lado ambiental se puede hacer poco, lo único es crear las condiciones necesarias para que la deriva de los ecosistemas siga su curso de manera natural, mitigando en la media de lo posible las presiones antrópicas hacia los sistemas ecológicos.

No se puede negar la importancia que tienen las ANP en la conservación de los recursos bióticos y en la generación de servicios ambientales, pero lo que hay que tener en cuenta y comenzar a plantearse como una problemática, es el hecho de la posibilidad de volverse islas, pues en casos como de las ANP del AMM, donde sus límites son cercanos a una de las ciudades más grandes de México, hace que sus flujos energéticos se vean afectados, lo cual lleva como consecuencia, que su deriva opere cada vez más desde la elasticidad del ecosistema, que en algunos años puede llevarla paulatinamente a una erosión trófica que afectaría todo su operar. En el caso del PNCM, su principal amenaza potencial, en este sentido, sería la fragmentación producto de urbanizaciones residenciales de alta plusvalía y la infraestructura inherente a ellas, la cual afectaría sus flujos comunicativos, aunque dada la extensión su elasticidad es mayor pero no deja de existir la posibilidad. De tal forma que resulta pertinente generar acciones sustentadas en modelos contingentes.

22.8 LITERATURA CITADA

Artigas, M. 2008. Filosofía de la naturaleza. EUNSA, España.

CONANP. (En Prensa). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Pp. 179.

CONAPO. 2012. Índices de Marginación a Nivel Localidad, 2010. Secretaría de Gobernación, Secretaría de Desarrollo Social, México.

CONAPO. 2002. Índices de Marginación a Nivel Localidad, 2000. Secretaría de Gobernación, Secretaría de Desarrollo Social, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2002. XII Censo de Población y Viviendo 2000. INEGI, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2012. XIII Censo de Población y Viviendo 2010. INEGI, México.

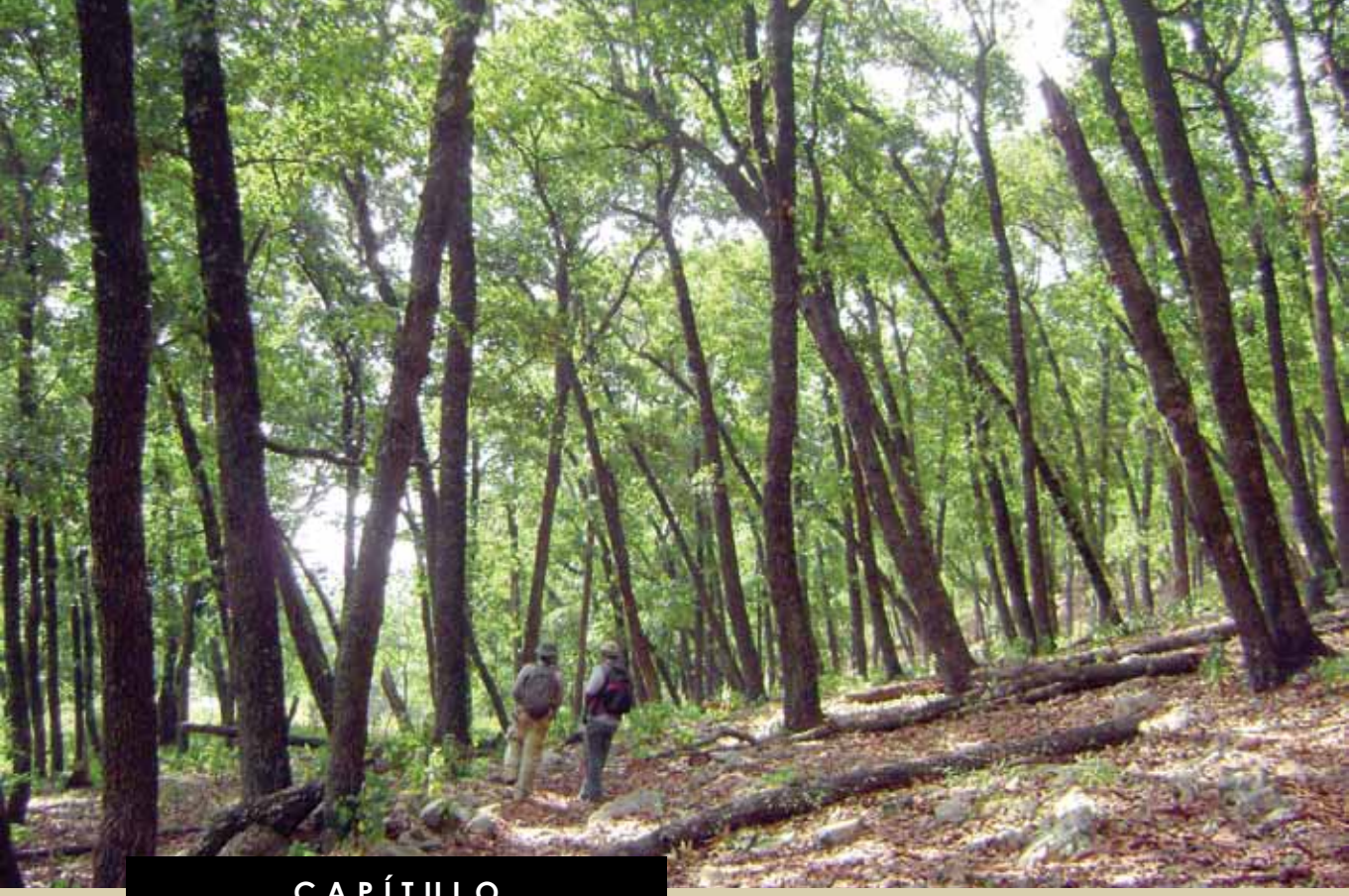
Luhmann, N. 1998. Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general.Anthropos/UIA/ITESO, México.

Margalef, R. 2002. Teoría de los sistemas ecológicos. ALFAOMEGA/Universitat de Barcelona, México

Maturana, H. 2008. El sentido de lo humano. Granica, Argentina.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2012. GEO 5. Perspectivas del medio ambiente mundial. PNUMA, Kenya.

Schneider, E. y D. Sagan. 2009. La termodinámica de la vida. Física, cosmología, ecología y evolución. Tusquets Editores. Barcelona, España.



CAPÍTULO

23

PERCEPCIÓN SOCIAL

SOBRE LOS SERVICIOS AMBIENTALES

César Cantú A.[1], Juan García J.[2], Miguel Murguía R.[3], Libertad Leal L.[4], Leonardo Chapa V.[5], Dino González U.[6], Milton Aragón P.[7] Rodolfo Nájera S.[8], F. González Saldivar[1], J. Marmolejo Moncivais[1], J. Uvalle Sauceda[1] y Paulina Hinojosa T.[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales Carretera Nacional km 145, C.P. 67700, A.P. 41. Linares, N.L.
[2]Instituto Tecnológico de Nuevo León, SEP
[3]Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias
[4]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas
[5]Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, División de Ciencias Ambientales
[6]Departamento de Estadística y Cálculo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
[7]El Colegio de Sonora
[8]Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat- Delegación, Nuevo León)
cantu.ayala.cesar@gmail.com

Cantú-Ayala, C., J. García-Jiménez, M. Murguía-Romero, L. Leal-Lozano, L. Chapa Vargas, D. González-Uribe, J. Aragón-Palacios, R. Nájera-Sánchez, F. González-Saldivar, J. Marmolejo-Moncivais, J. Uvalle-Sauceda y P. Hinojosa-Torres. 2013. Percepción Social sobre los Servicios Ambientales, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 261-273.

Percepción Social sobre los Servicios Ambientales

César Cantú A., Juan García J., Miguel Murguía R., Libertad Leal L., Leonardo Chapa V., Dino González U., Milton Aragón P., Rodolfo Nájera S., Fernando González S., José Uvalle S. y Paulina Hinojosa T.

23.1 INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), localizado en la región central del estado de Nuevo León, fue decretado de manera oficial en el año 1939, teniendo como justificación principal, proteger la cubierta vegetal de sus ecosistemas para regular las avenidas extraordinarias producidas por las lluvias torrenciales y con ello evitar inundaciones en la ciudad de Monterrey.

La extensión original del PNCM fue de 245,000 hectáreas, pero el crecimiento de la ciudad de Monterrey cuya población en 1940 era de 240 mil habitantes en una superficie de 30 km^2, pasó a 3.4 millones de habitantes en 530 km^2 en el año 2000 (Tamez, 2009, INEGI, 2010), provocando la invasión de su territorio por lo que en el año 2000 se modificaron sus límites geográficos, quedando en 177,396 hectáreas, lo que representó una pérdida de 67,604 hectáreas, es decir, una tasa de pérdida promedio de 3 hectáreas diarias durante 61 años (Cantú *et al.,* 2010).

El 47.4% de la superficie total del PNCM se encuentra dentro de los nueve municipios que conforman el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) en cuya mancha urbana de 718 km^2, es decir, aproximadamente el 1% de la superficie del estado de Nuevo León, vive el 89% de la población total del estado; de ahí que el PNCM sea una reserva ecológica estratégica, proveedora de servicios ambientales para los regiomontanos (Cantú *et al.,* 2010; Cantú, 2012).

En Nuevo León predominan los climas semiáridos extremosos en cuyos ecosistemas prosperan diversos matorrales xerófilos. Sólo 11% de su territorio está cubierto por bosques templados (principalmente de coníferas y encinos) (Cantú, 2012); lo anterior contribuye a que en Nuevo León las actividades agropecuarias ocupen un lugar poco relevante respecto a los otros sectores de la economía, siendo lo anterior, una causa por la que fue uno de los primeros estados del país que entró de lleno a la industrialización; ya en 1902, ocupaba el primer lugar nacional produciendo el 13.4% de valores industriales, por encima del estado de México (11.2%) y el DF (11.7%) (Cerruti, 2006). Actualmente, el 93% de la población en Nuevo León es urbana, siendo la entidad de la república que mayor migración tiene de localidades rurales a urbanas (Moreno, 2005).

Los servicios ambientales (SA) que brindan los ecosistemas son determinantes para la sociedad. Desafortunadamente, existe un marcado desconocimiento, sobre todo, por parte de las personas que viven en grandes ciudades, acerca del importante papel que éstos juegan para su bienestar. Según la clasificación de TEEB (2011) existen 17 servicios ambientales agrupados en cuatro categorías: Aprovisionamiento, Regulación, Hábitat y Culturales. Con base en el decreto original y a las características de la categoría a la que pertenece según la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el PNCM cumple los siguientes servicios ambientales en orden de importancia: es un agente regulador de las avenidas torrenciales que amenazan el AMM, es un sitio de belleza escénica cuyos paisajes sirven para el esparcimiento de sus visitantes, es un refugio de vida silvestre y contribuye al sustento material, principalmente para quienes viven dentro de sus límites.

Por otra parte, al entender cómo los grupos humanos construyen imágenes sobre el ambiente que les rodea y cómo le dan significado a su relación con los ecosistemas que constituye la principal preocupación del estudio de las percepciones ambientales y, de acuerdo con Arizpe *et al.* (1993), es a partir de un problema como se genera un proceso social de percepción, conocimiento y comprensión que se va construyendo, utilizando asimismo, información proveniente de otros individuos y por distintos medios (Castillo *et al.,* 2009).

La evolución de la concepción humana de la naturaleza, a nivel global, ha pasado de ser eminentemente ecológica, como en las sociedades pre-agrícolas, a una de carácter antropocéntrica, característica de las sociedades industrializadas, tal como es el caso de los habitantes del AMM (Leopold, 1960; Cárdenas, 2002; Jim y Chen, 2006; Cantú *et al.,* 2010). Dado que gran parte del territorio de Nuevo León está cubierto por zonas semiáridas de escasa productividad, desde tiempos ancestrales, el ambiente natural ha sido concebido por parte de la mayoría de sus habitantes, como hostil y antagónico; lo que probablemente determine que la cosmovisión de los neoloneses sea preponderantemente antropocéntrica.

Por otra parte, a la sociedad regiomontana se le puede considerar mayoritariamente conservadora, siendo 88% de sus habitantes católicos y de afinidad política conservadora como lo indican los resultados de las pasadas elecciones políticas del país (INEGI, 2009; IFE, 2012). La filosofía conservadora tiene como valor máximo la tradición, entendida como un puente histórico de una forma de comportamiento, un modo de entender la libertad y manera de organización social y política; la cual debe ser respetada, mantenida y fomentada, es decir conservada. En contraste con la filosofía liberal que busca remover los obstáculos externos para la realización de la libertad individual; siendo la libertad y no la tradición la que debe ser respetada, mantenida y fomentada ya que es una característica inherente del ser humano (Abbagnano, 1985; Xirau, 2005).

En ese mismo orden de ideas, un aspecto que merece especial atención es la perspectiva de las personas respecto a la evolución. No obstante que han pasado 153 años de que Charles Darwin publicó El Origen de las Especies y que esta teoría ha sido plenamente aceptada en círculos académicos, sólo 39% de las personas de EE.UU. aceptan a la evolución para explicar el origen de nuestra especie. Además, un tercio de los estadounidenses consideran que los planteamientos de la biblia se deben aceptar de manera literal (Gallup, 2009). En Latinoamérica, la teoría de la evolución ha tenido aún menor aceptación, debido al carácter aún más conservador de sus habitantes (Ardila, 2011; Argueta, 2009).

Dada la importancia que tiene el PNCM para la sociedad regiomontana como fuente de servicios ambientales claves para contribuir a su bienestar, se realizó el presente estudio para determinar, a través de una encuesta, cómo las personas del AMM califican los servicios ambientales que brinda a la sociedad, respecto a su edad y concepción de la naturaleza: 1) Evolucionista-Creacionista; 2) Ecocentrista-Antropocentrista y 3) Liberal-Conservador.

23.2 METODOLOGÍA

Se realizó una encuesta a 800 personas mayores de 16 años de edad en distintos lugares públicos de la ciudad de Monterrey: La Alameda, el Parque Fundidora, Paseo Santa Lucía y Macroplaza, entre los meses de marzo y mayo de 2012. La encuesta constó de 33 preguntas de opción múltiple y se aplicó cara a cara. En el presente estudio se analizó la valoración que hicieron los encuestados del PNCM respecto a su contribución al 1) bienestar social, 2) fuente de agua y a los 17 servicios ambientales según la clasificación de La Economía de los Ecosistemas y Biodiversidad (TEEB, 2011) agrupados en cuatro categorías: 3) aprovisionamiento (alimento, materias primas, agua limpia y medicinas); 4) regulación (tratamientos de aguas residuales, prevención de la erosión del suelo, control biológico de plagas y polinización); 5) hábitat (hábitat de especies y mantenimiento de diversidad genética) y 6) culturales (recreación y salud mental y física, turismo, apreciación estética y experiencia espiritual). Las respuestas posibles (opción múltiple) fueron: Nada: 0; Muy Poco: 20; Poco 40; Moderado: 60; Importante: 80 y, Muy Importante: 100, así como 7) edad de las personas encuestadas, respecto a su concepción de la naturaleza: Evolucionista-Creacionista, Ecocentrista-Antropocentrista y Liberal-Conservador, con base en las siguientes preguntas:

1) Evolucionista-Creacionista

a) ¿Considera Ud. que los seres humanos somos resultado de un proceso de? (Respuestas posibles: Evolución; Creación).

b) ¿Considera Ud. que la Evolución de las especies (cambio gradual de los organismos, adaptándose a las condiciones cambiantes del ambiente) es? (Respuestas posibles: Sólo una hipótesis; Un hecho comprobado).

2) Ecocentrista-Antropocentrista

a) ¿Considera Ud. que nuestra especie (*Homo sapiens*) es la más importante en la naturaleza por lo que tenemos el derecho de destruir o desplazar al resto de las especies en la búsqueda de nuestro beneficio? (Respuestas posibles: Total Desacuerdo: 0; Poco de Acuerdo: 33; De Acuerdo: 66; Muy de Acuerdo: 100).

b) ¿En qué medida estaría Ud. dispuesto(a) a sacrificar su nivel de vida (comodidades tecnológicas) por una vida más cercana a la naturaleza? (Respuestas posibles: Total Desacuerdo: 0; Poco de Acuerdo: 33; De Acuerdo: 66; Muy de Acuerdo: 100).

c) ¿Considera Ud. que el progreso y avance de la ciudad de Monterrey (vivienda, vialidades, empleo, servicios, etc.), están por encima de la conservación de la naturaleza? (Respuestas posibles: Total Desacuerdo: 0; Poco de Acuerdo: 33; De Acuerdo: 66; Muy de Acuerdo: 100).

3) Liberal-Conservador

a) ¿Considera Ud. que el futuro de las personas y la naturaleza está predestinado y regido por una fuerza superior? (Respuestas posibles: Sí; No).

b) ¿Considera Ud. que las libertades individuales están por encima de las tradiciones y principios religiosos para elegir el tipo de desarrollo y avance de la sociedad? (Respuestas posibles: Sí; No).

Considerando que los resultados de la encuesta fueron de tipo ordinal, se utilizó el método no-paramétrico de Chi-cuadrada en tablas de contingencia para el análisis de los datos, mediante el índice Tau-c de Kendall (τ_c) que mide el grado de asociación de variables ordinales, cuyos valores se pueden interpretar como una medida directa de la probabilidad de observar pares iguales o pares diferentes; los valores de este índice van de -1 a 1, donde 0 significa no asociación entre las variables. Su fórmula es:

$$\tau_c = \frac{N_s - N_d}{\frac{1}{2} N^2[(m - 1)/m]}$$

Donde, N= número total de casos, Ns= número de pares iguales, Nd= número de pares diferentes, m= es el valor mínimo del número total de hileras y columnas. Los análisis estadísticos fueron realizados con los programas STATISTICA 7.1 y SPSS 17.

23.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La proporción de sexos de las personas entrevistadas fue de 55% hombres y 45% mujeres; siendo su edad promedio de 30.3 ± 13.3 años con la siguiente distribución en rangos: 65% entre 16 a 30 años; 24% entre 31 a 50 años; 8% entre 51 a 70 años y 3% personas de más de 71 años de edad. En cuanto a la escolaridad, 5% contaba con estudios de posgrado, 51% con nivel de Licenciatura, 17% con Preparatoria, 9% con estudios de nivel Técnico, 13% de Secundaria y 5% de nivel Primaria. En la presente encuesta se registró un mayor número de personas con educación de nivel profesional (52% en la entrevista respecto al 14.8% del censo de población de INEGI, 2010), lo que probablemente obedece a que muchas personas con bajo nivel de escolaridad rehusaron ser entrevistados mientras que las personas con mayor educación escolarizada se mostraron más interesados en participar en la encuesta.

Sólo 44% de las personas encuestadas tenía conocimiento de la existencia del PNCM, mientras que 69% de las personas desconocía que éste es un ANP decretada por el gobierno. Por otra parte, 20% del total de las personas encuestadas, dijo nunca haber visitado el PNCM y 88% carecía de conocimiento acerca de su extensión territorial. Sólo dos de cada cien personas supieron que el PNCM abarca ocho municipios de Nuevo León. Diez y ocho por ciento de los entrevistados no atinó a mencionar un sólo servicio ambiental proveído por el PNCM.

Evolucionista-Creacionista

Para la pregunta ¿Considera Ud. qué los seres humanos somos resultado de un proceso de evolución o creación?, el 32% de las personas encuestadas resultaron creacionistas, por abajo del 40% reportado por Dawkins (2005) para los habitantes de EE.UU; lo cual se puede explicar porque 57% de las personas encuestadas tenían estudios de Licenciatura o superior, como se explicó anteriormente. Por otra parte, las personas jóvenes (27.9 ± 0.5 años), con un predominio del 65% de los encuestados, se les puede considerar evolucionistas, mientras que las mayores (35.7 ± 1.0 años) creacionistas (Figura 23.1; Tabla 23.1). El grado de asociación entre la edad de los encuestados y la respuesta para esta misma pregunta, con base al índice de Tau-c Kendall, fue del 24% ($p<0.001$) (Tabla 23.2).

Sólo para los SA culturales, bienestar social y fuente de agua se registró asociación con la respuesta a la pregunta antes mencionada sobre la cosmovisión evolucionista-creacionista, no obstante el grado de asociación no fue mayor al 6.5% ($p<0.05$) (Tabla 23.1).

Para la pregunta ¿Considera Ud. que la Evolución de las especies (cambio gradual de los organismos, adaptándose a las condiciones cambiantes del ambiente) es sólo una hipótesis o un hecho científicamente comprobado?, el 34% del total de las personas encuestadas opinaron que es sólo una hipótesis, no existiendo asociación significativa con la edad (Tablas 23.2 y 23.3) (Figura 23.2).

Sólo para los SA culturales y fuente de agua se registró asociación con la respuesta a esta pregunta, sin embargo, el grado de asociación fue de 8.0% ($p<0.001$) (Tabla 23.3).

Las ideas creacionistas propician una cosmovisión antropocentrista, lo que desafortunadamente, determina que muchas personas con esta concepción de la naturaleza consideren que la solución a los problemas ambientales está determinado por una fuerza trascendental. De esta manera, muchos líderes religiosos subestiman los compromisos éticos de la sociedad de proteger la biodiversidad, como lo consigna Edward O. Wilson en su obra La Creación. Lo anterior queda de manifiesto con la negativa de El Vaticano de suscribir el Convenio de Protección de la Biodiversidad propuesto desde la Cumbre de Río en 1992 del que forman parte la mayoría de las naciones del mundo (Wilson, 2006; Dawkins, 2010).

Ecocentrista-Antropocentrista

Para la pregunta ¿Considera Ud. que nuestra especie (*Homo sapiens*) es la más importante en la naturaleza por lo que tenemos el derecho de destruir o desplazar al resto de las especies en la búsqueda de nuestro beneficio?, se registró un nivel de asociación del 6% ($p<0.008$) con signo negativo, lo que significa que a mayor edad más de acuerdo estuvieron las personas

Tabla 23.1 Valoración de los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM por parte de las personas encuestadas, respecto a su concepción evolucionista o creacionista de la naturaleza.

Simbología: N Nada. **MP** Muy Poco. **P** Poco. **M** Moderado. **I** Importante. **MI** Muy Importante.

Servicios ambientales	Calificación	¿Considera Usted qué los seres humanos somos resultado de un proceso de...? (Porcentaje de personas) ...Evolución	...Creación divina		Promedio General	Desviación Estándar	Tau-c de Kendall
APROVISIONAMIENTO	N	4.0	4.0	n=721	4.0	0.1	0.021 NS
	MP	3.6	3.5		3.6	0.1	
	P	6.1	7.5		6.8	1.0	
	M	21	10.1		15.4	7.4	
	I	28.9	27.3		28.1	1.2	
	MI	36.6	47.6		42.1	7.7	
REGULACIÓN	N	3.8	2.6	n=721	3.2	0.9	0.051 NS
	MP	2.4	1.8		2.1	0.5	
	P	5	4.4		4.7	0.5	
	M	14.8	13.2		14.0	1.1	
	I	31.0	30.0		30.5	0.7	
	MI	42.9	48.0		45.5	3.6	
HÁBITAT	N	1.6	3.1	n=721	2.4	1.0	-0.041 NS
	MP	1.0	0.9		0.9	0.1	
	P	3.2	3.1		3.2	0.1	
	M	9.3	7.5		8.4	1.3	
	I	27.3	27.9		27.6	0.4	
	MI	57.6	57.5		57.5	0.04	
CULTURALES	N	2.0	3.1	n=721	2.6	0.7	0.065 *
	MP	1.2	1.8		1.5	0.4	
	P	2.8	0.9		1.9	1.4	
	M	15.0	11.9		13.4	2.2	
	I	29.1	27.3		28.2	1.3	
	MI	49.8	55.1		52.4	3.7	
BIENESTAR SOCIAL	N	1.6	3.1	n=721	2.4	1.0	0.023 *
	MP	1.0	0.9		0.9	0.1	
	P	3.2	3.1		3.2	0.1	
	M	9.3	7.5		8.4	1.3	
	I	27.3	27.9		27.6	0.4	
	MI	57.6	57.5		57.5	0.04	
FUENTE DE AGUA	N	2.6	2.6	n=732	2.6	0.01	0.065 **
	MP	1.6	1.7		1.7	0.1	
	P	3.4	2.6		3.0	0.6	
	M	12.0	4.7		8.4	5.1	
	I	30.0	34.5		32.2	3.2	
	MI	50.4	53.9		52.1	2.5	

Significancia: NS: no significativo; *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

Figura 23.1 Edad promedio y su error estándar de las personas encuestadas, respecto a su concepción evolucionista o creacionista de la naturaleza.

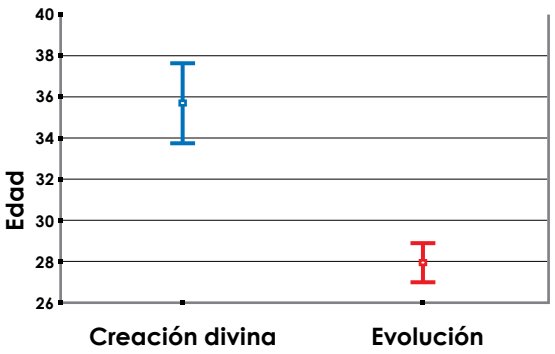


Tabla 23.2 Nivel de asociación entre la edad de las personas encuestadas y su concepción de la naturaleza: evolucionista-creacionista, antropocentrista-ecocentrista y liberal-conservador.

	Tau-c de Kendall	Significancia (P)
Evolucionista-Creacionista		
¿Considera Ud. qué los seres humanos somos resultado de un proceso de?	0.24	<0.001
¿Considera Ud. qué la Evolución de las especies (cambio gradual de los organismos, adaptándose a las condiciones cambiantes del ambiente) es?	0.06	NS
Antropocentrista-Ecocentrista		
¿Considera Ud. que nuestra especie (*Homo sapiens*) es la más importante en la naturaleza por lo que tenemos el derecho de destruir o desplazar al resto de las especies en la búsqueda de nuestro beneficio?	-0.06	<0.008
¿En qué medida estaría Ud. dispuesto(a) a sacrificar su Nivel de Vida (comodidades tecnológicas) por una vida más cercana a la naturaleza?	-0.07	<0.02
¿Considera Ud. que el progreso y avance de la ciudad de Monterrey (vivienda, vialidades, empleo, servicios, etc.), están por encima de la conservación de la naturaleza?	0.04	NS
Liberal-Conservador		
¿Considera Ud. que el futuro de las personas y la naturaleza está predestinado y regido por una fuerza superior?	0.11	<0.008
¿Considera Ud. que las libertades individuales están por encima de las tradiciones y principios religiosos para elegir el tipo de desarrollo y avance de la sociedad?	0.02	NS

Tabla 23.3 Valoración de los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM por parte de las personas encuestadas, respecto a su concepción evolucionista o creacionista de la naturaleza.

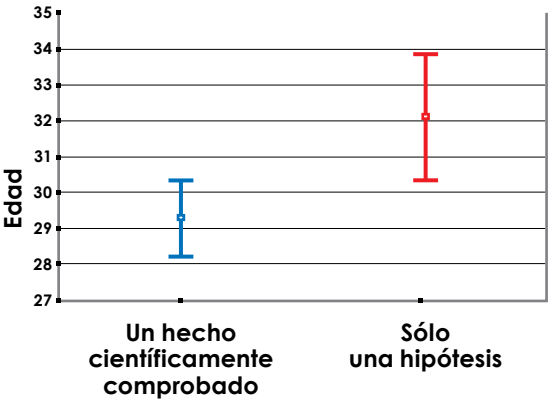
Simbología: N Nada. **MP** Muy Poco. **P** Poco. **M** Moderado. **I** Importante. **MI** Muy Importante.

Servicios ambientales	Calificación	¿Considera Ud. qué la Evolución de las especies (cambio gradual de los organismos, adaptándose a las condiciones cambiantes del ambiente) es... ? (porcentaje de personas)					
		Un hecho científicamente comprobado	Sólo una hipótesis		Promedio General	Desviación Estándar	Tau-c de Kendall
APROVISIONAMIENTO	N	5.2	2.3		3.8	2.0	
	MP	4.6	3.1		3.8	1.1	
	P	5.8	6.9		6.4	0.8	
	M	20	13.1	n=759	16.4	4.6	0.04 NS
	I	27.6	30.5		29.1	2.1	
	MI	37.2	44.0		40.6	4.8	
REGULACIÓN	N	3.0	4.3		3.6	0.9	
	MP	2.6	1.2		1.9	1.0	
	P	4	5.0		4.7	0.5	
	M	14.6	14.0	n=759	14.3	0.4	0.05 NS
	I	31.9	28.7		30.3	2.3	
	MI	43.5	46.9		45.2	2.4	
HÁBITAT	N	1.6	2.7		2.2	0.8	
	MP	1.4	0.0		0.7	1.0	
	P	2.8	3.5		3.1	0.5	
	M	8.8	8.5	n=759	8.7	0.2	0.04 NS
	I	28.5	25.2		26.9	2.4	
	MI	56.9	60.1		58.5	2.26	
CULTURALES	N	2.0	2.7		2.4	0.5	
	MP	1.8	0.4		1.1	1.0	
	P	3.0	0.8		1.9	1.6	
	M	13.6	14.3	n=759	14.0	0.5	0.067 ***
	I	28.7	29.1		28.9	0.2	
	MI	50.9	52.7		51.8	1.3	
BIENESTAR SOCIAL	N	1.6	2.7		2.2	0.8	
	MP	1.0	0.4		0.7	0.4	
	P	4.6	1.9		3.3	1.9	
	M	12.0	7.8	n=759	9.9	3.0	0.03 NS
	I	31.9	32.2		32.1	0.2	
	MI	48.9	55.0		52.0	4.34	
FUENTE DE AGUA	N	3.3	1.2		2.2	1.54	
	MP	1.6	2.3		1.9	0.5	
	P	3.9	1.2		2.5	2.0	
	M	11.2	8.1	n=768	9.7	2.2	0.08 ***
	I	29.7	34.0		31.8	3.0	
	MI	50.3	53.3		51.8	2.1	

Significancia: NS: no significativo; *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

Figura 23.2 Edad promedio y su error estándar de las personas encuestadas, respecto a su concepción evolucionista o creacionista de la naturaleza.

¿Considera usted que la evolución de las especies (cambio gradual de los organismos adaptándose a las condiciones cambiantes del ambiente es...?



encuestadas lo que representa una visión antropocentrista (Tablas 23.2 y 23.4; Figura 23.3).

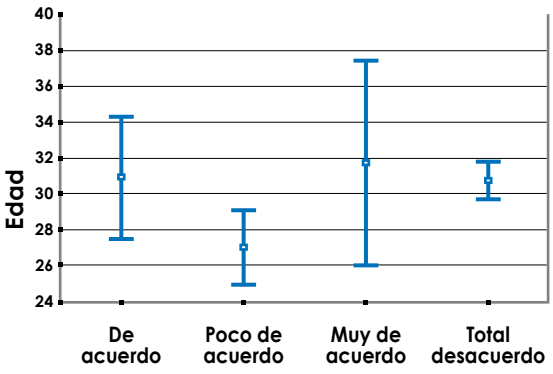
En cuanto la valoración del PNCM, sólo para los SA de aprovisionamiento y culturales, así como bienestar social y fuente de agua se registró asociación de las respuestas con la pregunta referida en el párrafo anterior. Sin embargo, el grado de asociación no fue superior al 12.0%, siendo precisamente la contribución del PNCM para el bienestar social, la variable que registró el mayor valor de asociación lo que significa que las personas ecocentristas tienen una mejor opinión sobre la importancia del Parque ($p<0.001$) (Tabla 23.4).

Para la pregunta ¿En qué medida estaría Ud. dispuesto(a) a sacrificar su nivel de vida (comodidades tecnológicas) por una vida más cercana a la naturaleza?, sólo 25% de los encuestados estuvieron de acuerdo por lo que son ecocentristas, siendo éstos los de mayor edad (32.0 ± 0.9 años) (Figura 23.4; Tabla 23.2).

La valoración del PNCM registró una asociación significativa para los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua, respecto a la pregunta referida en el párrafo anterior. Sin embargo, el grado de asociación no fue superior al 21% ($p<0.001$), siendo precisamente la contribución del PNCM para el bienestar social y fuente de agua las variables que obtuvieron el mayor valor de asociación lo que puede interpretarse que las personas con visión ecocentrista tienen una mejor opinión sobre la importancia del PNCM (Tabla 23.5).

Para la pregunta ¿Considera Ud. que el progreso y avance de la ciudad de Monterrey (vivienda, viali-

Figura 23.3 Edad promedio y su error estándar de las personas encuestadas, respecto a su concepción antropocentrista o ecocentrista de la naturaleza.



dades, empleo, servicios, etc.), están por encima de la conservación de la naturaleza?, no obstante que el 34% de los encuestados con edades superiores a los 30 años estuvieron en total desacuerdo, no se registró significancia estadística en la asociación de la edad de las personas con sus respuestas a esta pregunta (Figura 23.5; Tabla 23.2).

Por el contrario, para los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua, se registró una asociación (no mayor del 20%) altamente significativa ($p<0.001$) con las respuestas obtenidas, con valores negativos para el índice de Tau-c de Kendall lo que significa que a menor valoración del PNCM menos de acuerdo estuvieron en la pregunta, es decir, que tuvieron una opinión más ecocéntrica (Tabla 23.6).

El antropocentrismo resalta como una conducta predominante en la población encuestada de mayor edad, motivado probablemente por la cultura consumista y hedonista dominante en la sociedad urbana actual, no obstante que son mayoritariamente jóvenes los que predominaron en la encuesta.

La visión antropocentrista concibe a los humanos como seres excepcionales, no sujetos a las leyes biológicas que rigen los ecosistemas naturales. También los asume como seres capaces de modificar el entorno a su libre albedrío para obtener provecho de los recursos aunque con esto se incurra en el aprovechamiento excesivo. Los resultados reportados por Masera (2002) de una encuesta realizada por el PNUMA y la UNESCO son alarmantes ya que 80% de los jóvenes brasileños entrevistados, consideraron que sus acciones no tienen ningún impacto en el mundo, 50% opinaron que

Tabla 23.4 Valoración de los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM por parte de las personas encuestadas, respecto a su concepción antropocentrista o ecocentrista de la naturaleza.

Simbología: N Nada. **MP** Muy Poco. **P** Poco. **M** Moderado. **I** Importante. **MI** Muy Importante.

Servicios ambientales	Calificación	¿Considera Ud. que nuestra especie (*Homo sapiens*) es la más importante en la naturaleza por lo que tenemos el derecho de destruir o desplazar al resto de las especies en la búsqueda de nuestro beneficio? (Porcentaje de personas)							
		Poco de acuerdo	Total desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo		Promedio General	Desviación Estándar	Tau-c de Kendall
APROVISIONAMIENTO	N	5.5	4.0	2.0	3.4	n=766	3.7	1.4	0.076 ***
	MP	6.4	3.8	0.0	6.9		4.3	3.2	
	P	11.9	5.4	2.0	10.3		7.4	4.6	
	M	23.9	16.3	22.0	3.4		16.4	9.2	
	I	27.5	27.9	40.0	31.0		31.6	5.8	
	MI	24.8	42.7	34.0	44.8		36.6	9.2	
REGULACIÓN	N	6.4	2.6	4.0	6.9	n=766	5.0	2.0	0.04 NS
	MP	3.7	1.9	0.0	3.4		2.3	1.7	
	P	11.9	3.8	4.0	0.0		4.9	5.0	
	M	19.3	11.9	28.0	20.7		20.0	6.6	
	I	24.8	31.8	36.0	17.2		27.5	8.2	
	MI	33.9	47.9	28.0	51.7		40.4	11.3	
HÁBITAT	N	3.7	1.7	2.0	0.0	n=766	1.9	1.5	0.04 NS
	MP	0.9	1.0	0.0	0.0		0.5	0.6	
	P	10.3	1.7	4.0	6.9		5.7	3.7	
	M	6.5	7.8	22.0	10.3		11.7	7.1	
	I	36.4	25.7	32.0	13.8		27.0	9.8	
	MI	42.1	62.1	40.0	69.0		53.3	14.4	
CULTURALES	N	4.6	1.9	2.0	0.0	n=766	2.1	1.9	0.025 *
	MP	1.8	1.0	0.0	6.9		2.4	3.1	
	P	3.7	2.1	4.0	0.0		2.4	1.8	
	M	18.3	13.0	18.0	3.4		13.2	6.9	
	I	25.7	28.9	42.0	20.7		29.3	9.1	
	MI	45.9	53.1	34.0	69.0		50.5	14.6	
BIENESTAR SOCIAL	N	3.7	1.7	0.0	3.4	n=766	2.2	1.7	0.12 ***
	MP	0.9	0.9	0.0	0.0		0.4	0.5	
	P	4.6	3.1	8.0	3.4		4.8	2.2	
	M	14.7	9.7	14.0	6.9		11.3	3.7	
	I	39.4	30.8	36.0	24.1		32.6	6.7	
	MI	36.7	53.8	42.0	62.1		48.6	11.5	
FUENTE DE AGUA	N	2.8	2.9	0.0	3.4	n=775	2.3	1.5	0.10 ***
	MP	4.6	1.5	0.0	0.0		1.5	2.2	
	P	6.4	2.4	2.0	3.4		3.6	2.0	
	M	14.7	9.0	12.0	6.9		10.7	3.4	
	I	33.9	28.6	54.0	31.0		36.9	11.6	
	MI	37.6	55.5	32.0	55.2		45.1	12.1	

Significancia: NS: no significativo; *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

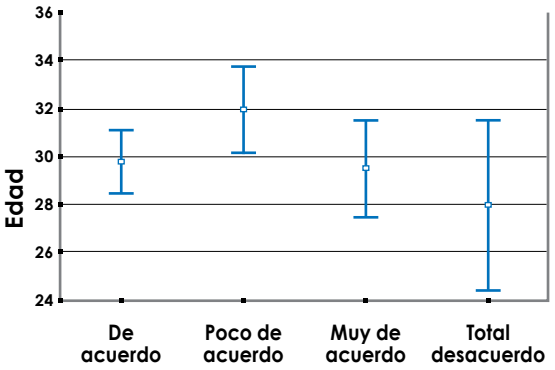
Tabla 23.5 Valoración de los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM por parte de las personas encuestadas, respecto a su concepción antropocentrista o ecocentrista de la naturaleza.

Simbología: N Nada. **MP** Muy Poco. **P** Poco. **M** Moderado. **I** Importante. **MI** Muy Importante.

Servicios ambientales	Calificación	¿En qué medida estaría Ud. dispuesto(a) a sacrificar su Nivel de Vida (comodidades tecnológicas) por una vida más cercana a la naturaleza? (Porcentaje de personas)							
		Muy de acuerdo	De acuerdo	Poco de acuerdo	Total desacuerdo		Promedio General	Desviación Estándar	Tau-c de Kendall
APROVISIONAMIENTO	N	5.0	4.8	1.3	5.7	n=767	4.2	2.0	0.11 ***
	MP	5.0	3.7	3.8	2.9		3.8	0.9	
	P	6.9	5.3	7.6	5.7		6.4	1.0	
	M	11.0	16.0	22.2	45.7		23.7	15.4	
	I	19.3	32.9	32.9	25.7		27.7	6.6	
	MI	52.8	37.4	32.3	14.3		34.2	15.9	
REGULACIÓN	N	3.2	3.1	3.2	11.1	n=767	5.1	4.0	0.13 ***
	MP	1.8	2.0	3.2	0		1.7	1.3	
	P	3.7	5.6	5.1	2.8		4.3	1.3	
	M	9.6	13.8	20.3	22.2		16.5	5.8	
	I	27.1	30.7	29.7	52.8		35.1	11.9	
	MI	54.6	44.8	38.6	11.1		37.3	18.6	
HÁBITAT	N	0.5	2.8	1.3	5.6	n=767	2.5	2.2	0.17 ***
	MP	0.9	0.6	0	8.3		2.5	3.9	
	P	1.4	3.4	5.1	5.6		3.8	1.9	
	M	4.6	6.5	13.4	33.3		14.4	13.2	
	I	21.6	29.2	31.8	22.2		26.2	5.1	
	MI	71.1	57.6	48.4	25.0		50.5	19.4	
CULTURALES	N	0.9	2.5	2.5	5.6	n=767	2.9	1.9	0.15 ***
	MP	0.9	1.4	1.3	2.8		1.6	0.8	
	P	1.4	2.3	1.9	11.1		4.2	4.6	
	M	11.0	11.0	19.6	30.6		18.0	9.3	
	I	22.9	31.3	34.2	19.4		27.0	6.9	
	MI	62.8	51.5	40.5	30.6		46.4	13.9	
BIENESTAR SOCIAL	N	1.8	2.3	1.3	2.8	n=767	2.0	0.6	0.21 ***
	MP	1.4	0.3	0	5.6		1.8	2.6	
	P	1.8	2.5	7.6	8.3		5.1	3.4	
	M	6.4	8.2	16.5	33.3		16.1	12.3	
	I	20.2	36.3	39.2	30.6		31.6	8.4	
	MI	68.3	50.4	35.4	19.4		43.4	20.9	
FUENTE DE AGUA	N	3.2	3.0	1.9	0	n=777	2.0	1.5	0.21 ***
	MP	2.7	1.7	1.3	0		1.4	1.1	
	P	1.8	2.2	5.7	5.6		3.8	2.1	
	M	9.1	8.8	10.1	27.8		13.9	9.2	
	I	17.7	35.6	37.1	41.7		33.0	10.5	
	MI	65.5	48.6	44.0	25.0		45.8	16.6	

Significancia: NS: no significativo; *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

Figura 23.4 Edad promedio y su error estándar de las personas encuestadas, respecto a su concepción antropocentrista o ecocentrista de la naturaleza.
¿En qué medida estaría usted dispuesto(a) a sacrificar su nivel de vida (comodidades tecnológicas) por una vida más cercana a la naturaleza?

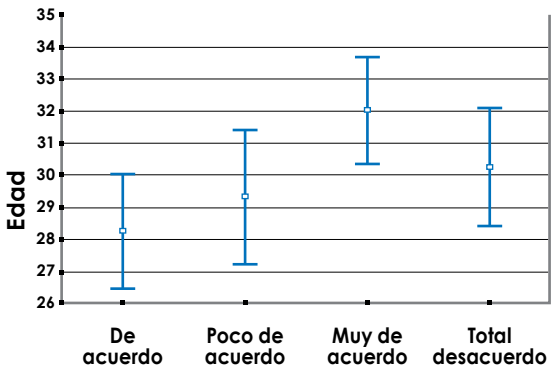


sus actitudes no influyen en las ciudades donde viven y 24% consideraron que sus actos no tienen ningún efecto en sus propias vidas. Sin embargo, el 50% reconocieron que los jóvenes consumen demasiado.

En este mismo orden de ideas, la encuesta mundial Gallup sobre las actitudes de la gente frente al medioambiente por género y países con Índices de Desarrollo Humano (IDH) bajo y muy alto realizada en el año 2010, indica que 47.7% de los varones y 46.1% de las mujeres de países con IDH bajo, consideraron al cambio climático como una amenaza grave respecto al 27.2% de varones y 31.5% de las mujeres de países con IDH alto (http//:worldview.gallup.com). Este mismo patrón se repitió para la calidad del agua, aire, política ambiental del gobierno y política de emisiones del gobierno, mostrando que los varones de países con IDH bajo son más conscientes de la problemática ambiental que las mujeres (PNUD, 2011; PNUMA, 2010); lo cual resulta contradictorio ya que se esperaría que las personas con mayor nivel de desarrollo humano fueran más conscientes de los problemas ambientales, sin embargo los resultados de esta encuesta indican lo contrario.

La visión ecocéntrica, en cambio, se enfoca más al valor de los ecosistemas, concibe al ser humano como un componente más de la naturaleza, sujeto a sus leyes; le otorga valor intrínseco a todas las especies vivas y a los constituyentes inertes de la naturaleza, y reclama un control de las actividades humanas con el fin de evitar una disrupción en los ecosistemas del planeta. Según Castillo y colaboradores (2008) la sociedad mexicana acepta más una visión ecocéntrica que una antropocéntrica sobre la naturaleza, al com-

Figura 23.5 Edad promedio y su error estándar de las personas encuestadas, respecto a su concepción antropocentrista o ecocentrista de la naturaleza.
¿Considera usted que el progreso y avance de la ciudad de Monterrey (vivienda, vialidades, empleo, servicios, etc. Están por encima de la conservación de la naturaleza?



parar estos resultados con los de países como estados Unidos, Japón y Perú. Para el caso particular de los habitantes del AMM, las personas jóvenes muestran una cosmovisión más econcentrista lo que representa una esperanza para el futuro.

Liberal-Conservador

Para la pregunta ¿Considera Ud. que el futuro de las personas y la naturaleza está predestinado y regido por una fuerza superior?, el 41% de las personas contestaron afirmativamente por lo que se les puede considerar conservadoras; este grupo corresponde a los de mayor edad (31.8 ± 0.8 años) respecto a los jóvenes (29.2 ± 0.6 años) que opinaron lo contrario. El grado de asociación fue de 11% entre la edad respecto a esta pregunta ($p<0.008$) (Figura 23.6 y Tabla 23.2).

Sin embargo, no se registró asociación estadísticamente significativa para ninguno de los cuatro grupos de SA ni para el bienestar social y fuente de agua (Tabla 23.7).

Para la pregunta ¿Considera Ud. que las libertades individuales están por encima de las tradiciones y principios religiosos para elegir el tipo de desarrollo y avance de la sociedad?, 61% de las personas contestaron afirmativamente por lo que se les podría considerar liberales, sin embargo, no se registró una asociación significativa con la edad de las personas encuestadas (Tabla 23.2; Figura 23.7).

Por otra parte, para los grupos de SA de regulación y culturales registraron una asociación significativa ($p<0.19$) del 11% y 19%, respectivamente (Tabla 23.8).

Las ideas creacionistas propician una cosmovisión

Tabla 23.6 Valoración de los SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM por parte de las personas encuestadas, respecto a su concepción antropocentrista o ecocentrista de la naturaleza.

Simbología: N Nada. **MP** Muy Poco. **P** Poco. **M** Moderado. **I** Importante. **MI** Muy Importante.

Servicios ambientales	Calificación	¿Considera Ud. que el progreso y avance de la ciudad de Monterrey (vivienda, vialidades, empleo, servicios, etc.), están por encima de la conservación de la naturaleza? (Porcentaje de personas)					Promedio General	Desviación Estándar	Tau-c de Kendall
		Poco de acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo	Total desacuerdo				
APROVISIONAMIENTO	N	1.5	6.1	5.7	4.2	n=766	4.4	2.1	-0.12 ***
	MP	4.5	4.8	4.4	2.7		4.1	1.0	
	P	7.5	4.1	6.3	6.5		6.1	1.5	
	M	20.1	15.6	17.7	15.6		17.3	2.1	
	I	37.2	23.8	29.7	24.4		28.8	6.2	
	MI	29.1	45.6	36.1	46.6		39.3	8.3	
REGULACIÓN	N	3.5	4.1	3.2	3.4	n=766	3.6	0.4	-0.17 ***
	MP	1.5	0.7	3.2	2.3		1.9	1.1	
	P	6.6	4.8	7.0	2.3		5.1	2.1	
	M	15.7	15.0	17.1	11.4		14.8	2.4	
	I	34.3	24.5	31.0	30.8		30.2	4.1	
	MI	38.4	51.0	38.6	49.8		44.5	6.9	
HÁBITAT	N	1.5	2.7	1.9	1.9	n=766	2.0	0.5	-0.20 ***
	MP	0.5	0.7	1.3	0.8		0.8	0.3	
	P	4.0	4.1	3.8	1.9		3.5	1.0	
	M	10.1	8.2	8.9	7.6		8.7	1.1	
	I	31.2	21.1	36.9	22.1		27.8	7.6	
	MI	52.8	63.3	47.1	65.8		57.2	8.8	
CULTURALES	N	3.0	2.0	3.8	0.8	n=766	2.4	1.3	-0.16 ***
	MP	1.0	1.4	1.3	1.1		1.2	0.2	
	P	3.5	2.7	1.3	1.9		2.4	1.0	
	M	15.7	12.9	16.5	11.0		14.0	2.5	
	I	30.8	21.8	34.2	28.5		28.8	5.2	
	MI	46.0	59.2	43.0	56.7		51.2	7.9	
BIENESTAR SOCIAL	N	2.0	2.0	1.9	1.9	n=766	2.0	0.1	-0.20 ***
	MP	0.5	0	0	1.5		0.5	0.7	
	P	4.0	2.7	5.1	3.1		3.7	1.1	
	M	16.6	7.5	7.0	9.9		10.2	4.4	
	I	32.2	34.7	35.4	28.6		32.7	3.1	
	MI	44.7	53.1	50.6	55.0		50.8	4.4	
FUENTE DE AGUA	N	2.0	3.4	2.5	3.0	n=766	2.7	0.6	-0.20 ***
	MP	2.5	0.7	2.5	1.1		1.7	0.9	
	P	3.5	2.7	3.1	2.6		3.0	0.4	
	M	11.9	8.8	9.9	9.4		10.0	1.4	
	I	37.8	29.3	37.9	23.2		32.0	7.1	
	MI	42.3	55.1	44.1	60.7		50.5	8.8	

Significancia: NS: no significativo; *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

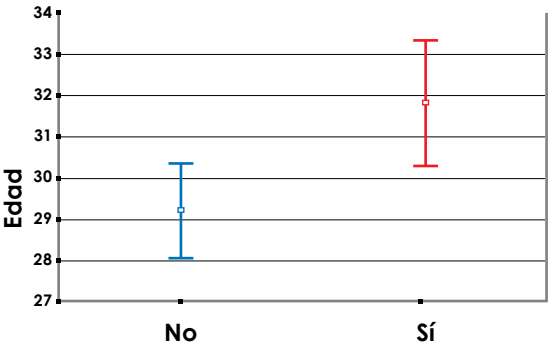
Tabla 23.7 Valoración de los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM por parte de las personas encuestadas, respecto a su concepción liberal o conservadora de la naturaleza.

Simbología: N Nada. **MP** Muy Poco. **P** Poco. **M** Moderado. **I** Importante. **MI** Muy Importante.

Servicios ambientales	Calificación	¿Considera Usted que el futuro de las personas y la naturaleza está predestinado y regido por una fuerza superior? (porcentaje de personas) No	Sí		Promedio General	Desviación Estándar	Tau-c de Kendall
APROVISIONAMIENTO	N	4.2	4.1		4.2	0.1	
	MP	4.9	2.9		3.9	1.4	
	P	6.7	5.4		6.1	0.9	
	M	18	15.3	n=762	16.8	2.1	0.06 NS
	I	27.5	30.9		29.2	2.4	
	MI	38.4	41.4		39.9	2.1	
REGULACIÓN	N	3.8	2.6		3.2	0.9	
	MP	2.4	1.8		2.1	0.5	
	P	5	4.4		4.7	0.5	
	M	14.8	13.2	n=762	14.0	1.1	0.01 NS
	I	31.0	30.0		30.5	0.7	
	MI	42.9	48.0		45.5	3.6	
HÁBITAT	N	1.6	3.1		2.4	1.0	
	MP	1.0	0.9		0.9	0.1	
	P	3.2	3.1		3.2	0.1	
	M	9.3	7.5	n=762	8.4	1.3	-0.038 NS
	I	27.3	27.9		27.6	0.4	
	MI	57.6	57.5		57.5	0.04	
CULTURALES	N	2.0	3.1		2.6	0.7	
	MP	1.2	1.8		1.5	0.4	
	P	2.8	0.9		1.9	1.4	
	M	15.0	11.9	n=762	13.4	2.2	-0.004 NS
	I	29.1	27.3		28.2	1.3	
	MI	49.8	55.1		52.4	3.7	
BIENESTAR SOCIAL	N	1.6	3.1		2.4	1.0	
	MP	1.0	0.9		0.9	0.1	
	P	3.2	3.1		3.2	0.1	
	M	9.3	7.5	n=762	8.4	1.3	-0.07 NS
	I	27.3	27.9		27.6	0.4	
	MI	57.6	57.5		57.5	0.04	
FUENTE DE AGUA	N	2.6	2.6		2.6	0.01	
	MP	1.6	1.7		1.7	0.1	
	P	3.4	2.6	n=773	3.0	0.6	-0.01 NS
	M	12.0	4.7		8.4	5.1	
	I	30.0	34.5		32.2	3.2	
	MI	50.4	53.9		52.1	2.5	

Significancia: NS: no significativo; *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

Figura 23.6 Edad promedio y su error estándar de las personas encuestadas, respecto a su concepción liberal o conservadora de la naturaleza.
¿Considera usted que el futuro de las personas y la naturaleza está predestinado y regido por una fuerza superior?



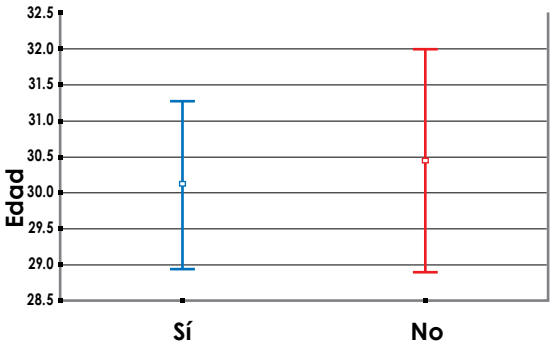
antropocentrista y conservadora, lo que desafortunadamente conduce a que se subestimen los efectos negativos de las acciones humanas en la naturaleza. Cyrulnik y Morin (2005) proponen que las personas basen sus vidas en teorías y no en doctrinas, para realizar ajustes cuando sea necesario, manteniendo una base ética humanista, sin restricciones conservadoras.

23.4 CONSIDERACIONES FINALES

Con base a los resultados del presente estudio se puede aseverar que la cosmovisión de las personas de mayor edad del AMM es, preponderantemente, creacionista y antropocentrista, lo que determina un pragmatismo utilitario en el manejo de los recursos naturales que ha resultado tan nocivo para la naturaleza, ya que antepone los intereses de los seres humanos, minimizando al resto de las especies. Lo que corrobora lo analizado por Cantú y colaboradores (2010) quienes realizaron un estudio para determinar cómo califican los habitantes del AMM la belleza del paisaje del Monumento Natural Cerro de la Silla, un ANP localizada en las estribaciones de esta ciudad, encontrando que la mayoría de las personas entrevistadas otorgaron una menor calificación al paisaje natural respecto a un paisaje hipotético del MNCS modificado por la infraestructura de un teleférico; esto es indicador de una visión antropocéntrica de la mayoría de los habitantes del AMM, típica de las sociedades occidentales cuyo principio distingue al sujeto (persona) del objeto (naturaleza).

El utilitarismo antropocéntrico ha considerado a la biosfera como una fuente inagotable de recursos. Históricamente, desde el punto de vista económico no se han internalizado los daños que ocasionan las actividades productivas en el ambiente, lo que ha conlleva-

Figura 23.7 Edad promedio y su error estándar de las personas encuestadas respecto a su concepción liberal o conservadora de la naturaleza.
¿Considera usted que las libertades individuales están por encima de las tradiciones y principios religiosos para elegir el tipo de desarrollo y avance de la sociedad?



do al agotamiento de muchos ecosistemas ya que apenas se invierten recursos para restaurar los ecosistemas degradados. Entre los años 1900 y 1995 en los EE.UU. la tasa per cápita de consumo humano de recursos y energía se sextuplicó, lo que propició que a mediados de la década de los años 70 del siglo XX, se rebasara la capacidad de carga de la Tierra para sostener el consumo humano de recursos naturales. Actualmente, los más de 7 mil millones de personas consumimos en suma, recursos equivalentes a 1.6 la capacidad del planeta y se estima que para el año 2050 la población alcanzará los 9 mil millones de habitantes lo que resulta totalmente insostenible de prevalecer las actuales condiciones (WWF, 2010; MEA, 2005).

Algunos autores, (Max-Neef, 1998; Boff, 2007) han propuesto un cambio de paradigma en la economía y el estilo de vida humano, ya que el modelo económico imperante propicia el crecimiento y no el desarrollo sostenible; mientras el primero se refiere a la productividad de las actividades económicas y se expresa comúnmente mediante el Producto Interno Bruto (PIB), el desarrollo sostenible se refiere al mejoramiento de la calidad de vida humana dentro de la capacidad de carga de los sistemas sustentadores de vida (IUCN, 1991). Hoy en día, aún existan economistas y políticos que consideran a los EE.UU. como el modelo de país desarrollado a seguir, que, con aproximadamente el 4.5% de la población mundial, en el año 2008, consumió 100.6 de los 493 TeraBTU de la energía primaria utilizada en el planeta, lo que representa el 24.2% del total mundial; siendo responsable, además, del 19% de la producción global de CO_2, principal gas de efecto invernadero y precursor del cambio climático (AEO, 2011). De tal manera, que si viviéramos en un mundo en el que toda la población tuviera

Tabla 23.8 Valoración de los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM por parte de las personas encuestadas, respecto a su concepción liberal o conservador de la naturaleza.

Simbología: N Nada. **MP** Muy Poco. **P** Poco. **M** Moderado. **I** Importante. **MI** Muy Importante.

Servicios ambientales	Calificación	¿Considera Usted que las libertades individuales están por encima de las tradiciones y principios religiosos para elegir el tipo de desarrollo y avance de la sociedad? (porcentaje de personas)					
		No	Sí		Promedio General	Desviación Estándar	Tau-c de Kendall
APROVISIONAMIENTO	N	4.7	3.9		4.3	0.6	
	MP	6.8	2.4		4.6	3.1	
	P	4.7	6.9		5.8	1.6	
	M	18	16.7	n=758	17.5	1.1	0.10 NS
	I	32.1	26.4		29.3	4.0	
	MI	33.4	43.7		38.6	7.3	
REGULACIÓN	N	5.1	2.6		3.8	1.7	
	MP	3.0	1.3		2.2	1.2	
	P	7	3.5		5.1	2.3	
	M	18.2	11.7	n=758	14.9	4.6	0.19 ***
	I	32.3	29.9		31.1	1.7	
	MI	34.7	51.0		42.8	11.5	
HÁBITAT	N	3.4	1.1		2.2	1.6	
	MP	1.7	0.4		1.1	0.9	
	P	4.0	2.8		3.4	0.9	
	M	7.4	9.3	n=759	8.4	1.3	0.09 NS
	I	31.3	24.7		28.0	4.7	
	MI	52.2	61.7		56.9	6.72	
CULTURALES	N	3.7	1.3		2.5	1.7	
	MP	1.3	1.3		1.3	0.0	
	P	3.0	2.0		2.5	0.8	
	M	16.8	11.9	n=758	14.4	3.5	0.11 **
	I	29.0	29.1		29.0	0.1	
	MI	46.1	54.4		50.3	5.9	
BIENESTAR SOCIAL	N	3.4	1.1		2.2	1.6	
	MP	1.7	0.4		1.1	0.9	
	P	4.0	2.8		3.4	0.9	
	M	7.4	9.3	n=758	8.4	1.3	0.07 NS
	I	31.3	24.7		28.0	4.7	
	MI	52.2	61.7		56.9	6.72	
FUENTE DE AGUA	N	2.7	2.6		2.6	0.08	
	MP	2.3	1.5		1.9	0.6	
	P	4.3	2.1		3.2	1.6	
	M	9.3	10.6	n=770	10.0	0.9	0.02 NS
	I	29.0	32.1		30.6	2.2	
	MI	52.3	51.1		51.7	0.9	

Significancia: NS: no significativo; *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

acceso a la misma cantidad de energía que consume un estadounidense promedio (233,271 Kcal/persona/día), se requerirían cinco planetas para satisfacer las necesidades energéticas de los más de siete mil millones de habitantes del mundo.

Es por lo anterior, que el principal reto que afrontan los gobiernos y la sociedad en su conjunto, es el de propiciar el desarrollo sostenible o la calidad del crecimiento de la sociedad, tal como el incremento en la calidad de vida y reducción de las desigualdades socioeconómicas, mucho más que en su crecimiento económico. El economista Max-Neef (1998) propuso reducir el consumo energético global a aproximadamente 31,000 Kcal diarias por persona, si se pretende alcanzar la sostenibilidad. Desgraciadamente, el promedio mundial per cápita diario es superior a las 45,000 Kcal (en México, 41,260 Kcal/persona/día) y, como es evidente, existe una tendencia de crecimiento individual así como una tremenda desigualdad en el consumo entre los distintos sectores de la población.

No obstante que en México las AP aportan casi 3.4 mil millones de dólares anuales en servicios ambientales, lo que representa que por cada dólar de gasto público federal se recuperan 52 dólares en servicios ambientales, en la política pública en México los aspectos ambientales son considerados marginalmente (Bezaury-Creel, 2009). Es por ello que para revertir la degradación ambiental, urge un cambio en la política pública y de paradigma cultural en la sociedad que propicien un desarrollo que verdaderamente tenga como premisa llevar el bienestar a la sociedad y no sólo el crecimiento económico. En este mismo orden de ideas, resulta alarmante que la sociedad regiomontana, inmersa en su visión utilitaria y pragmática de la naturaleza, ni siquiera reaccione ante la evidente amenaza que representa para su salud, la severa contaminación atmosférica que afecta al AMM, exigiendo a las autoridades implementar medidas efectivas para su control. Tal como se hizo hasta 1994 a través del Programa de Verificación Vehicular que fue eliminado para evitar afectar económicamente a la población. Hoy en día, a casi 20 años de ese acontecimiento, no se ven indicios de que dicho programa se vuelva a implementar o bien, alguna otra medida efectiva para reducir la contaminación que producen los 1.8 millones de automóviles que actualmente transitan en el AMM.

Con base en lo anterior, es necesario que las autoridades hagan efectivos los programas de educación ambiental tanto informales como formales a todos los niveles de escolaridad, a fin de crear conciencia en la sociedad sobre la importancia que representan las ANP como reservorios de genes, especies y ecosistemas que son fuente de servicios ambientales imprescindibles para el bienestar humano. Asimismo, en crear conciencia de la urgente necesidad de cambiar las actitudes personales hacia la naturaleza, impulsando un nuevo paradigma de desarrollo, basado en la sostenibilidad con una visión ecocéntrica, que conciba a los seres humanos como una especie totalmente interdependiente del resto de los seres vivos en la biosfera y no como un ente desvinculado de la naturaleza. Las evidencias que aporta la evolución sobre los múltiples nexos que compartimos con el resto de los organismos, es un factor de apoyo para lograr que la sociedad actúe de manera más empática con todas las especies a las cuales estamos ineluctablemente vinculados.

23.5 CONCLUSIONES

No obstante la cercanía al AMM, su gran tamaño y antigüedad, existe un marcado desconocimiento del PNCM por parte de los habitantes de la ciudad de Monterrey. Sólo cuatro de cada 10 personas encuestadas tenían conocimiento de su existencia; tres de cada 10 personas sabían que es un ANP decretada por el gobierno, dos de cada 10 supieron que abarca 8 municipios del estado y sólo uno de cada 10 conocía su extensión territorial.

En cuanto a los servicios ambientales que proporciona el PNCM, aproximadamente uno de cada cinco, no supo mencionar uno sólo prestado por el PNCM.

Una tercera parte de las personas encuestadas son creacionistas y consideran que la Evolución es sólo una hipótesis.

Las personas jóvenes son evolucionistas mientras que las mayores creacionistas.

Ocho de cada 10 individuos encuestados son antropocentristas, siendo éstos los de mayor edad.

Sólo una de cada cuatro personas, las de mayor edad, es ecocentrista al estar de acuerdo en sacrificar su nivel de vida tecnológica por una vida más cercana a la naturaleza.

Un tercio de los encuestados, los más jóvenes, son ecocentristas, al estar en total desacuerdo con que el progreso del AMM está por encima de la naturaleza, calificando mejor los SA del PNCM.

El 41% de las personas, correspondientes a los de mayor edad, son conservadoras al considerar que existe una fuerza superior que rige la naturaleza.

23.6 LITERATURA CITADA

Abbagnano, N. 1985. Diccionario de Filosofía. Fondo de Cultura Económica. 4ª Reimpresión Pp. 1,206.

Argueta, A. 2009. El Darwinismo en Iberoamérica. Bolivia y México. Consejo Superior de Ciencia y Tecnología. España. Pp. 144.

Arizpe, L., F. Paz y M. Velázquez. 1993. Cultura y cambio global: percepciones sociales sobre la deforestación en la Selva Lacandona. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. Miguel Ángel Porrúa, México.

Annual Energy Outlook (AEO). 2011. Annual Energy Outlook with projections to 2035. U.S. Energy Information Administration. Office of Integrated and International Energy Analysis. U.S. Department of Energy. Washington, .DC. USA.

Bezaury-Creel, J. E. 2009. El Valor de los Bienes y Servicios que las Áreas Naturales Protegidas Proveen a los Mexicanos. The Nature Conservancy Programa México – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. Pp. 32.

Boff, L. 2007. La opción Tierra. Editorial Planeta. Pp. 123.

Cantú, C. 2012. El Parque Nacional Cumbres de Monterrey en el Contexto Mexicano de la Conservación. Primer Congreso del Parque Nacional Cumbres de Monterrey. 14 al 16 de noviembre de 2012. Monterrey, N.L., México.

Cantú, C., F. González, J. Marmolejo y J. Uvalle. 2010. Paisaje y Aspectos Turísticos, en: Cantú, C. et al. (eds.), Biodiversidad y Conservación del Monumento Natural Cerro de La Silla, México. UANL-CONABIO-CONANP. México. pp. 106-133.

Cárdenas, F. 2002. Vida, Ambiente y Percepción: Breve Aproximación a los Modelos de Interpretación Ambiental Existentes en Antropología. Revista Ideas Ambientales Núm. 2 pp. 1-9.

Castillo, A. et al., 2009. Conservación y Sociedad, en Capital Natural de México. vol. II: Estado de Conservación y Tendencias de Cambio. CONABIO, México. Pp. 761-801.

Cerruti, M. 2006. Burguesía y Capitalismo en Monterrey (1850-1910). 3ª. Ed.. Fondo Editorial de Nuevo León. México. Pp. 168.

Cyrulnik, B. y E. Morin. 2005. Diálogos sobre la naturaleza humana. Ed. Piados Ibérica. España. Pp. 62.

Gallup. 2009. http://www.gallup.com/poll/114544/Darwin-Birthday-Believe-Evolution.aspx

Instituto Federal Electoral (IFE). 2012. http://www.google.com.mx/elections/ed/mx/results

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2009. Diversidad religiosa en México. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas Dirección General Adjunta del Censo de Población y Vivienda. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. Censo Nacional de Población de México. Instituto Nacional de Geografía e Informática. México.

IUCN. 1991. Cuidar la Tierra: estrategia para el futuro de la vida. Ed. UICN, PNUMA y WWF. Gland, Switzerland. Pp. 258.

J**im, C. y W. Chen.** 2006. Department of Geography Perception and Attitude of Residents Toward Urban Green Spaces in Guangzhou (China). Environmental Management Vol. 38, No. 3, pp. 338–349.

Leopold, L. 1960. The conservation attitude. Conservation and water management. Geological Survey Circular 414. Part C. Pp. 15-19.

Masera, O. 2002. Hacia un consumo sustentable. En: Enrique Leff (coord.). 2002. La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe / Coordinado por Enrique Leff, Exequiel Ezcurra, Irene Pisanty y Patricia Romero Lankao. INE-UAM-PNUMA. México. Pp. 576.

Max-Neef, M. 1998. Desarrollo a escala humana. Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones. 2ª Edición. Editorial Nordan-Comunidad. Uruguay. Pp. 148.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington, D.C.

Moreno, P. 2005. Gran atlas de México. Ed. Planeta. Pp. 146.

PNUD. 2011. Informe sobre desarrollo humano 2011. Sostenibilidad y equidad. Un mejor futuro para todos.

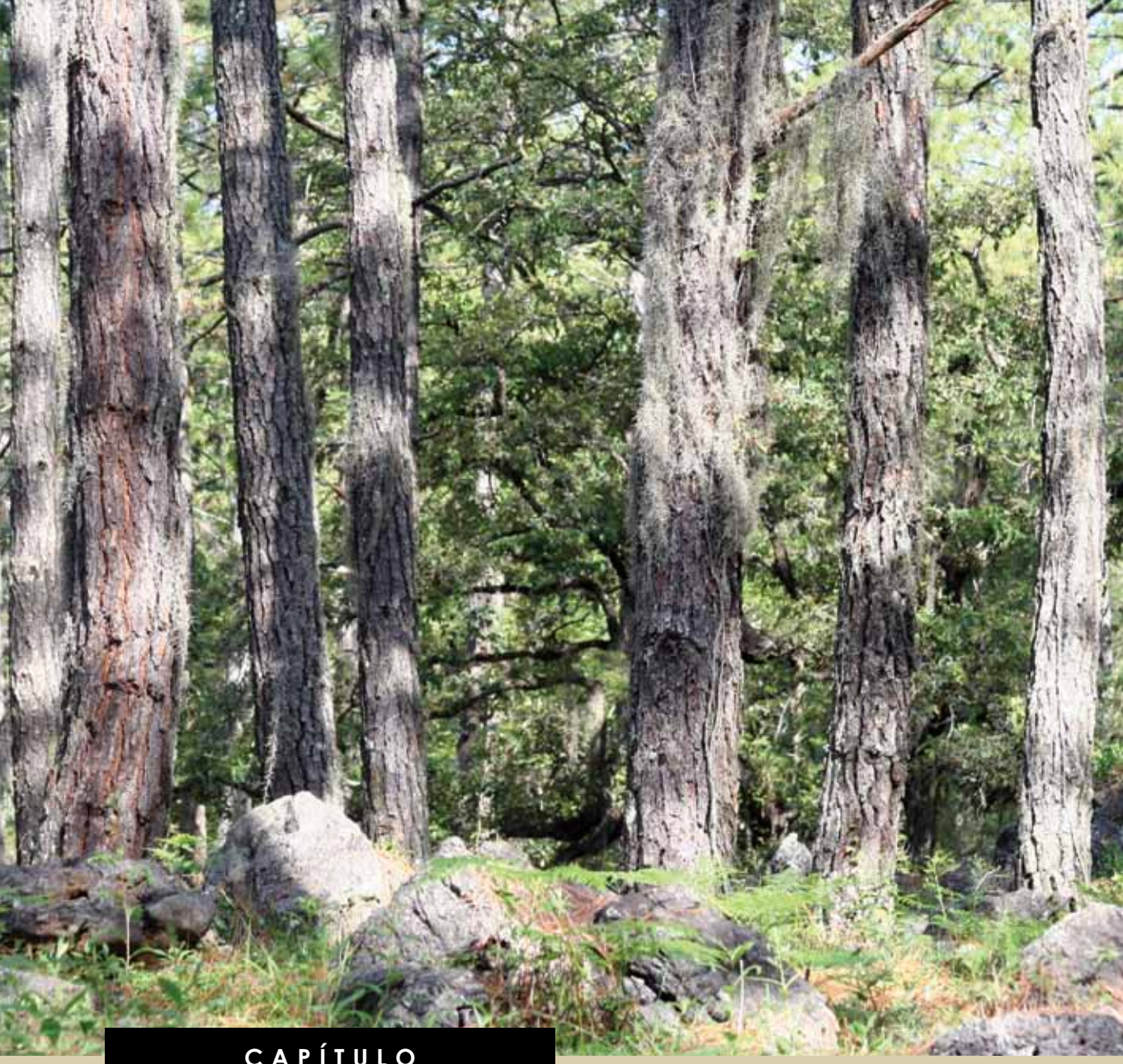
PNUMA. 2010. Perspectivas del Medio Ambiente de América Latina y El Caribe GEO ALC 3. Resumen para los tomadores de decisiones. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Pp. 49.

TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity. 2011. TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. www.teebweb.org

Wilson, E. 2006. La Creación. Salvemos la vida en la Tierra. Katz Editores. Argentina. pp. 252.

WWF. 2010. Living Planet Report 2010. Biodiversity, Biocapacity and Development. Global Footprint Network. California USA. Pp. 82.

Xirau, R. 2005. Introducción a la historia de la filosofía. Coordinación de Humanidades, UNAM. Pp. 572.



CAPÍTULO

24

MANEJO FORESTAL

Oscar A. Aguirre Calderón[1], Javier Jiménez Pérez[1], Eduardo Alanís Rodríguez[1] e Israel Yerena Yamallel[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Forestales
Carretera Nacional km 145, CP 67700,
AP 41. Linares, N.L.
oscar.aguirrecl@uanl.edu.mx

Aguirre-Calderón, O., J. Jiménez-Pérez, E. Alanís-Rodríguez e I. Yerena-Yamallel. 2013. Manejo Forestal, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 275-286.

Manejo Forestal

Óscar Alberto Aguirre Calderón, Javier Jiménez Pérez, Eduardo Alanís Rodríguez e Israel Yerena Yamallel

24.1 INTRODUCCIÓN

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define el manejo forestal como "el proceso que comprende el conjunto de acciones y procedimientos que tienen por objeto la ordenación, el cultivo, la protección, la conservación, la restauración y el aprovechamiento de los recursos forestales de un ecosistema forestal, considerando los principios ecológicos, respetando la integralidad funcional e interdependencia de recursos y sin que merme la capacidad productiva de los ecosistemas y recursos existentes en la misma", lo anterior involucrando las tres dimensiones fundamentales de la sustentabilidad: económica, ecológica y social.

El decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Parque Nacional, la región conocida con el nombre de Cumbres de Monterrey (en lo sucesivo PNCM), establece en el artículo décimo cuarto la prohibición de diversas actividades dentro del parque, entre las cuales se incluye en la fracción V: "Realizar aprovechamientos forestales, salvo los autorizados hasta antes de la expedición de la presente declaratoria"; con ello, una vez concluido el periodo de aprovechamientos maderables contemplado en los programas de manejo forestal entonces vigentes, quedó cancelada la posibilidad de realizar un manejo forestal convencional, esto es, el que se refiere a los aprovechamientos maderables comerciales. Las actividades de corta de madera en el parque han estado relacionadas básicamente con actividades de saneamiento y control de incendios forestales y se permiten aprovechamientos domésticos de acuerdo a reglas establecidas en el programa de conservación y manejo del PNCM: "Regla 39. Se permite el aprovechamiento de maderas muertas a los residentes del sector rural del parque para uso doméstico, el cual debe sujetarse a lo establecido por la LGDFS y la NOM-012-SEMARNAT-1996"; "Regla 40. El uso de postería, morillos, leña y madera para satisfacer necesidades de manejo de los predios, de la población local y personal residente dedicado a la administración y manejo del parque, sólo podrán realizarse por los dueños y poseedores de terrenos y por los pobladores del parque, en forma limitada y controlada, para usos relacionados con el mantenimiento y desarrollo de construcciones, señalamientos o uso doméstico, conforme a lo previsto por la LGDFS y la NOM-012-SEMARNAT-1996".

Hasta antes de la entrada en vigor del decreto del PNCM, eran tres los predios en que se realizaban aprovechamientos forestales comerciales: el Ejido Laguna de Sánchez, la Comunidad Laguna de Sánchez y el Ejido La Trinidad. La tasa de cosecha anual en la zona de Laguna de Sánchez era de 1.11 m^3rta ha^{-1}, alcanzando un promedio anual total de 4,655 m^3rta. De 1990 a 2005 se cosecharon en el ejido La Trinidad 65,850 m^3rta, de los cuales 31,629 correspondieron a pino y 34,221 a encino (SEMARNAT, 2002); el promedio anual de aprovechamiento maderable fue por tanto de 4,390 m^3rta, lo que representa un promedio de cosecha de 1.91 m^3rta ha^{-1} $año^{-1}$. Lo anterior denota la importancia del manejo forestal en el predio durante el periodo mencionado.

A partir de la cancelación de los aprovechamientos maderables, las oportunidades laborales para los habitantes del PNCM, principalmente para los del Ejido La Trinidad, se vieron disminuidas; sólo en ese predio 50 familias dependían del manejo forestal maderable, ya que esta actividad proporcionaba empleo a todos los ejidatarios (CONANP, En Prensa). Los bosques del parque han cobrado en consecuencia mayor importancia como proveedores de servicios ambientales y generadores de ingresos por conceptos relacionados con estas funciones. En este marco se han preparado proyectos para recibir pago por servicios ambientales ante la Comisión Nacional Forestal, la cual ha otorgado recursos a 35 beneficiarios en las categorías de pago por servicios ambientales hidrológicos (30), conservación de la biodiversidad (4) y captura de carbono (1). El capital natural del PNCM se ha incrementado asimismo, mediante apoyos para la implementación de prácticas de conservación de suelos y diversos programas de reforestación.

Si bien estas alternativas de manejo forestal han posibilitado la conservación y el incremento de los recursos forestales del PNCM, se corre el riesgo de que el envejecimiento de los ecosistemas los haga más susceptibles a incendios y al deterioro por plagas y enfermedades. Conviene revisar asimismo, si estas prácticas contribuyen de manera efectiva al desarrollo rural integral de los habitantes del área, atendiendo los cuatro ejes fundamentales en que se sustenta: desarrollo económico, desarrollo del capital físico, desarrollo

del capital social y desarrollo del capital humano.

En este capítulo se revisan algunos aspectos referentes a la posibilidad de desarrollar prácticas de manejo que contemplen los nuevos paradigmas del manejo forestal y las oportunidades que representan para la conservación de los recursos del PNCM, incorporando aprovechamientos maderables que posibiliten el mantenimiento de la salud y vitalidad del bosque, incrementen los servicios ambientales que proporciona y contribuyan al desarrollo integral de los habitantes del área.Los aspectos que se mencionan podrían apoyar futuras adecuaciones del programa de conservación y manejo del PNCM, conceptualizado textualmente como "el instrumento donde se establecen los lineamientos a seguir para lograr los objetivos del parque nacional; mediante la definición de estrategias, objetivos particulares, metas, acciones y actividades, jerarquizadas en el tiempo y definidas en el espacio, con fundamento en la descripción y diagnóstico del área natural protegida. Desde luego que no pretende imponer un molde, ya que el programa de conservación y manejo es una herramienta que busca ser congruente, dinámica y flexible, incluye mecanismos que le confieren la capacidad de incorporar conocimiento y responder a las variaciones del ambiente natural y social, con nuevas opciones de manejo, su frecuente evaluación y actualización cada cinco años permiten mantenerlo válido" (CONAP, En Prensa).

24.2 PRINCIPIOS DEL MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE

Los bosques son sistemas abiertos con múltiples funcionese influencias sobre recursos asociados y sobre la sociedad (Tabla 24.1), lo que hace complejo el establecimiento de objetivos de manejo y la jerarquización de los mismos. El desarrollo de modelos de manejo forestal es por tanto una tarea complicada que involucra la participación de diversos sectores de la sociedad, así como de equipos multidisciplinarios de profesionales para la toma de decisiones. El objetivo es lograr la mayor interacción entre necesidades sociales, necesidades económicas y capacidades de los ecosistemas manteniendo la condición forestal deseada (Aguirre, 1997; Lal, 2007; Bettinger, 2009; Hussain, 2012).

Aunado a las múltiples influencias de los bosques, éstos poseen valores de muy diferente índole que no necesariamente se expresan en mercados convencionales, pero que representan contribuciones al valor económico total de estos ecosistemas. En la Tabla 24.2 se presentan algunos de los elementos que integran el valor económico total de los recursos forestales y que denotan la complejidad de la toma de decisiones sobre cuáles deben ser los más importantes y hacia dónde debe tender el manejo forestal.

Tabla 24.1 La influencia de los bosques.

AGUA	
calidad	protección contra avenidas
cantidad	
SUELO	
calidad	erosión
fertilidad	desplazamientos
CLIMA / AIRE	
clima local y regional	disminución de emisiones
clima global	ciclo del nitrógeno
filtro de ruido	captura de carbono
filtro de polvo	
CULTURA / SOCIEDAD	
monumentos	cacería
formas de uso	estética,
recreación	elementos del paisaje
PROTECCIÓN DE LA NATURALEZA	
protección de especies	protección de funciones de los ecosistemas
protección de biotopos	
protección de procesos	
ECONOMÍA / SOCIEDAD	
madera	ingresos por propiedad del bosque
productos no maderables	
ingresos por trabajo	satisfacción de necesidades

El manejo forestal sustentable moderno se concibe como un sistema de toma de decisiones multiobjetivo que atiende los factores ecológico, económico y social. Lejos ha quedado el concepto de considerar como único bien aprovechable la madera y como indicador de buen manejo el minimizar los impactos ambientales de la cosecha. En este contexto, los principios actuales del manejo forestal sustentable reconocidos internacionalmente son (Gadow *et al.,* 2000; Davis *et al.,* 2001):

- Tiende hacia el uso sustentable de los recursos de los ecosistemas.
- Es holístico.
- Está basado en el ecosistema.
- Tiene una perspectiva de paisaje.
- Establece objetivos múltiples.
- Es integrador.
- Incluye la participación.
- Se basa en el monitoreo.
- Es adaptativo.
- Está basado en ciencia adecuada y buen juicio.
- Toma en cuenta reacciones cognoscitivas, emocionales y morales.
- Está basado en principios precautorios.

Bajo esta nueva visión se han gestado a nivel internacional y nacional instrumentos de promoción del manejo forestal sustentable que se expresan en estándares de certificación, los cuales integran principios, criterios e indicadores de buen manejo que norman cómo debe realizarse la gestión de los recursos forestales. México pertenece al denominado Proceso de Montreal, cuyos principios de manejo forestal sustentable son:

1. Conservación de la diversidad biológica.
2. Mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas forestales.
3. Mantenimiento de la salud y vitalidad de los ecosistemas forestales.
4. Conservación y mantenimiento de los recursos suelo y agua.
5. Mantenimiento de la contribución de los bosques al ciclo global del carbono.
6. Mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socio-económicos de largo plazo para satisfacer las necesidades de la sociedad, y
7. Creación de marcos legales, institucionales y económicos para la conservación y el manejo forestal sustentable.

A nivel nacional, el estándar de buen manejo forestal se describe en la Norma Mexicana NMX-AA-143-SCFI-2008 para la certificación del manejo sustentable de bosque (Secretaría de Economía, 2008), cuyos principios son:
1. La empresa o predio forestal está legalmente constituida.
2. La empresa o predio forestal cuenta con una administración y archivos de registros de entradas y salidas de materias primas forestales.
3. La empresa o predio forestal muestra un compromiso a favor de la conservación del ecosistema forestal y mantiene una conducta apegada a la normatividad vigente.
4. La empresa o predio forestal observa la normatividad y realiza acciones para prevenir y mitigar efectos adversos ocasionados por el aprovechamiento forestal.
5. La empresa o predio forestal lleva registros y aplica procedimientos que aseguran la verificación de volúmenes y de la legal procedencia de la materia prima forestal.
6. La empresa o predio forestal proporciona condiciones laborales adecuadas a los trabajadores.
7. La empresa o predio forestal mantiene relaciones de respeto y cooperación con las comunidades locales dentro de, o adyacentes al predio bajo manejo forestal.
8. La empresa o predio forestal tiene establecido un procedimiento de monitoreo y evaluación de los impactos a la vegetación, fauna, calidad del agua y el suelo.
9. La empresa o predio forestal incorpora aspectos socioeconómicos que coadyuvan con el manejo sustentable del recurso forestal.

Tabla 24.2 Valor económico total de los recursos forestales.

VALORES DE USO		
Usos directos con extracción		
Bienes:		
madera	alimentos	agua
fibras	medicinas	etc.
Usos directos sin extracción		
Servicios:		
ecoturismo	locaciones	botánica y
recreación	información	genética, etc.
Usos indirectos		
Funciones ecológicas:		
regulación de ciclos hidrológicos		regulación del clima
protección contra erosión		captura de carbono, etc.
Usos opcionales		
Usos futuros:		
Conservación de la diversidad biológica para ser utilizada en el futuro. Incluye los tres tipos de usos anteriores.		
VALORES DE NO USO		
Usos pasivos		
Valores de existencia y de legado: Valor de saber que un ecosistema, una especie o un gen existe, sin intenciones de uso o valor de saber que la biodiversidad será utilizada en el futuro.		

24.3 NUEVOS PARADIGMAS DEL MANEJO FORESTAL

Como puede observarse, el cumplimiento de los principios mencionados en el inciso anterior permite el logro de múltiples objetivos de manejo sin contraponer los referentes a conservación con los orientados al desarrollo económico, por lo que su aplicación a los bosques del PNCM sería totalmente factible, partiendo de las definiciones de aprovechamiento sustentable y conservación del programa de conservación y manejo del PNCM:

I. APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE: La utilización de los ecosistemas y su biodiversidad en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas del área natural para la conservación por períodos indefinidos.

II. CONSERVACIÓN: La protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitat, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

Las evidencias de los beneficios ecológicos, económicos y sociales de los nuevos modelos de manejo dejan claro que no se trata de optar entre desarrollo o conservación, sino que existen respuestas posibles desde las personas que habitan los bosques para cumplir los objetivos de desarrollo sostenible en las regiones forestales. Esta es la base de los nuevos paradigmas del manejo forestal sustentable (Highman *et al.,* 2000; Hawksworth y Bull, 2006; Poff, 2008; Grossberg, 2009; Malmsheimer *et al.,* 2009).

El modelo mexicano de manejo forestal comunitario, por ejemplo, tiene como fundamento el reconocimiento de la tenencia de la tierra, el respeto a los derechos de uso y manejo de los recursos, así como la participación y compromiso de los habitantes de las regiones forestales del país. Este modelo es especialmente eficaz porque promueve el desarrollo de las comunidades locales, al mismo tiempo que conserva la biodiversidad y fomenta la captura de carbono, elimina la deforestación y restaura la cobertura forestal.

Por otra parte, los bosques con un manejo sostenible han probado incrementar la masa forestal y recuperar áreas degradadas y deforestadas a la vez que generan mejores condiciones de vida para las comunidades que los manejan (CCMSS, 2010). Para la revisión del programa de manejo y conservación del PNCM, un punto de reflexión podría ser la evidencia de que un bosque manejado es mejor que un bosque conservado sin manejo, considerando por ejemplo para la captura de carbono (Bravo *et al.,* 2008). En un bosque conservado la cantidad de carbono almacenada (60 t ha^{-1} en los bosques de pino del PNCM) se mantiene a través del tiempo de forma más o menos constante, mientras que en un bosque manejado la cantidad de carbono alcanza 55 t ha-1 de las cuales 20 tC ha^{-1} podrían reducirse periódicamente al cosechar la madera. Las 20 tC ha^{-1} contenidas en la madera cosechada se transforman en productos de larga duración. Al repetir las cosechas, se acumula de manera creciente una reserva de carbono forestal fuera del bosque. Con el paso del tiempo, se conserva el bosque que sigue creciendo, a la vez que se conserva la madera producida. Por ello, con un bosque manejado se capta mucho más carbono que al conservar el bosque sin intervención.

Las oportunidades de desarrollo del manejo forestal sostenible en el PNCM se ubican también en las estrategias de gestión de recursos forestales que la comunidad internacional ha desarrollado en los últimos años. En 2005, un grupo de países llevó el tema de la deforestación evitada a la agenda de la Conferencia de las Partes (COP), realizada en Montreal (COP 11). Durante la COP 13, realizada en Bali en 2007, se reconoció la reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques (REDD) como un mecanismo válido en la lucha contra el cambio climático. Inicialmente, las discusiones se centraron en lograr el reconocimiento del potencial de la reducción de emisiones causadas por deforestación (RED); la segunda D se incluyó más tarde al reconocer que la degradación de los bosques representa también una fuente importante de emisiones de GEI, definiéndose el término REDD. Se incorporó luego el papel de la conservación, el manejo sustentable de los bosques y el mejoramiento de los almacenes de carbono, elementos que constituyen el signo +.REDD+ denota entonces las actividades que reducen las emisiones por evitar la deforestación y degradación forestal y contribuyen a la conservación, manejo sostenible de los bosques y mejoramiento de los acervos de carbono forestal, y que tienen el potencial de generar significativos beneficios sociales y ambientales.

La implementación de REDD+ representa una de las estrategias más importantes de gestión de los bosques del futuro y aunque enfrenta retos técnicos y prácticos en lo que a su implementación se refiere, diversos países muestran avances importantes en la fase de preparación y desarrollo de proyectos a nivel local o regional (Calmel *et al.,* 2010). Durante la COP 16 en Cancún se presentó la Visión de México sobre REDD+ (SEMARNAT-CONAFOR, 2010), mostrando el país los avances en la implementación de acciones tempranas. Una acción temprana REDD+ es un esfuerzo articulado institucionalmente a nivel subnacional (regional y local) que permite atender las causas de la pérdida de bosques y del carbono forestal mediante diferentes instrumentos de política pública que generen oportunidades para el desarrollo para las comunidades.

A través de las acciones tempranas REDD+ se busca, a escala local, la promoción de la competitividad en las diferentes actividades productivas, incluyendo las actividades agropecuarias asociadas al bosque; el fortalecimiento del manejo comunitario de los bosques y de sus empresas forestales; la diversificación productiva, y la conservación y protección de los bosques, de sus servicios y su biodiversidad en el largo plazo. La implementación de proyectos de esta naturaleza en el PNCM sería una alternativa factible a corto plazo.

24.4 IMPLEMENTACIÓN DEL MANEJO FORESTAL

En este inciso se presentan algunos conceptos de manejo forestal para la toma de decisiones en la gestión de los ecosistemas forestales del PNCM. La implementación de prácticas de manejo forestal sustentable debe basarse en la caracterización de los ecosistemas, el pronóstico de la dinámica de los mismos y la evaluación y valoración de bienes y servicios para el desarrollo de planes estratégicos, tácticos y operativos. En este marco, los productos generados en diversas investigaciones desarrolladas en el parque y en bosques con características similares en Nuevo León, constituyen una importante contribución al manejo forestal con bases científicas.

Entre los instrumentos desarrollados para la caracterización de ecosistemas, la evaluación de su dinámica y capacidad de captura de carbono para diferentes condiciones y tipos de vegetación del PNCM, pueden mencionarse los que se enlistan a continuación para distintos atributos:

- **Volumen:** Jiménez *et al.,* 1994; Jiménez *et al.,* 1998a; Aguirre *et al.,* 2000.
- **Productividad:** Aguirre, 1991; Aguirre *et al.,* 1997a; Kramer *et al.,* 1997a, Vargas-Larreta *et al.,* 2013.
- Diversidad: Aguirre-Calderón, 2010; Alanís-Rodríguez *et al.,* 2010a; Alanís-Rodríguez *et al.,* 2010b.
- **Estructura:** Aguirre *et al.,* 1998; Jiménez *et al.,* 1998b; Kramer *et al.,* 1999; Aguirre *et al.,* 2001; Treviño *et al.,* 2001; Jiménez *et al.,* 2002a; Aguirre, 2002; Aguirre *et al.,* 2003; Canizales *et al.,* 2011.
- **Densidad:** Kramer *et al.,* 1997b; Vargas-Larreta *et al.,* 2012.
- **Crecimiento:** Aguirre 1991, Kätsch et al. 1992, Kramer *et al.* 2002, Jiménez *et al.,* 2002b, Jiménez *et al.* 2003.
- **Captura de Carbono:** Rodríguez-Laguna *et al.,* 2007; Domínguez-Cabrera *et al.,* 2009; Aguirre-Calderón y Jiménez-Pérez, 2011; Yerena–Yamallel *et al.,* 2011; Yerena–Yamallel *et al.,* 2012a; Yerena–Yamallel *et al.,* 2012b.

Adicionalmente se han realizado investigaciones en la zona referentes a: optimización de inventarios (Aguirre *et al.,* 1995; Aguirre *et al.,* 1997b), prácticas silvícolas: (Kramer y Aguirre, 1990, Aguirre *et al.,* 1998) y restauración de ecosistemas forestales (Marroquín *et al.,* 2006, Alanís-Rodríguez *et al.,* 2008, Alanís-Rodríguez *et al.,* 2010b, Alanís-Rodríguez *et al.,* 2011).

Los productos de investigación mencionados constituyen una base suficiente para la formulación de estrategias de manejo forestal que permitan, además de la generación de ingresos por concepto de pago por servicios ambientales, llevar a cabo prácticas de manejo forestal sustentable que posibiliten una mayor generación de ingresos para los habitantes del área, el mantenimiento de la diversidad, salud y vitalidad de los ecosistemas, así como su mayor contribución al almacén de carbono.

Hoy en día existe el acuerdo generalizado de que el manejo forestal debe ser sustentable, basarse en resultados de investigación validados, aplicarse conforme a estándares ambientales aceptables y ser transparente a la opinión pública. Estos objetivos se pueden alcanzar si: a) se evalúa una variedad de opciones forestales, b) se demuestra el manejo de manera comprensible en el campo y c) se monitorean continuamente las actividades de manejo. Un sistema práctico para el manejo forestal científico que se base en estas premisas incluye tres elementos: Diseño de Opciones, Parcelas Demostrativas y Análisis de Eventos (Gadow *et al.,* 2004).

24.5 DISEÑO DE OPCIONES

La teoría del diseño de opciones es simple: un paisaje arbolado está constituido por un determinado número de rodales; hay varias posibilidades de desarrollo para cada rodal y la tarea consiste en establecer las actividades de manejo a nivel de rodal. Cuando se generan alternativas de manejo (vías alternativas de desarrollo, escenarios alternativos) se deben realizar tres tareas: se requiere predecir el crecimiento de los árboles entre las intervenciones, se deben estimar daños ocurridos entre las mismas y finalmente se tiene que precisar el tipo y el peso de las intervenciones forestales. El modelo asume que un paisaje forestal es una agregación de rodales de diferentes tamaños y formas. Cada rodal se caracteriza por una población de árboles que posee un conjunto de atributos determinado.

Planificar significa diseñar el desarrollo espacial del paisaje forestal a través del tiempo. Se considera la madera extraída y otros objetivos y restricciones tales como un cierto nivel de biodiversidad al final del período de planificación. El modelo de diseño de opciones forestales se basa en comprender que para cada unidad de manejo existe no sólo una, sino una variedad de opciones silvícolas disponibles, caracterizadas por una sucesión de actividades de manejo seguidas de un período de crecimiento natural. Cada opción tiene un valor específico. La versatilidad del modelo de opciones forestales radica en el hecho de que puede utilizarse para cualquier tipo de manejo forestal y permite integrar experiencias de diferentes disciplinas. Para su aplicación se requiere predecir el crecimiento y las cosechas futuras.

Un ejemplo de un mapa dinámico con 43 rodales se presenta en la Figura 24.1 Los mapas muestran diferentes prácticas silvícolas en los rodales indicadas por distintos colores. Cada mapa corresponde a un determinado periodo de planeación.

Dado que el manejo debe realizarse con una visión multiobjetivo, para el diseño de opciones se propone

aplicar técnicas cuantitativas de toma de decisiones que permitan optimizar objetivos bajo una serie de restricciones. En este marco, las técnicas de investigación de operaciones, particularmente la programación lineal, posibilitan la planeación del manejo forestal a partir de la determinación de un objetivo de manejo y del establecimiento de una serie de restricciones (Pukkala, 2002; Buongiorno y Gilles, 2003; Herat y Prato, 2006; Kaiser y Messer, 2011). Un modelo de programación lineal tiene la estructura siguiente:

$$\text{Max } Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \ldots + c_nX_n$$

sujeto a:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \ldots + a_{1n}X_n = b_1$$
$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \ldots + a_{2n}X_n \geq b_2$$
$$\ldots$$
$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \ldots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

Max Z representa la función objetivo para cada opción de manejo forestal, por ejemplo, utilidades netas; el resto de las ecuaciones constituyen restricciones de igualdad, mínimo y máximo que incorporan los recursos disponibles para el desarrollo de la opción de manejo propuesta; expresan asimismo el resto de los objetivos que se proponen lograr con la aplicación del modelo. El objetivo a maximizar puede ser la cosecha de un bien determinado, las restricciones pueden expresar mantenimiento de la biodiversidad, un nivel mínimo de cobertura residual permisible y un nivel determinado de volumen en pie post-cosecha.

Si bien en México existen diversos métodos de manejo forestal a nivel de paisaje o predio, el diseño de opciones propuesto para el PNCM contempla la planeación a nivel de unidad de manejo (rodal). Una unidad de manejo es una superficie de bosque con características de diversidad y estructura homogéneas, en la que se caracteriza la condición actual y se formula una condición deseada que permita el logro de los objetivos de manejo. Para la estimación de la cosecha pueden aplicarse métodos sencillos como el que se propone a continuación:

$$CA = I\ \frac{Vr - Vd}{p}$$

Donde:

CA= Cosecha anual (m3)

I = Incremento

Vr = Volumen real

Vd = Volumen deseado

p = periodo de igualación

En la fórmula anterior el volumen deseado es el objetivo a lograr al término del periodo de igualación p.

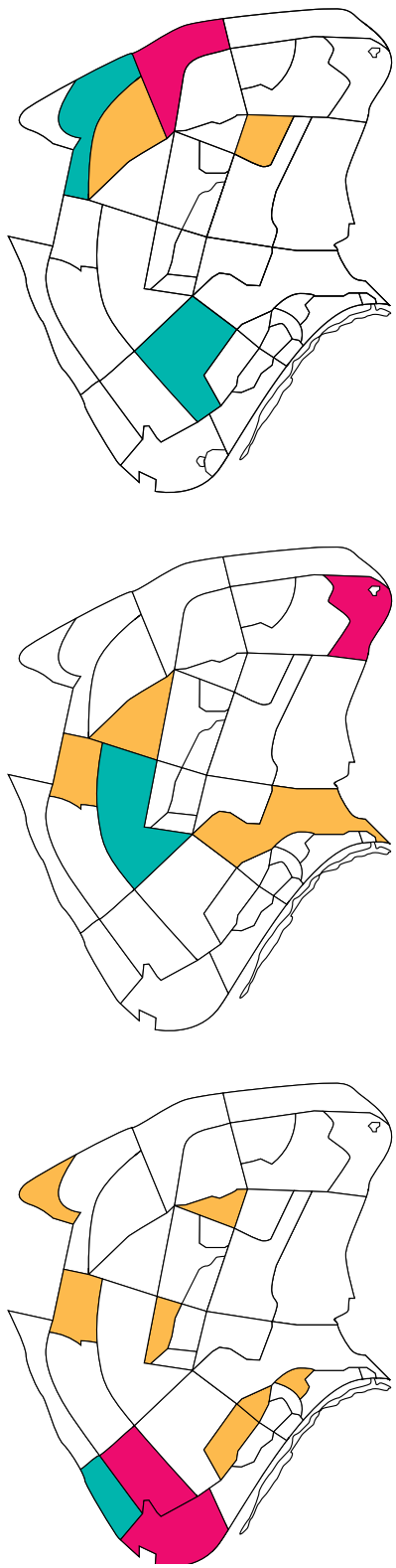


Figura 24.1 Mapa de evolución de un paisaje forestal con 43 rodales. Los colores corresponden a distintas prácticas silvícolas en tres periodos (adaptado de Gadow *et al.,* 2004).

Para lograrlo, en las unidades de manejo que tienen actualmente un volumen real menor al deseado, los volúmenes a aprovechar serían menores al incremento, lo que significa que se estaría cosechando menos de lo que el bosque crece para capitalizar el volumen residual; en las áreas con más volumen del deseable se cosecharía el incremento y una fracción del volumen real. Al término del periodo de igualación p, el bosque habrá alcanzado la condición deseada y la cosecha será equivalente al crecimiento del bosque en el periodo de referencia. El método es pertinente al sistema de manejo de Cubierta Forestal Continua (Garfitt, 1995), que contempla el desarrollo de cosechas de baja y moderada intensidad a través del tiempo, sin la eliminación de la biomasa (V) como se ilustra en la Figura 24.2.

24.6 PARCELAS DEMOSTRATIVAS

El segundo elemento del manejo forestal con bases científicas lo constituyen las denominadas parcelas demostrativas. La finalidad de una parcela demostrativa es mostrar los diferentes tipos de silvicultura en el campo. Estas parcelas también se pueden emplear para la obtención de datos y monitoreo de la condición de los ecosistemas (Corral-Rivas *et al.,* 2009).

Las parcelas demostrativas son particularmente útiles para formación y educación. Los efectos de un tratamiento silvícola específico se pueden hacer transparentes en el campo. Diversas disciplinas científicas pueden participar en el análisis de las modificaciones de la densidad, el valor y la estructura forestal y proponer prácticas de manejo adaptativo. El área basal extraída se puede utilizar para describir la intensidad de los aclareos, mientras que el tipo de aclareo se describe mediante la relación entre el número de árboles relativo extraído y el área basal relativa extraída.

El cambio en la estructura espacial se describe a tres niveles: cambio del grado de agregación, cambio de la mezcla de especies y cambio en la diferenciación dimensional. Sería conveniente que las actividades de inventarización y monitoreo se pudieran combinar; este objetivo se puede alcanzar programando el inventario de manera que coincida con un tratamiento silvícola.

24.7 ANÁLISIS DEL EVENTO SILVÍCOLA

La dinámica del desarrollo de un paisaje forestal comprende una gran variedad de cambios como resultado de las actividades silvícolas. Un mecanismo efectivo para mantener el control sobre las actividades de manejo es el método denominado análisis del evento silvícola. La mayoría de los inventarios estiman las existencias residuales (que varían pronto debido a las operaciones de cosecha). El muestreo de eventos toma los datos de las unidades de manejo inmediatamente después de que los árboles hayan sido marcados pero antes del derribo (inventario de cosecha), de tal manera que se dispone de información sobre: a) los árboles antes del aclareo, b) árboles extraídos y c) árboles que permanecen después del aclareo.

El bosque se modifica por una cosecha y la modificación puede asumir muy diferentes formas. El análisis del evento silvícola clarifica estas modificaciones que pueden evaluarse en términos de cambio en la densidad forestal (extracción de biomasa), cambio en la estructura forestal (adecuación sitio-especie, distribución dimensional) y valor forestal (valor recreativo, calidad de fustes).

El desarrollo de los ecosistemas forestales es incierto por naturaleza; el análisis del evento silvícola facilita un manejo adaptativo que implica una evaluación cuantitativa regular de las actividades de manejo. En la Figura 24.3 el diagrama a la izquierda muestra un aclareo por lo alto, a la derecha se esquematiza un aclareo por lo bajo en el mismo bosque.

Los efectos de los aclareos de la Figura 24.3 en la distribución de la luz y la temperatura, la modificación de la estructura genética y el aspecto económico de las operaciones son muy diferentes. La utilidad del análisis del evento silvícola aumenta con la creciente incertidumbre en el manejo y con la complejidad en la toma de decisiones. Este análisis es especialmente apropiado en bosques irregulares y multiespecíficos manejados mediante el método de selección, como se propone se aplique en el PNCM. La mayoría de los inventarios forestales generan datos sobre existencias volumétricas que pueden variar pronto como resultado de una operación de aclareo; dedicando el mismo esfuerzo que para un inventario periódico, el inventario de la cosecha proporciona datos sobre cambios inducidos por el manejo que pueden ser utilizados para el análisis de eventos.

Un análisis del evento silvícola básico implica las modificaciones de la estructura forestal y del valor de las existencias y puede complementarse con una evaluación de los efectos de la cosecha sobre las condiciones del suelo, la estructura genética y el clima forestal integrando diversaslas disciplinas en el análisis. El análisis del evento silvícola es un método efectivo para monitorear el manejo forestal sostenible.

24.8 PLANEACIÓN PARTICIPATIVA DEL MANEJO FORESTAL

La toma de decisiones sobre el manejo forestal en el PNCM es compleja, dados los múltiples actores que deben intervenir en el proceso. En este inciso se presenta una técnica para la formulación y selección de alternativas de manejo denominada Proceso Analítico Jerárquico, que posibilita la participación de los sectores sociales involucrados.

El proceso analítico jerárquico es una técnica para la toma de decisiones con atributos múltiples (Saaty, 2006, 2008). El método consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico. El propósito del método es permitir que quienes deben tomar decisiones puedan estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un modelo que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas.

Una vez construido el modelo jerárquico, se realizan comparaciones por pares entre dichos elementos (criterios-subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales. El proceso analítico jerárquico permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad. Para un objetivo dado, las comparaciones son realizadas por pares de elementos, primero planteando la pregunta: ¿Cuál de los dos es el más importante? y segundo: ¿Por cuánto?

El proceso analítico jerárquico se ajusta bien al tipo de problemas complejos de toma de decisiones que involucran metas múltiples relacionadas con la planeación del manejo forestal (Schmoldt *et al.,* 2001; Pérez-Rodríguez *et al.,* 2012). Para ilustrar la aplicación del método en la toma de decisiones en manejo forestal se modelizó un problema en el que el objetivo global es la obtención de la Mejor Estrategia de Manejo. En un primer nivel jerárquico, los criterios de decisión son: Producción Maderable, Estructura del Subrodal y Provisión de Servicios Ambientales. El segundo nivel jerárquico de criterios subordina el Valor de la Cosecha y el Valor de las Existencias Residuales a la Producción Maderable; la Diversidad de Especies y la Diversidad Dimensional a la Estructura del Subrodal y, finalmente, los Servicios Hidrológicos y la Captura de Carbono a la Provisión de Servicios Ambientales. Las alternativas de manejo son Aclareo Ligero, Aclareo Moderado y No Cosechar (Figura 24.4).

La elección de alternativas de manejo mediante el proceso analítico jerárquico se realiza empleando software desarrollado específicamente para este objeto. Entre los recursos libres disponibles en la Web destaca el programa HIPRE 3+ desarrollado por Mustajoki y Hämäläinen (2000). HIPRE 3+ puede obtenerse a través del sitio http://www.hipre.hut.fi/.

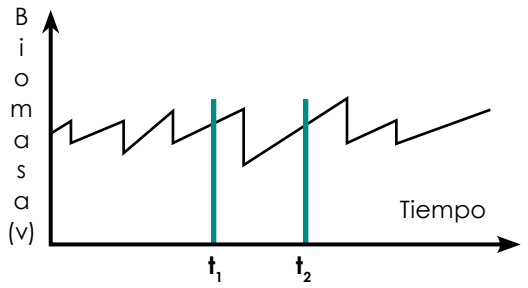


Figura 24.2 Representación del desarrollo de la biomasa en el sistema de manejo forestal de Cubierta Forestal Continua (CCF).

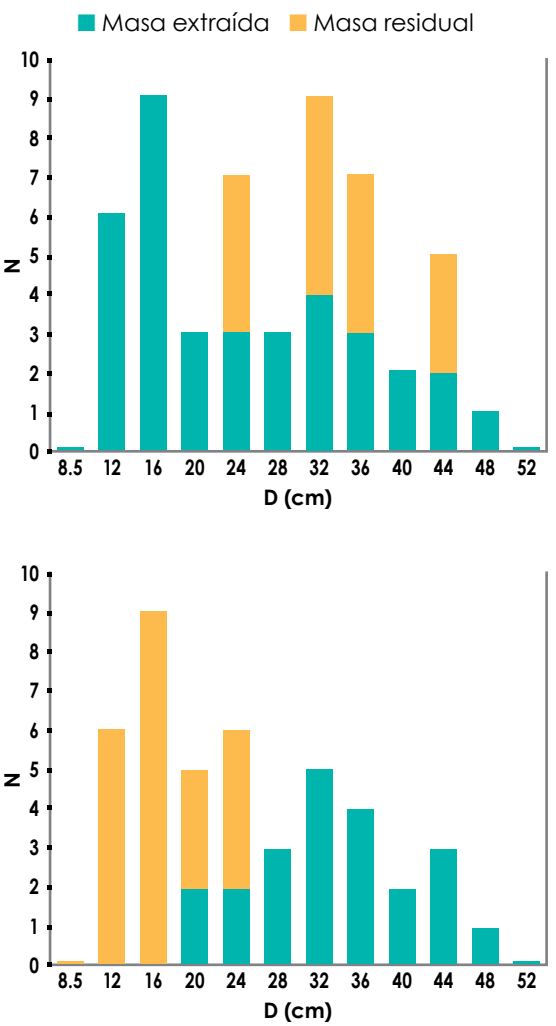


Figura 24.3 Representación de diferentes estrategias de manejo en ecosistemas forestales.

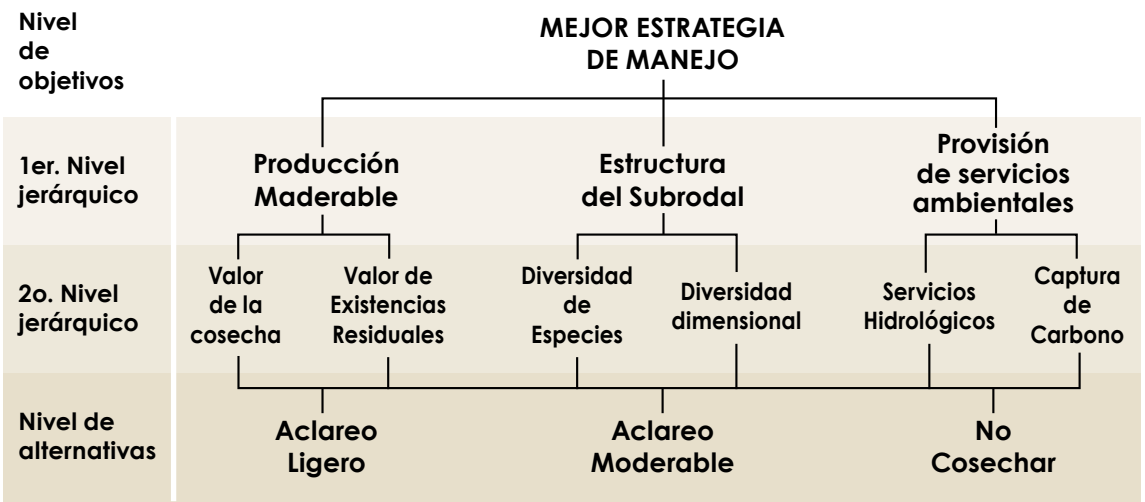


Figura 24.4 Proceso Analítico Jerárquico. Representación del objetivo y estructura de criterios de valoración y alternativas de manejo.

24.9 COMENTARIOS FINALES

La implementación exitosa de sistemas de manejo forestal sustentable en el PNCM requiere objetivos operacionales y un concepto de manejo práctico con métodos adecuados para la estimación de los recursos, la planificación y el control. La dinámica de los ecosistemas forestales es incierta y el manejo tiene que ser adaptativo. La utilización de un modelo de desarrollo forestal realista para la generación de opciones alternativas de tratamiento silvícola facilita este tipo de manejo. El modelo incluye tanto el crecimiento natural como los riesgos y los tratamientos silvícolas. El análisis del evento silvícola posibilita el manejo adaptativo.

Es imposible predecir de manera absoluta sistemas físicos y biológicos; sin embargo, los conocimientos científicos son la base para la toma de decisiones racionales. El manejo forestal con bases científicas contempla las capacidades de los ecosistemas forestales y las necesidades económicas y sociales; emplea metodologías adecuadas de obtención de datos y desarrolla estrategias efectivas para la planificación y análisis como las descritas en este trabajo: diseño de opciones forestales, demostración del manejo y análisis del evento silvícola. Estas estrategias contribuyen al desarrollo de modelos de manejo forestal sustentable sin contraponer los preceptos de la conservación y el desarrollo rural integral.

24.10 LITERATURA CITADA

Aguirre, O., 1991. Elaboración de tablas de producción en base a parcelas temporales de muestreo. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales, 1(1): 61-67.

Aguirre, O., J. Jiménez P. y B. Meraz A. 1995. Optimización de Inventarios para Manejo Forestal. Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales 4(1): 107-118.

Aguirre, O., 1997. Hacia el manejo de ecosistemas forestales. Madera y Bosques 3 (2): 3-11.

Aguirre, O., H. Kramer, J. Saborowski y J. Jiménez P. 1997a. Zur Bonitierung und Altersbestimmung in ungleichaltrigen Kiefernnaturwäldern Mexikos. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung.168(8): 137-140.

Aguirre, O., J. Jiménez, E. J. Treviño G. y B. Meraz A. 1997b. Evaluación de diversos tamaños de sitio de muestreo en inventarios forestales. Madera y Bosques 3(1): 71-79.

Aguirre, O., H. Kramer y J. Jiménez P. 1998. Strukturuntersuchungen in einem Kiefern- Durchforstungsversuch Nordmexikos. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 169(12): 213-218.

Aguirre, O., G. Hui y J. Jiménez P. 2000. Modelo para la descripción de la forma del fuste de Pinus pseudostrobus. Ciencia UANL 3(2):149-153.

Aguirre, O., J. Jiménez, H. Kramer y A. Akça. 2001. Auscheidung und Strukturanalysen von Bestandestypen in einem unberührten Naturwald Nordmexikos – als Grundlage für die Biotopforschung. Forstarchiv 71(1): 17-25.

Aguirre, O., 2002. Índices para la caracterización de la estructura del estrato arbóreo de ecosistemas forestales. Ciencia Forestal en México 27(92): 5-27.

Aguirre, O., H. Kramer y J. Jiménez P. 2002. Zuwachsuntersuchungen in einem ungleichaltrigen Nadelholzmischbestand in den Hochlagen der Sierra Madre Oriental, Nordostmexiko. Forstarchiv 74(3): 103-109.

Aguirre, O., G. Hui, K. v. Gadowy J. Jiménez P. 2003: An analysis of spatial forest structure using neighbourhood-based variables. Forest Ecology and Management 183: 137-14.

Aguirre-Calderón, O. A. 2010. Biodiversity conservation in Mexico. In: González-Tagle M. A. (ed.) Biodiversity and Climate Change: Adaption of Land Use Systems. Sierke Verlag. Göttingen. Pp. 101-111.

Aguirre-Calderón, O. A. y J. Jiménez-Pérez. 2011. Evaluación del contenido de carbono en bosques del Sur de Nuevo León. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 2(6):73-84.

Alanís-Rodríguez, E., J. Jiménez-Pérez, D. Espinosa-Vizcarra, E. Jurado-Ybarra, O. A. Aguirre-Calderón y M. A. González-Tagle. 2008. Evaluación del estrato arbóreo en un área restaurada post-incendio en el parque Ecológico Chipinque, México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 14(2): 113-118.

Alanís-Rodríguez, E., O. A. Aguirre-Calderón, J. Jiménez-Pérez, M. Pando-Moreno, E. J.; Treviño-Garza, R. Aranda-Ramos y P. A. Canizales-Velázquez. 2010a. Efecto de la severidad del fuego sobre la regeneración asexual de especies leñosas de un ecosistema mixto (Pinus-Quercus) en el parque Ecológico Chipinque, México. Interciencia 35(9): 690-695.

Alanís-Rodríguez, E., J. Jiménez-Pérez, M. Pando-Moreno, O. A. Aguirre-Calderón, E. J. Treviño-Garza y P. C. García-Galindo. 2010b. Efecto de la restauración ecológica post-incendio en la diversidad arbórea del Parque Chipinque, México. Revista Madera y Bosques 16(4):39-54.

Alanís-Rodríguez, E., J. Jiménez-Pérez, A. Valdecantos-Dema, M. Pando-Moreno, O. A. Aguirre-Calderón y E. J. Treviño-Garza. 2011. Caracterización de regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del Parque Ecológico Chipinque, México. Revista Chapingo. Serie de Ciencias Forestales y del Ambiente 17(1):31-39.

Bettinger, P., K. Boston, J. P. Siry y D. L. Grebner. 2009. Forest Management and Planning.Elsevier. Amsterdam. Pp. 331.

Bravo, F., V. Le May, R. Jandl y K.Gadow.2008. Managing Forest Ecosystems: The Challenge of Climate Change.Springer. Dordrecht. Pp. 338.

Buongiorno, J. y J. K. Gilles. 2003. Decision Methods for Forest Resource Management.Academic Press. Amsterdam. Pp. 439.

Calmel, M. A. Martinet, N. Grondard, T. Dufour, M. Rageade y A. Ferté-Devin. 2010. REDD+ at proyect scale. Evaluation and development guide. ONF International. Pp. 215.

Canizales V., P. A., J. Jiménez, E. Alanís R., O. A. Aguirre C., G. Alanís F. y L.E. I. Meléndez. 2011. Análisis de la vegetación de sotobosque en áreas incendiadas de bosque mixto de Quercus-Pinus en la Sierra madre Oriental, México. Ciencia UANL 14(3): 273-280.

CCMSS (Consejo Civil mexicano para la Silvicultura Sostenible). 2010. El manejo forestal sostenible como estrategia de combate al cambio climático: las comunidades nos muestran el camino. México, Pp. 37.

CONANP. (En Prensa). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Pp. 179.

Corral-Rivas, J. J., B. Vargas-Larreta, C. Wehenkel, O. A. Aguirre-Calderón, J. G. Álvarez-González y A. Rojo-Arboreca. 2009. Guía para el establecimiento de sitios de investigación forestal y de suelos en bosques del estado de Durango. Editorial UJED. Durango. Pp. 81.

Davis, L. S., K. N. Johnson, P. Bettinger y T. E. Howard.2001.Forest Management.To sustain Ecological, Economic and Social Values.Fourth Ed. Waveland Press, Inc. Long Grove. 804 p.

Domínguez–Cabrera, G., O. A. Aguirre-Calderón, J. Jiménez-Pérez, R. Rodríguez-Laguna y J. A. Díaz-Balderas. 2009. Biomasa aérea y factores de expansión de especies arbóreas en bosques del Sur de Nuevo León. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 15(1) 59-64.

Gadow, K., T. Pukkala y M.Tomé. 2000. Sustainable Forest Management.Managing Forest Ecosystems.Kluwer Academic Publishers.Dordrecht. Pp. 356.

Gadow, K., S. Sánchez-Orois y O. A. Aguirre-Calderón. 2004. Manejo Forestal con Bases Científicas. Madera y Bosques 10(2), 3-16.

Garfitt, J. E. 1995. Natural Management of Woods: Continuous Cover Forestry. Research Studies Press Ltd. Taunton. Pp. 152.

Grossberg, S. P. 2009. Forest Management. Nova Science Publishers, Inc. New York. Pp. 329.

Hawksworth, D. L. y A. T. Bull. 2006. Forest Diversity and Management.Springer. Dordrecht. 547 p.

Herath, G. y T. Prato. 2006. Using multi-critera decision analysis in natural resource management. Ashgate. Hampshire. Pp. 239.

Higman, S., S. Bass, N. Judd, J. Mayers y R. Nussbaum. 2000.The Sustainable Forestry Handbook. A practical guide for tropical forest managers on implementing new standards.Earthscan Pub. London. Pp. 289.

Hussain A. 2012. Forest Management: Innovative Practices. The Icfai University Press.Agartala. Pp. 163.

Jiménez, J., O. A. Aguirre C. y M. Niembro. 1994. Determinación de la forma externa de Pinus hartwegii Lindl en el Noreste de México. Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales 3(2): 175-182.

Jiménez, J. O. A. Aguirre C., E. J. Treviño G. y A. Domínguez C. 1998a. Desarrollo de un sistema matemático para la elaboración de tarifas volumétricas en especies arbóreas. Madera y Bosques 4(2): 1-11

Jiménez, J., O. A. Aguirre C. y H. Kramer. 1998b. Bestandesstrukturanalyse in ungleichaltrigen Kiefern- Wacholder- Eichen- Mischwald Nordostmexikos.Forstarchiv 69 (6): 227-234.

Jiménez, J., O. A. Aguirre C. y H. Kramer.2002a. Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México. Investigación Agraria. Serie: Sistemas y Recursos Forestales 10(2): 145-156.

Jiménez, J., H. Kramer y O. A. Aguirre C. 2002b. Bestandesuntersuchungen in einem ungleichaltrigen Tannen-, Douglasien-, Kiefern-Naturbestand Nordostmexikos. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 173 (2/3): 78-84.

Jiménez, J., H. Kramer y O. A. Aguirre C. 2003. Untersuchung des Einzelbaumwachstums in einem ungleichaltrigen Nadelholzmischbestand mit Hilfe von Stammanalysen. Allgemeneine Forst und Jaddzeitung 174(9): 169-175.

Kaiser, H. M. y K. D. Messer. 2011. Mathematical Programming for Agricultural, Environmental, and Resource Economics. John Wiley & Sons, Inc. Danvers. Pp. 494.

Kätsch, Ch., O. A. Aguirre C. y H. Kramer. 1992. Untersuchungen des kurzfristigen Dickenzuwachses in ungleichalten Mischbeständen. Forstarchiv 63 (2): 66-73.

Kramer, H. y O. A. Aguirre C. 1990. Der k-Faktoral-sertragskundlicher Weiser. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 161 (10/11): 204-209.

Kramer, H., J. Saborowski, O. A. Aguirre C. y J. Jiménez P. 1997a. Bonitierungungleichaltriger Kiefernbestände im Rahmen der Forsteinrichtung Mexikos. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 168(9): 167-170.

Kramer, H., O. A. Aguirre C., Ch. Kätsch y J. Jiménez P. 1997b. Zur Bestimmung der Bestandesdichte in ungleichaltrigen Kiefernnaturwäldern.Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 168 (11/12): 197-202.

Kramer, H., J. Jiménez P. y O. A. Aguirre C. 1999. Zur Durchmesser- und Altersdifferenzierung im ungleichaltrigen Nadel-Laubholz-Mischwald. Forstarchiv 70 (4): 138-142.

Kramer, H., J. Jiménez, Ch. Kätsch y O. A. Aguirre C. 2002. Kronenuntersuchungen in einem ungleichaltrigen Nadelholzmischbestand in den Hochlagen der Sierra Madre Oriental, Mexiko. Forstarchiv 73 (6) 229-235.

Lal, J. B. 2007. Forest Management: Classical Approach & Current Imperatives. Natraj Publishers. Dehradun. Pp. 289.

Malmsheimer, R. W., P. Heffernan, S. Brink, D. Crandall, F. Deneke, C. Galik, E. Gee, J. A. Helms, N. McClure, M. Mortimer, S. Ruddell, M. Smith y J. Stewart. 2009. Forest Management Solutions for Mitigating Climate Change in the United States. Society of American Foresters. Bethesda. 137 p.

Marroquín F., R. A., J. Jiménez, F. Garza O., O. Aguirre C., E. Estrada C. y D. R. Bourguet. 2006. Pruebas de regeneración artificial de Pinus pseudostrobus en localidades degradadas por incendios. Ciencia UANL 9(3): 298-303.

Mustajoki, J. y R. P. Hämäläinen. 2000. Web-HIPRE: Global decision support by value tree and AHP analysis, INFOR, 38(3): 208-220.

Pérez-Rodríguez F., B.Vargas-Larreta, O. A. Aguirre-Calderón, J. J. Corral-Rivas y A. Rojo-Arboreca. 2012. El proceso analítico jerárquico para la selección de métodos de manejo forestal en bosques de Durango. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. En revisión.

Poff, B. 2008. Forest Management in a Spatio-temporal Multi-objective Decision-making Framework. Verlag Dr. Muller. Saarbrücken. Pp. 100.

Pukkala, T. 2002. Multi- objective Forest Planning. Managing Forest Ecosystems.Kluwer Academic Publishers.Dordrecht. Pp. 207.

Rodríguez-Laguna, R., J. Jiménez-Pérez, O. A. Aguirre-Calderón y E. Jurado-Ybarra. 2007. Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea en especies de encino y pino en Iturbide, N.L. Ciencia Forestal Vol. 32(101): 39-5

Saaty, T. L. 2006. Fundamentals of decisión making and priority theory with the analytic hierarchy process. 2nd .Ed. RWS Publications.Pittsburgh. Pp. 478.

Saaty, T. L. 2008. The analytic hierarchy process for decisions in a complex world. RWS Publications. Pittsburgh. Pp. 343.

Schmoldt, D. L., J. Kangas, G. A. Mendoza y M. Pesonen. 2001. The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making.Managing Forest Ecosystems.Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. Pp. 305.

S**ecretaría de Economía.** 2008. Norma Mexicana NMX-AA-143-SCFI-2008 para la certificación del manejo sustentable de bosque. Pp. 22.

SEMARNAT. 2002. Planes de Manejo Forestal, Ejido Laguna de Sánchez, Comunidad Laguna de Sánchez y Ejido La Trinidad. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2002.

SEMARNAT-CONAFOR. 2010. Visión de México sobre REDD+. Hacia una estrategia Nacional. México. Pp. 56.

Treviño-Garza, E. J., C. Cavazos-Camacho y O. A. Aguirre-Calderón. 2001. Distribución y estructura en los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. Madera y Bosques 7 (1): 13-25.

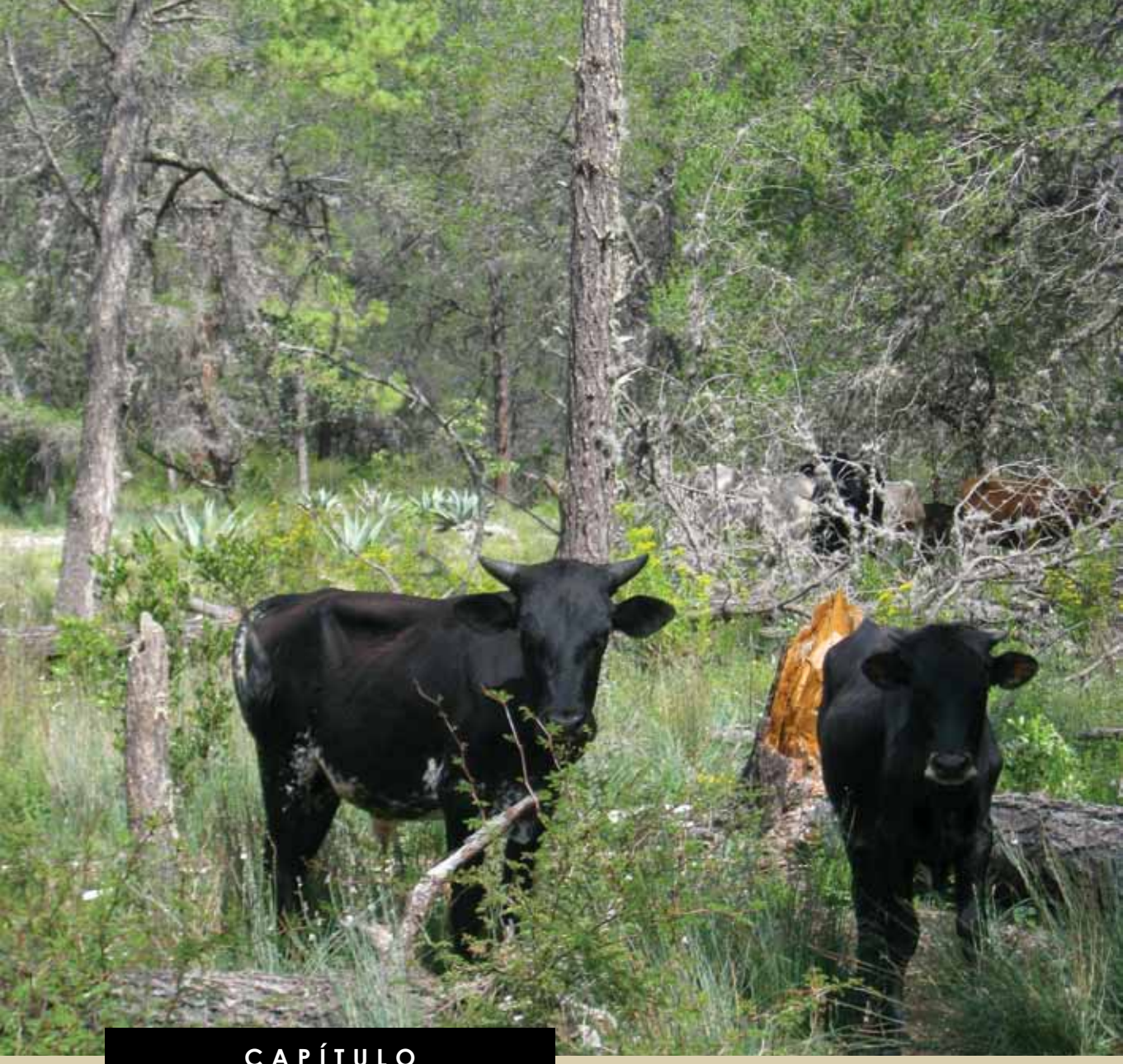
Vargas-Larreta, B., O. A. Aguirre-Calderón y J. J. Corral-Rivas. 2012. Diagramas de manejo de densidad para Pinus pseudostrobus Lindl. Revista Mexicana de Ciencias Forestales.

Vargas-Larreta, B., O. A Aguirre-Calderón, J. J. Corral-Rivas, F. Crecente-Campo y U. Diéguez-Aranda. 2013. A dominant height and site index model for Pinus pseudostrobus Lindl. in northeastern Mexico. Revista Fitotecnia Mexicana. 47: 91-106.

Y**erena–Yamallel, J. I., J. Jiménez–Pérez, E. Alanís-Rodríguez, O. A. Aguirre–Calderón y E. J. Treviño–Garza.** 2011. Contenido de carbono en la biomasa aérea en diferentes sistemas de uso de suelo del matorral espinoso tamaulipeco. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. 7(2):71-77.

Yerena–Yamallel, J. I., J. Jiménez–Pérez, O. A. Aguirre–Calderón y E. J. Treviño–Garza. 2012a. Contenido de carbono total en los componentes de especies arbóreas y arbustivas en áreas con diferentes uso, en el matorral espinoso tamaulipeco, en México. Bosque. 33(2):145-152.

Yerena–Yamallel, J. I., J. Jiménez–Pérez, O. A. Aguirre–Calderón, E. J. Treviño–Garza y E. Alanís-Rodríguez. 2012b.Concentración de carbono en el fuste de 21 especies de coníferas del noreste de México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales.



CAPÍTULO

25

ACTIVIDADES PECUARIAS

Sadot E. Ortiz H.[1], César Cantú A.[2], José Uvalle S.[2] y Fernando González S.[2]

[1]Parque Nacional Cumbres de Monterrey (Conanp-Semarnat)

[2]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales

sortiz@conanp.gob.mx

Ortiz-Hernández, S., C. Cantú-Ayala, J. Uvalle-Sauceda y F. González-Saldivar. 2013. Actividades Pecuarias, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 287-295.

Actividades Pecuarias

Sadot E. Ortiz H., César Cantú A., José Uvalle S. y Fernando González S.

25.1 INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) y en general, de todas las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México, es conservar los ecosistemas y su biodiversidad, aunado al mantenimiento de bienes y servicios ambientales inherentes a éstos, lo cual es posible, mediante un aprovechamiento sustentable de recursos naturales vinculado al desarrollo comunitario de los habitantes de estos espacios protegidos (Rascón, 2008; Maas *et al.,* 2010; Figueroa *et al.,* 2011; LGEEPA, 2012), Sin embargo, al existir comunidades humanas dentro y alrededor del PNCM, se desarrollan actividades tales como agricultura, minería y ganadería que pueden representar un obstáculo para lograr la conservación de los ecosistemas y sus servicios ambientales.

Existen zonas rurales en el PNCM, en donde las oportunidades productivas son escasas y la ganadería representa una de esas pocas opciones existentes. La ganadería ya se practicaba dentro del PNCM desde antes de que se decretara como ANP, por lo que con las reformas a la LGEEPA del 2005, esta actividad pecuaria está permitida en el PNCM, sin embargo, debe practicarse bajo modelos sustentables, que sean compatibles con las acciones de conservación del ANP, en predios que cuenten con aptitud para este fin y, controlando la erosión y la degradación de suelo (LGEEPA, 2012; RANP, 2000), situación que no en todos los casos se cumple en el PNCM.

La ganadería que se practica en el PNCM es principalmente de bovinos (*Bos taurus*), aunque también existe la producción de caprinos (*Capra hircus*); Ovinos (*Ovis aries*) y en menor grado conejos (*Oryctolagus cuniculus*) y aves de corral (*Gallus gallus*). En todos los casos, este ganado representa especies introducidas o exóticas (Álvarez *et al.,* 2008).

En un ecosistema conservado, al introducir ganado, éste empieza a consumir especies florísticas que le resultan más palatables, lo que ocasiona que algunas plantas disminuyan y otras aumenten su densidad en los ecosistemas y, en casos severos, ocurra la desaparición completa de especies vegetales; en otras palabras, ocasiona la pérdida de la diversidad biológica (Fleischner, 1994; Domínguez y Silva, 2005; Jones, 2000), Otros cambios causados por el sobrepastoreo de ganado, lo representan la afectación al suelo y agua (Belsky y Blumenthal, 1997; Donkor *et al.,* 2001); la fragmentación y funcionalidad de los ecosistemas (Fleischner, 1994); la afectación de zonas riparias (Fleischner, 1994; Belsky *et al.,* 1999; Granados *et al.,* 2006), además de una contribución importante al cambio climático, pues el ganado produce metano, el cual, es más potente como gas de efecto invernadero que el dióxido de carbono (Ogino *et al.,* 2007; Fanelli, 2007; Steinfeld *et al.,* 2009).

En el presente estudio se realizó un análisis sobre las actividades pecuarias dentro del PNCM, los sistemas de producción ganadera, las unidades de producción, la cantidad y tipo de productores; las cabezas de ganado existente por especie y por productor, así como también, la carga animal presente en cada predio donde se realiza la actividad ganadera, y su respectivo coeficiente de agostadero estimado por la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA).

25.2 METODOLOGÍA

Se ubicaron las unidades de producción ganadera (UPG) dentro del PNCM y se encuestaron a sus propietarios, en las encuestas, se incluyeron preguntas sobre el tipo y cantidad de ganado; la forma de producción y las principales causas de muerte o pérdida del ganado, además, del tiempo de producción y el tipo y precio de venta del ganado.

Existen casos en donde un mismo ganadero produce bovinos, cabras y equinos, por lo que, para facilidad en el análisis se tomó a este tipo de ganadero como tres unidades de producción, es decir, una por cada grupo de las especies producidas.

Por otra parte, se recorrieron, ubicaron y georreferenciaron los predios donde se realiza el pastoreo del ganado, en los casos donde no fue posible realizar el recorrido por todo el lugar de pastoreo, se identificaron los sitios con el apoyo de los productores, utilizando cartografía de la zona.

Posteriormente, se digitalizaron los polígonos de los predios donde se realiza la actividad ganadera, se estimaron las superficies respectivas y se identificó el tipo de vegetación presente en cada UPG, usando como base, la serie IV de vegetación y uso de suelo del Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2007).

Con la superficie cuantificada de cada predio usado como agostadero y el tipo y número de cabezas de ganado presentes en el, se procedió a estimar la carga animal para cada lugar, utilizando como referencia, las Unidades Animales (UA) (Esqueda *et al.,* 2011) con las siguientes equivalencias:

Una vaca con su cría = 1.00 UA
Un toro adulto = 1.25 UA
Una cabra con cabrito = 0.17 UA
Una oveja con su cría = 0.20 UA
Un caballo = 1.25 UA
Un burro = 1.00 UA

Paralelamente, se consultaron los coeficientes de agostadero estimados por la COTECOCA para los tipos de vegetación presentes en los predios bajo estudio. Con estos índices y con información recabada de tipo de vegetación y carga animal presente, se identificó si existe o no sobrepastoreo en cada uno de los predios.

25.3 RESULTADOS

En el PNCM se realizan actividades pecuarias en cinco de los ocho municipios en donde se ubica esta ANP (DOF, 2000), pues existen zonas donde no hay ganadería (Tabla 25.1).

En el PNCM se ubican 376 UPG, las cuales son propiedad de 236 ganaderos, están distribuidas en 34 predios, los cuales a su vez, están ubicados en cinco de los ocho municipios del PNCM. Los predios usados como agostaderos se encuentran cercanos a los asentamientos humanos. Existen casos como el ejido de San Antonio de la Osamenta en Santa Catarina, con tres asentamientos humanos (San Antonio, Puerto Conejo y El Tunalillo) en donde los productores utilizan los predios de uso común del ejido, por lo que se identificaron a estos productores en un sólo grupo. De igual forma, se agruparon productores de la zona conocida como La Huasteca, debido a que son localidades muy cercanas entre sí y comparten zonas de pastoreo. Esta situación también se presentó en algunas localidades del municipio de Santiago.

En cuanto al número total de cabezas de ganado, tenemos que existen en el PNCM un total de 1,666 bovinos; 1,288 caprinos y 363 equinos, los cuales pastorean en un superficie total de 21,481.88 ha.

En términos generales, las actividades pecuarias se realizan de forma extensiva, con escasas prácticas de manejo, pues más de la mitad de los productores no encierran a sus animales (Figura 25.1), lo que representa la pérdida de muchas cabezas de ganado por caídas o depredación de oso negro (*Ursus americanus*), aunque se identificó a la sequía y falta de alimento como la principal causa de pérdida de ganado (Figura 25.2).

Tabla 25.1 Municipios del PNCM con y sin actividades ganaderas.

Municipio	Superficie (ha) total	Superficie (ha) dentro del PNCM	Actividad ganadera	Localidades ganaderas en el PNCM
Allende	15,620	4,799	No	0
García	85,320	531	No	0
Montemorelos	170,620	26,073	Si	1
Monterrey	45,130	6,036	Si	1
Rayones	90,520	8,236	Si	6
San Pedro	6,900	2,228	No	0
Santa Catarina	98,450	75,951	Si	17
Santiago	76,380	52,354	Si	44

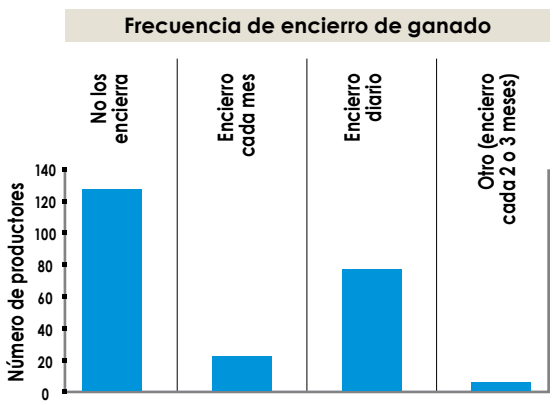


Figura 25.1 Frecuencia de encierro del ganado de los productores (n = 236) del PNCM.

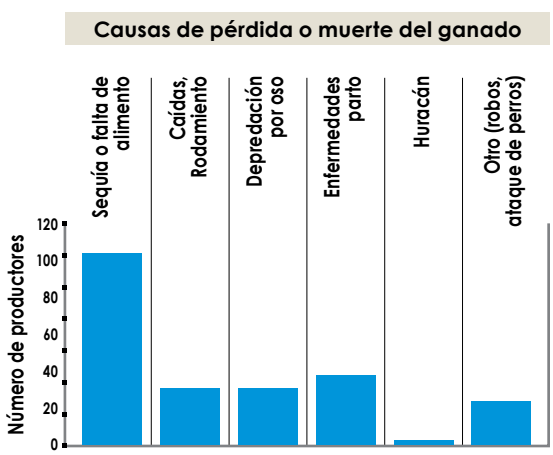


Figura 25.2 Principales causas de pérdida del ganado, reportados por productores (n = 236) del PNCM.

En materia económica, los productores comúnmente sacrifican animales para venta de carne a nivel local. El precio de la carne varía en cada localidad, sin embargo, el precio promedio es de $47.36 ± 6.54 pesos ($3.69 ± 0.51 USD) por kilogramo. En términos generales la mayoría de productores vende sus animales (bovinos) en promedio $3,639.00 ± 904.80 pesos ($284.14 ± 70.63 USD), mientras que el tiempo de producción se prolonga en la mayoría de productores hasta siete u ocho años, lo que se traduce en pocas ganancias de una actividad a la que se le invierte mucho tiempo.

Para facilitar la presentación de los datos en cuanto al número de cabezas de ganado por especie y productor, la superficie utilizada para el pastoreo y las cargas animales estimadas, se presentan los resultados por municipio:

Producción ganadera en la porción del PNCM dentro del municipio de Rayones

La porción del PNCM ubicada en el municipio de Rayones consta de una superficie de 8,235.5 ha, y se localiza en el extremo suroeste de esta ANP, en donde existe un total de siete asentamientos humanos, en seis de los cuales hay producción ganadera. En la localidad conocida como El Taray no existen productores pecuarios (Tabla 25.2).

En este municipio se ubican 11 unidades de producción bovina, las cuales cuentan con un promedio de 9.5 ± 6.2 animales; seis unidades de producción caprina con un promedio de 66.3 ± 29.0 animales y nueve unidades de producción equina con un promedio de 3.2 ± 1.1 animales.

En esta zona del PNCM, la producción pecuaria más importante es la ganadería caprina, la cual se realiza de manera extensiva, con manejo mínimo, sin prácticas de empadre ni registros de producción, lo que representa rendimientos económicos bajos. De conformidad con la información de las encuestas, los productores realizan la venta en pie a través de intermediarios, lo que disminuye aún más sus ingresos por esta actividad pecuaria, el precio de venta de un ejemplar caprino fluctúa entre $400.00 y $600.00 pesos ($ 31.20 y 46.83 USD), dependiendo de las condiciones del animal y lugar de venta.

Dentro del PNCM, la ganadería es complementaria a las actividades de agricultura y venta de fuerza de trabajo en lugares fuera de las localidades de los productores. Comúnmente, los mismos dueños del ganado, realizan las labores de pastores, encerrando diariamente a sus animales, por lo que no existe la pérdida de ganado por depredación de animales silvestres, sin embargo, existen bajas o pérdidas considerables debido a eventos meteorológicos tales como la sequía y los huracanes. En el 2010, el huracán Alex causó la pérdida de rebaños completos en esta zona, los cuales se están recuperando gradualmente.

En materia ambiental, los productores realizan el pastoreo en zonas de bosque de pino-encino (BPE); matorral submontano (MS); bosque de pino (BP) y zonas identificadas como sin vegetación aparente (SVA), estas últimas, debido a su ubicación; altura y pendiente, probablemente correspondieron a ecosistema de matorral submontano, sin embargo en la actualidad carecen de vegetación y muestran problemas graves de erosión.

De manera general, en los predios del PNCM, donde se realiza la ganadería extensiva, presentan sobrepastoreo en todas las localidades, siendo éste más severo en El Tepozán y La Cebolla, en donde de conformidad con los coeficientes de agostadero (COTECOCA), se han rebasado considerablemente la capacidad de carga de los predios (Tabla 25.2).

Producción ganadera en la porción del PNCM dentro del municipio de Montemorelos

La porción del PNCM comprendida en el municipio de Montemorelos tiene una superficie de 26,072.7 ha y se ubica en el extremo sureste de esta ANP. En esta zona, únicamente existe un sólo ejido con un asentamiento humano: La Trinidad, en el que se producen bovinos; caprinos y equinos, siendo, la ganadería bovina la más importante en cuanto a número de animales (Tabla 25.3).

Las unidades de producción bovina suman un total de 19, las cuales tienen un promedio de 10.7± 8.3 cabezas de ganado. Sólo existe un productor de caprinos con 10 ejemplares y 6 unidades de producción de equinos, las cuales tienen en promedio 3 ± 2.4 equinos por unidad.

Salvo los caprinos y equinos que son encerrados diariamente por los productores, el ganado bovino está libre en el agostadero, encerrando únicamente y de manera temporal a las hembras recién paridas, las cuales una vez que la cría se fortalece, se regresan al agostadero, lo que ocurre en un promedio de 10 a 15 días.

En este ejido, la producción ganadera se realiza de manera extensiva, sin asesoría técnica ni prácticas de manejo, lo que ocasiona pérdidas por enfermedades; rodamiento (caídas en barrancas o predios con pendiente pronunciada) y según los propios productores por depredación por animales silvestres tales como oso negro (*Ursus americanus*), sin embargo, no existen evidencias que indiquen que los osos ocasionen mortalidad en el ganado.

En cuanto a los ecosistemas usados en las labores de pastoreo, en esta porción del PNCM, la producción se realiza en tres diferentes tipos de vegetación que son: el

Localidades, tipo de vegetación, ganado y carga animal en la porción del PNCM correspondiente a los municipios de Rayones y Montemorelos.

Simbología: **BPE** Bosque de Pino encino. **SVA** Sin Vegetación. **BP** Bosque de Pino. MSM = Matorral submontano **UPG** Unidades de producción ganadera.

LOCALIDAD	Número de productores pecuarios	Número de UPG	Número de cabezas			Unidades animales (UA)	Tipo de vegetación	Superficie usada (ha)	Carga animal del predio (ha/UA)	Coeficiente COTECOCA (ha/UA)
			Bovinos	Caprinos	Equinos					
Tabla 25.2 RAYONES										
El Tepozan	3	8	14	33	4	26.6	BPE	72.12	2.71	46.6
La Cebolla	3	6	15	86	4	34.0	BPE	74.26	2.18	46.6
La Conducta	1	2	0	80	2	16.1	BPE	60.86	3.78	46.6
Las Casitas	1	2	15	0	2	15.0	BPE	180.64	12.04	46.6
						0.0	SVA	0	0	0
						2.5	MS	16.02	6.41	31.2
Los Pocitos	2	2	8	0	0	5.0	BPE	77.8	15.56	46.6
						3.0	BP	31.99	10.66	52.7
Puerto Grande	3	6	5	0	4	10.0	BPE	60.72	6.07	46.6
Tabla 25.3 MONTEMORELOS										
La Trinidad	19	26	203	10	18	114.5	BPE	689.4	6.02	46.6
						61	BEP	249.5	4.09	46.6
						52	MSM	181.98	3.50	31.2

bosque de pino-encino (BPE); bosque de encino-pino (BEP) y el matorral submontano (MSM). En estos tipos de vegetación, existe sobrepastoreo (Tabla 25.3).

Producción ganadera en la porción del PNCM dentro del municipio de Santa Catarina.

El municipio de Santa Catarina es el más importante en cuanto a extensión territorial en el PNCM, con 76,094 ha, lo que representa el 42.9% de la superficie total de esta ANP. En este municipio existen cuatro ejidos y 22 asentamientos humanos.

En Santa Catarina, se producen bovinos, caprinos y equinos, sin embargo, existen ejidos como El Pajonal y localidades como Placeres, La Colorada y La Biznaga, donde no existen productores pecuarios, aunque en ocasiones, ganaderos de localidades vecinas invaden sus predios, ocasionando molestia y conflicto con estos ejidatarios que no son ganaderos (Tabla 25.4).

Salvo en las localidades de Santa Cruz y Rincón Grande, donde no existe producción caprina, el resto de los ganaderos producen ganado caprino, bovino y equino, si se hiciera la separación de las unidades de producción por especie, tendríamos un total de 39 unidades de producción bovina con un promedio de 16.2± 17.9 de animales por unidad; 18 unidades de producción caprina con un promedio de 29.1± 32.7 de cabras por unidad y en el rubro equino un total de 24 unidades de producción con un promedio de 6.7± 18.9 equinos por productor.

Tabla 25.4 Localidades, número de unidades de producción, ganaderos y número de cabezas existentes en el PNCM, en la superficie correspondiente al municipio de Santa Catarina.

LOCALIDADES	Productores Pecuarios	Número de UPG	Número de cabezas			Unidades animal por localidad
			Bovinos	Caprinos	Equinos	
Buenos Aires/ Ojo de Agua	3	5	13	32	1	20.6
Canoas/ El Sahumado/ Labor Vieja	15	26	171	55	18	203.6
Horcones/ Nogales/ Los García	3	5	112	65	95	239
El alto	1	2	2	18	0	5.6
Llanitos	3	7	67	3	9	78.4
SAO/ Puerto conejo/ tunalillo	12	23	196	217	28	273
San Pablo/ Villareal yeso	1	3	2	90	4	24.8
Santa Cruz/ Rincón grande	6	10	70	15	8	82.6
La Colorada	0	0	0	0	0	0
El Pajonal	0	0	0	0	0	0
Placeres	0	0	0	0	0	0
La Biznaga	0	0	0	0	0	0
TOTALES	**44**	**81**	**633**	**495**	**163**	**927.6**

Tabla 25.5 Tipos de vegetación y carga animal presente en predios de localidades del PNCM dentro del municipio de Santa Catarina.

Simbología: **MS** Matorral submontano. **MDR** Matorral desértico rosetófilo. **MDM** Matorral desértico micrófilo. **BP** Bosque de pino. **BPE** Bosque de pino encino. **BE** Bosque de encino.

LOCALIDADES	Número de unidades animales	Tipo de vegetación	Superficie usada (ha)	Carga animal del predio (Ha/UA)	Coeficiente COTECOCA (Ha/UA)
Buenos Aires/	14	MS	714	51.00	30.1
Ojo de Agua	6.6	MDR	311.24	47.16	39.6
Canoas/	45	BP	287.82	6.40	26.7
El Sahumado/	96.6	MDM	625	6.47	39.6
Labor Vieja	62	MS	325	5.24	30.1
Horcones/					
Nogales/	41	MDR	300.27	7.32	39.6
Los García	198	MS	1963	9.91	30.1
El alto	5.6	MS	317.26	56.65	30.1
Llanitos	78.4	BP	469.55	5.99	26.7
SAO/					
Puerto conejo/	190	BP	509.05	2.68	26.7
tunalillo	83	MS	140	1.69	30.1
San Pablo/	12.8	MS	350.74	27.40	30.1
Villareal yeso	12	MDR	407	33.92	39.6
Santa Cruz/	20	MS	337.48	16.87	30.1
Rincón grande	30	BP	495	16.50	46.6
	32.6	BEP	523	16.04	46.6
Promedio	**57.9±60.21**		**504.7±414.2**	**19.5±18.3**	

Al igual que en otros municipios, la producción pecuaria en estas localidades se realiza de manera extensiva, sin asesoría técnica, encerrando diariamente a los caprinos y dejando libres en el agostadero a los bovinos, lo que ocasiona bajos rendimientos y muertes de los animales por rodamiento, enfermedad, falta de alimento y depredación por oso negro, según los habitantes del lugar.

En la producción pecuaria de esta porción del PNCM, destaca el papel de La Huasteca, donde un sólo productor tiene hasta 95 equinos y más de 100 bovinos, por lo que frecuentemente tiende a invadir predios de las localidades vecinas. Por otra parte, los equinos de este productor andan libres en los caminos ocasionando problemas en los contenedores de residuos sólidos, ya que estos animales buscan alimento en estos sitios dispersando la basura.

En cuanto a los tipos de vegetación utilizados para las actividades de pastoreo, es muy variado, lo que sí es común en todos los casos, es el sobrepastoreo existente en diferentes grados (Tabla 25.5).

Producción ganadera en la porción del PNCM dentro del municipio de Santiago

El municipio de Santiago es el segundo más importante en extensión territorial del PNCM, y el primero en importancia en producción pecuaria, ya que en este municipio se encuentran un total de 154 productores, distribuidos en 18 predios (Tabla 25.6).

Los productores de bovinos suman un total de 112 unidades de producción, las cuales tienen un promedio de 6.5± 6.8 ejemplares. Existen 40 unidades de producción caprina con un promedio de 13.7 ±30 ejemplares, y 87 unidades de producción equina, las cuales tienen en promedio 2± 1.2 equinos por productor.

En todos los casos, la producción ganadera se realiza de manera extensiva, sin asesoría técnica ni prácticas de manejo, lo que ocasiona pérdidas por enfermedades, rodamiento (caídas en barrancas o laderas) y depredación por animales silvestres tales como oso negro. Salvo los caprinos y equinos que son encerrados diariamente por los productores, el ganado bovino está libre en el agostadero.

En cuanto a los ecosistemas usados para la producción pecuaria en el municipio de Santiago se usa principalmente el bosque templado, aunque existen productores que usan al matorral submontano para pastorear su ganado (Tabla 25.7).

Producción ganadera en la porción del PNCM dentro del municipio de Monterrey

En el municipio de Monterrey no existen ejidos o comunidades rurales, sin embargo en el asentamiento humano El Uro (muy cercano al área metropolitana de Monterrey), se registraron cuatro productores pecuarios, tres de los cuales se dedican a la producción bovina y uno de estos produce bovinos y caprinos (Tabla 25.8).

Los productores de esta zona no cuentan con predios para pastorear sus animales, por lo que invaden terrenos particulares de quintas o fraccionamientos vecinos, lo que ocasiona conflictos constantes, en cuanto al tipo de vegetación usado, éste corresponde al matorral submontano (Tabla 25.8).

25.4 CONCLUSIONES

La ganadería que se practica en el PNCM es de tipo extensivo, con bajos rendimientos y altos costos ambientales. Se centra básicamente en la producción bovina y caprina, aunque existen también equinos que son usados como fuerza de trabajo y transporte que representan una carga importante para sus ecosistemas. La ganadería es una de las pocas opciones productivas que existen en las zonas rurales del PNCM,

Tabla 25.6 Localidades, unidades de producción, ganaderos y número de cabezas existentes en el PNCM en la porción del Municipio de Santiago.

LOCALIDADES	Productores Pecuarios	Número de UPG	Número de cabezas			Unidades animal por localidad
			Bovinos	Caprinos	Equinos	
Agua Chiquita/ Agua de en Medio/ Agua Fría/ Barbacoa/ El Álamo/Pericos /Tarillal	3	5	18	0	3	21.8
Corral de Piedra/ Corral de Palos	2	4	18	0	0	18.0
El Chupadero	1	1	0	0	1	1.3
Hondable	12	21	58	3	13	74.9
La Ciénega de González	5	11	20	20	7	32.8
La Mesa del Nopal/ La Jacinta/ La Guardaraya /El vergel	3	4	0	0	3	3.8
San Sebastian/ La Peñita/ El Barranco/ El Saucito/ El Venadito	7	13	12	5	9	31.3
Laborcitas	3	3	12	45	2	23.5
Laguna de Sánchez/ La Camotera/ El Tejocote /El Pinal /El Rincón	29	49	156	256	37	253.5
Mauricios/ Las Adjuntas	10	17	114	12	16	136.4
Las Adjuntas de Arriba/San José/ San Antonio	4	4	2	0	4	7.0
Las Lagunillas	2	3	8	0	7	16.8
Potrero de Serna (La Nogalera)	2	2	14	0	0	14.0
Potrero Redondo	22	30	139	76	13	170.5
Puerto Genovevo	2	3	24	0	2	26.5
San Isidro /El Calabozo /Cilantrillo	17	23	54	19	7	66.6
San Jose de las Boquillas/ El Terrero	21	34	16	12	34	60.9
San Juan Bautista/ La Escondida/ La Palma	9	12	63	95	8	92.0
Totales	154	239	728	543	166	1051.1

Tabla 25.7 Tipos de vegetación y carga animal presente en localidades del PNCM dentro del municipio de Santiago.

Simbología: **MS** Matorral submontano. **BP** Bosque de pino. **BPE** Bosque de pino encino. **BE** Bosque de encino. **BEP** Bosque de encino pino.

LOCALIDADES	Número de unidades animales	Tipo de vegetación	Superficie usada (ha)	Carga animal del predio (Ha/UA)	Coeficiente COTECOCA (Ha/UA)
Agua Chiquita/ Agua de en medio/Agua fría /Barbacoa/ El Álamo/Pericos /Tarillal	21.75	BPE	293.72	13.50	53.5
Corral de Piedra	9	BEP	250	27.78	53.5
/Corral de palos	9	BPE	240.91	26.77	53.5
El Chupadero	1.25	BEP	26.02	20.82	53.5
Hondable	74.85	BEP	621.84	8.31	53.5
Ciénega	20	BEP	750	37.50	53.5
de González	12.75	BE	495.61	38.87	46.6
Mesa del Nopal /La jacinta /La gurdaraya /El vergel	3.75	BP	113.8	30.35	53.5
San Sebastian/ La Peñita/ El barranco/ El saucito/	11.25	BP	77.54	6.89	53.5
El venadito	20	BPE	105	5.25	46.6
Laborcitas	8.5	MS	140.38	16.52	31.2
	15	BPE	235	15.67	53.5
Laguna de Sánchez/ La camotera/	111	BPE	925	8.33	53.5
El tejocote/	89	BEP	620	6.97	53.5
El pinal/El rincón	53.45	MS	534.17	9.99	31.2
Mauricios/	60	BE	395	6.58	46.6
Las Adjuntas	35	BPE	225	6.43	53.5
	41.4	BEP	190.51	4.60	53.5
Las Adjuntas de arriba San José/ San Antonio	7	BPE	265.84	37.98	53.5
Las Lagunillas	16.75	BEP	307.45	18.36	53.5
Potrero de Serna (La Nogalera)	14	BE	166.08	11.86	46.6
Potrero	90	BE	360	4.00	46.6
Redondo	80.45	BPE	366.12	4.55	53.5
Puerto Genovevo	26.5	BPE	1112.76	41.99	53.5
San Isidro/ El Calabozo/	36.55	BP	430	11.76	53.5
Cilantrillo	30	BPE	335.32	11.18	53.5
San José de las Boquillas /	30.9	BP	190	6.15	53.5
El terrero	30	BPE	167.63	5.59	53.5
S. Juan Bautista/ La escondida/	60	MS	890	14.83	31.2
La palma	32	BEP	565.59	17.67	53.5

Tabla 25.8 Localidades, tipo de vegetación, ganado y carga animal en la porción del PNCM correspondiente al municipio de Monterrey.

LOCALIDAD	Número de productores pecuarios	Número de UPG	Número de cabezas			Unidades animales (UA)	Tipo de vegetación	Superficie usada (ha)	Carga animal del predio (ha/UA)	Coeficiente COTECOCA (ha/UA)
			Bovinos	Caprinos	Equinos					
EEl Uro	4	4	47	10	0	49	MSM	314.9	6.43	30

además que representa una actividad productiva muy arraigada entre sus habitantes.

Aunque se desconoce a detalle los impactos de la actividad ganadera sobre los recursos naturales del PNCM, con base en el presente análisis, se puede concluir que existen en algunas zonas con impactos severos, lo que se puede observar en predios del municipio de Rayones donde se ha perdido la cubierta vegetal en una superficie considerable, existiendo erosión con la consecuente pérdida de biodiversidad.

Existen algunos predios de los municipios de Santa Catarina y Santiago donde la cubierta vegetal está siendo alterada continuamente por el sobrepastoreo, lo que ocasiona deterioro paulatino de ecosistemas.

Existen otros factores de disturbio del bosque tales como incendios y plagas forestales, los cuales pueden estar relacionados con los efectos del sobrepastoreo, por lo que es conveniente y necesario realizar estudios al respecto.

Con base a las especificaciones señaladas en la normativa aplicable a las actividades ganaderas en el PNCM y los resultados del presente análisis, lo que es necesario realizar es un manejo holístico de la actividad donde se contemplen zonas delimitadas de producción pecuaria, en las cuales se determine y respete la capacidad de carga de los predios; el establecimiento de áreas de exclusión y por último, mejorar las condiciones de comercialización de los productos derivados de la ganadería, para lo cual es necesario llevar a cabo un trabajo comunitario muy sólido.

25.5 LITERATURA CITADA

Álvarez, J., R. Medellín, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez, 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. CONABIO. México.

Belsky, A. y D. Blumenthal. 1997. Effects of livestock grazing on stand dynamics and soil in upland forest of the interior west. Conservation biology Vol. 11 N° 2, 315-327.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2000. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Parque Nacional, la región conocida con el nombre de Cumbres de Monterrey, ubicada en los municipios de Allende, García, Montemorelos, Monterrey, Rayones, Santa Catarina, Santiago y San Pedro Garza García, Estado de Nuevo León. 17 de noviembre del 2000.

Domínguez, M. y G. Silva. 2005 ¿Estudiar la ecología con vacas y toros? ¡Por supuesto! La ciencia y el Hombre. Volumen XVIII. Número 3. Universidad Veracruzana. México.

Donkor, N., J. Gedir, R. Hudson, E. Bork, D. Chanasyk y M. Naeth. 2001. Impacts of grazing systems on soil compaction and pasture production in Alberta.Canadian journal of soil science Vol. 82 1-8.

Esqueda, M., E. Sosa, A. Chávez, F. Villanueva, M. Lara, M. Royo, J. Sierra, A. González y S. Beltrán. 2011. Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo, Manual de capacitación. Folleto Técnico No. 4. Unidad Técnica Especializada Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Pp. 50.

Fanelli, D. 2007. Meat is murder on the environment. New Scientist Environment Vol. 2613. Pp. 15-19.

Figueroa, F., V. Sánchez-Cordero, P. Illoldi-Rangel, M. Linaje. 2011. Evaluación de la efectividad de las áreas protegidas para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación. ¿Un índice es suficiente? Revista Mexicana de biodiversidad, vol. 82, número 3. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 951-963.

Fleischner, T. 1994. Ecological costs of livestock grazing in western North America. Conservation Biology. Vol 8 Num. 3. 629 -644.

Granados, S., M. Hernández y G. López. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. Vol. 12, Número 001. Universidad Autónoma de Chapingo. Pp. 55-69.

Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2007. Carta de Uso de Suelo y Vegetación. Serie IV. Aguascalientes, México.

Jones, A. 2000. Effects of cattle grazing on north american arid ecosystems: a cuantitative review. Western North American Naturalist. Vol. 60 155-164.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 2012. Diario Oficial de la Federación (DOF) 06 de abril del 2012.

Mass, M., E. Jardel, A. Martínez–Yrízar, L. Calderón, J. Herrera, A. Castillo, J. Euán–Ávila, M. Equihua. 2010. Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en México. Ecosistemas, Vol. 19, número 2, Asociación Española de ecología Terrestre. Pp. 69-83.

Ogino, A., H. Orito, K. Shimada y H. Hirooka. 2007. Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow–calf system by the life cycle assessment method. Animal Science Journal. Vol. 78. Pp. 424-432.

Rascón, E. 2008. Áreas Protegidas: Aproximación a su Proyección socio económica Política en Centro américa. Revista Desarrollo local sostenible. Vol. 3 Núm 8. Grupo Eumed. Net y Red Académica Iberoamericana Local Global. Pp.1-6.

Reglamento a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas. RANP. 2000. Diario Oficial de la Federación (DOF). 30 de noviembre del 2000.

Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales y C. Haan. 2009. La larga sombra del ganado problemas ambientales y opciones. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).



CAPÍTULO

26

USOS TRADICIONALES

DE LOS RECURSOS NATURALES

Eduardo Estrada C.[1], José A. Villarreal Q.[2] y María M. Salinas R.[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales
Carretera Nacional km 145, CP 67700, AP 41. Linares, N.L.

[2]Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

aeduardoestradac@prodigy.net.mx

Estrada-Castillón, E., J. Villarreal-Quintanilla y M. Salinas-Rodríguez. 2013. Usos Tradicionales de los Recursos Naturales, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 297-323.

Usos Tradicionales de los Recursos Naturales

Eduardo Estrada Castillón, José A. Villarreal Quintanilla y María M. Salinas Rodríguez

26.1 INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor diversidad de plantas en el mundo (Mittermeier, 1988; Mittermeier y Goettsch, 1992; Villaseñor, 2003), no obstante que el número total de especies no se conoce, se estima al menos en 22,800 especies (Rzedowski, 1998), donde las comunidades de encino-pino participan con un cuarto de la flora, mientras que los matorrales y pastizales constituyen casi el 20% de ésta (Rzedowski, 1991). Desde el punto de vista de importancia taxonómico, México ocupa el segundo lugar en el mundo, respecto a plantas medicinales con casi 4,5000 especies registradas, después de China (con casi 5,000 especies), y Colombia ocupa el tercer lugar (con 2,600 especies). De acuerdo con Huerta (1997), las plantas medicinales constituyen el más conocido y socorrido recurso para muchos mexicanos, y de acuerdo con Caballero *et al.* (1998), existen registros de 5,000 - 7,000 especies útiles. La mayoría de los estudios en México se han llevado a cabo en el sur del Trópico de Cáncer, en las regiones cálido-húmedas, resaltando aquellos trabajos concernientes a Etnobotánica en general (Martínez, 1969; Cervantes y Valdéz, 1990; Hersch-Martínez, 1992, 1995; Lozoya, 1994; Caballero *et al.,* 1998; Henrich *et al.,* 1998; Leonti *et al.,* 2003; Farfán *et al.,* 2007 y Romero-Cerecero et al., 2009), Etnobotánica regional (Paredes-Flores *et al.,* 2007), etnobotánica de una o dos especies (Casas *et al.,* 1997; Mapes *et al.,* 1997; Purata *et al.,* 1999; Rendón *et al.,* 2001; García-Mateos *et al.,* 2001; Gallardo *et al.,* 2006; Haeckel, 2008 y Blancas *et al.,* 2009), estudios de Sistemática-Etnobotánica (Epling y Játiva, 1962), así como Etnobotánica y compuestos fitoquímicos (Giroud *et al.,* 2000; Ankli, 2000; Vega-Ávila *et al.,* 2009). En el norte de México la mayoría de los estudios etnobotánicos han sido llevados en los estados del noroeste (Bell y Castetter, 1937; Cutler, 1956; Felger y Yetman, 2000; Yetman y Van Devender, 2002; Wyndham, 2004), y solamente pocos estudios son conocidos para el noreste (Hernández-Sandoval *et al.,* 1991; Estrada *et al.,* 2007).

A pesar de la gran diversidad de plantas, con casi 3,200 especies de especies vasculares registradas para el noreste de Nuevo León (Villarreal y Estrada, 2008) y sus asociaciones heterogéneas de plantas, constituyendo 13 principales comunidades de plantas (INEGI, 1986). El estado de Nuevo León ostenta paisajes heterogéneos a lo largo y ancho de su superficie, destacando los de tipo árido y semiárido en las planicies bajas del norte y centro y las planicies altas del centro-sur, mismas que son el hábitat de diferentes tipos de matorral, además, se encuentran las grandes montañas, que de manera escalonada, conforman la majestuosa Sierra Madre Oriental en el centro y sur del estado, así como varias sierras aisladas en la parte norte, este conjunto de picos montañosos albergan diversos tipos de bosque entre los que destacan aquellos de encino y de coníferas.

Los recursos naturales del estado han sido estudiados desde varios enfoques, destacando aquellos orientados al análisis de sus comunidades vegetales y su flora dominante (Mueller, 1939; White, 1940; Rojas-Mendoza, 1965; Rzedowski, 1978); La flora total del estado ha sido contabilizada en aproximadamente 3,175 especies englobadas en 1,031 géneros y 158 familias de plantas vasculares (Villarreal y Estrada, 2008) con un claro predominio de dicotiledóneas.

En el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), la población cuenta con servicios de agua purificada, línea de teléfono, luz, caminos pavimentados, educación (preescolar hasta preparatoria), su economía está basada principalmente en la agricultura (maíz, avena, trigo, papa, chícharo, chile, ajo, aguacate, nuez, cebolla, frijol y alfalfa), producción de frutos (manzana, ciruelos, chabacanos y duraznos, principalmente en climas fríos), industria textil así como venta de ganado (INEGI, 1986).

Dado el escaso conocimiento documentado y registrado de uso de la flora local en el PNCM, el presente trabajo pretende recopilar el conocimiento y formas de uso tradicional de las plantas de esta región.

Es deseo de los autores es poder contribuir de esta manera a conservar el patrimonio cultural regional del uso de plantas, mismo que ha perdurado por cientos de años y, que en fechas recientes, ha empezado a declinar dado que las generaciones nuevas están migrando de la zona rural a la urbana como un medio de aspiración a una mejor nivel de vida desde el punto de vista económico, y se han olvidado, o, no desean continuar la tradición cultural de sus antepasados, lo

que ha influido en la pérdida de conocimiento etnobotánico.

26.2 METODOLOGÍA

El método consistió en visitar las principales poblaciones, ejidos y ranchos localizados en el PNCM. En total se realizaron 98 encuestas abiertas a hombres y mujeres de diferentes edades, pero especialmente a personas mayores de 40 años, por ser éstas las que por su experiencia conocen más acerca del uso de las plantas. A cada persona se le preguntaba si conocía la planta (nombre común), para que la utiliza (medicinal, alimento, forraje, adorno, madera, fuego, construcción), como la utiliza (cocida, cruda, hervida, guisada, mezclada con otra), que parte de la planta utiliza (raíz, tallos, hojas, flores, frutos, semillas), cuando la utiliza (semanal, mensual, todo el año, de vez en cuando). Se visitaron áreas de zona templada, con predominio de bosques de coníferas y encinos, así como zonas áridas y semiáridas donde predominan los tipos de matorral, especialmente aquellos constituidos por "gobernadora", "lechuguillas", "hojasén", "nopaleras", entre otros. En ambos ecosistemas se registraron todas las especies cultivadas y silvestres observadas, su nombre común, nombre científico, forma de uso y parte de la planta empleada. Toda la información etnobotánica recabada se procesó en una base de datos donde se clasificó a cada planta por su uso. Además, se colectó material botánico que le fue mostrado a las personas para corroborar nombre común, las plantas fueron identificadas con su nombre científico en el herbario CFNL de la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

La información o términos aplicados por los encuestados durante cada entrevista fueron respetados al máximo, tal y como la gente las aplica en su vida cotidiana. Las descripciones botánicas de las especies se basan en las plantas colectadas en campo. La información de las especie de dispuso a manera de lista con base en los nombres científicos dentro de cada familia.

Consideraciones de la información registrada

El conocimiento de las plantas y su uso en la región central del estado es producto de la experiencia que a través de los años ha pasado de generación en generación hasta hoy, sin embargo, se debe tener en cuenta que el uso de determinada dosis de cierta parte de la planta para curar tal padecimiento se basa en experiencias propias y en ocasiones, su uso se debe a la ausencia de instituciones médicas gubernamentales o privadas que podrían proporcionarles determinados medicamentos para la cura de sus padecimientos.

Los comentarios vertidos por los entrevistados y las experiencias de uso de las diferentes plantas, especialmente las que usan desde el punto de vista medicinal, no plantean que si otra persona las utiliza de la misma forma, estas tendrán los mismos efectos en las otras personas que la han utilizado anteriormente aún y cuando sean las mismas cantidades o la misma parte de la planta utilizada, cada cuerpo es diferente y responde de manera diferente a los diferentes compuestos contenidos en las plantas. Se debe tener cuidado al utilizar las plantas cuando se pretende hacer té, pues las cantidades utilizadas de las diferentes partes de la planta pueden tener concentraciones diferentes de compuestos químicos que podrían afectar la salud de la persona que la está utilizando.

Muchas de las especies de plantas poseen más de un uso y la mayoría de ellas poseen, de acuerdo con los comentarios de la gente entrevistada, algún uso medicinal, sin embargo, debemos considerar que muchos de los usos o propiedades que se les atribuyen a las plantas en la cura de ciertos males no ha sido comprobado en muchos casos por la ciencia, bajo el método científico por lo que se recomienda tomar las precauciones debidas cuando se vaya a utilizar por primera vez una planta.

26.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversidad

Se registró un total de 240 especies y 170 géneros dentro de 69 familias de plantas vasculares con uno o diferentes usos tradicionales en el PNCM (Apéndice 26.1). Del total, 211 fueron registradas en la zona templada y 105 en la zona árida, 74 especies crecen en ambas áreas. Casi todas las plantas en ambas zonas climáticas tiene un sólo nombre común excepto dos especies, Berberis gracilis var. madrensis (denominada cuasia y palo amarillo) y *Geranium seemanii* (geranio y alfilerillo). La mayoría de las especies pertenecientes a los géneros *Agave*, *Pinus*, *Quercus* y *Euphorbia* se denominan maguey, pino, encino y golondrina, respectivamente. La mayoría de las especies de *Mammillaria* se les denomina "chilitos", todas las especies de *Chenopodium* y *Teloxys* se les conocen invariablemente como "epazote" y "orquídea" se aplica a todas las especies de la familia Orchidaceae. En pocos casos el mismo nombre común se aplica a diferentes géneros de una misma familia, tal es el caso de "poleo" (*Agastache* y *Hedeoma*) y "hierba de la gallina" (*Commelina*, *Gibasis* y *Tradescantia*), o aún a géneros de diferentes familias, es el caso de "siempreviva" (*Selaginella*, *Sedum* y *Echeveria*) y "salvia" (*Salvia* y *Croton*). Las familias con el mayor número de géneros utilizados en la cultura popular dentro del PNCM se presentan en la Tabla 26.1.

Tabla 26.1 Familias con el mayor número de géneros utilizados en la cultura popular en el PNCM.

FAMILIAS	GÉNEROS
Leguminosae	21
Asteraceae	14
Cactaceae	12
Rosaceae	8
Lamiaceae	7
Agavaceae	6
Solanaceae	5
Orchidaceae	5

Las siete familias con el mayor número de especies útiles en el PNCM se presentan en la Tabla 26.2.

Tabla 26.2 Familias con el mayor número de especies útiles en el PNCM.

FAMILIA	ESPECIES
Cactaceae	25
Leguminosae	19
Lamiaceae	16
Asteraceae	15
Agavaceae	12
Rosaceae	10
Euphorbiaceae	8

Las familias con el mayor número de usos dentro del PNCM se presentan en la Tabla 26.3.

Tabla 26.3 Familias con el mayor número de usos dentro del PNCM.

FAMILIAS	Número de usos
Legumuinosae	44
Asteraceae	41
Lamiaceae	38
Agavaceae	21
Rosaceae	18
Euphorbiaceae	14
Crassulaceae	8
Solanaceae	8
Commelinaceae	6

Las especies con los usos más diversificados dentro del PNCM se presentan en la Tabla 26.4.

Entrevistas

Las personas en el grupo dentro de los 50 a 75 años de edad o aún mayores proporcionaron el 95% de la información del total de usos de las plantas, mientras que individuos entre los 39-45 años proporcionaron información del 45% del usos de las especies. Como regla general, los residentes más jóvenes del PNCM conocen menor cantidad de especies y menor número de usos de éstas que la gente de mayor edad (50 ó más años).

Usos de las plantas

Se registró un total de 146 usos diferentes, la mayoría de ellos (98) caen dentro de una amplia categoría de uso medicinal, mientras que el resto (48) se refiere a varios propósitos, especialmente como consumo humano, forraje para ganado doméstico, leña, materiales de construcción, cercas vivas (Apéndice 26.1). La mayoría de la información obtenida respecto al uso de plantas cultivadas y remedios caseros se obtuvo de mujeres, mientras que la mayoría de la información de usos no médicos o de plantas silvestres fue obtenida de hombres, especialmente ancianos. En general, la mayoría de las mujeres a las que se entrevistó se encontraban en casa, donde sus principales actividades fueron cocinar, cuidar niños, atender jardines de plantas ornamentales y comestibles, de tal forma, ellas estuvieron más familiarizadas con plantas cultivadas y sus usos, mientras que los hombres llevaron a cabo sus actividades fuera del hogar, cuidando ganado, cortando leña para uso personal o para venta, colectando forraje para animales, ellos estuvieron en mayor contacto con plantas silvestres y sus usos.

Huertos

Se registraron un total de 59 especies cultivadas en huertos familiares dentro del PNCM, las plantas fueron utilizadas para varios propósitos, 20 de estas especies crecen de manera silvestre en el área. Todas las mujeres entrevistadas cultivaron, al menos, tres especies en sus jardines o huertos, las especies más comunes en estos jardines fueron: *Mentha spicata*, *Pelargonium odoratissimum*, *Ficus carica*, *Ruta graveolens*, *Punica granatum*, *Aloe vera*, *Foeniculum vulgare*, *Matricaria recutita*, *Agave* spp., *Opuntia* spp. y *Hedeoma drumondii*. El intercambio de plantas cultivadas entre los hogares del área es una práctica común, especialmente aquellas especies que son utilizadas como medicinales.

Medicinales

De las 98 especies medicinales registradas, los usos más comunes que se les da son para el control de cólicos (21), diabetes (19), dolor de estómago (9) y dolor de

cabeza (8); en todos los casos, las plantas son hervidas e ingeridas oralmente, las infusiones y tés juegan un papel importante en la medicina tradicional de los residentes del área: estas bebidas representan el principal tipo de remedio contra varios tipos de enfermedad en ambas áreas, templada y húmeda. La mayoría de las infusiones se preparan hirviendo las hojas en agua, así como los tallos y flores principalmente. En la mayoría de los casos, sólo una planta fue utilizada para curar cierta enfermedad, pero, en varias instancias, dos o más especies son mezcladas para preparar el remedio. Aún y cuando los residentes confían en la eficacia de sus remedios tradicionales preparados con plantas, alguna gente entrevistada, especialmente aquellos que viven cerca de clínicas o están en contacto cercano con la medicina moderna, combinan el conocimiento empírico y científico para tratar sus males (dolores de cabeza, dolores de estómago, cólicos, etc.), bebiendo la infusión de hierbas junto con dos aspirinas u otras medicinas comerciales. Los residentes comentan, sin embargo, que las pastillas controlan el dolor, mientras que las infusiones curan la enfermedad, también comentan que ambos tipos de remedios son necesarios algunas veces para que una persona se pueda sentir bien.

La mayor parte de la gente entrevistada (65 de ellos) mencionaron que secan y almacenan sus plantas medicinales para un uso posterior, las partes secas son principalmente hojas, almacenadas en bolsas de papel o las cuelgan en el techo, en manojos. Dos especies medicinales comunes *Lophophora williamsii* y *Cannabis sativa* ssp. *indica*, usualmente se mantienen en alcohol (70-90%) puesto que estas plantas no pueden ser cultivadas, están prohibidas por la ley, sin embargo, comentan algunos residentes, que para evitar cualquier tipo de castigo por la autoridades de gobierno, estas plantas deben ser mantenidas en alcohol y en pequeñas cantidades.

Plantas comestibles

Las plantas comestibles, silvestres y cultivadas son una parte importante de la dieta de la gente que habita dentro del PNCM. Treinta y un especies diferentes fueron utilizadas para este propósito, entre estas destacan las que proveen frutos que se consumen crudos o cocidos *Echinocereus* ("pitaya"), *Cucurbita* ("calabaza"), *Sechium* ("chayote"), *Persea* ("aguacate"), *Morus* ("mora"), *Ficus* ("higo"), *Punica* ("granada"), *Crataegus* ("tejocote"), *Fragaria* ("fresa"), *Prunus* ("capulín"), *Lycopersicon* ("tomate") y *Physalis* ("tomatillo"). De igual manera, y segundas en importancia, le siguen las especies que proveen hojas comestibles (8), destacando entre estas *Amaranthus hybridus* ("quelites"), *Rorippa nasturtium-aquaticum* ("berros"), *Tillandsia usneoides* ("paixtle"), *Chenopodium ambrosioides* ("epazote"), *Teloxys graveolens* ("epazote"), *Rumex crispus* ("lengua de vaca") y *Portulaca mundula* ("verdolaga"); también destacan aquellas especies (8) que proveen semillas y/o tallos comestibles, entre éstas destacan *Opuntia ficus-indica* ("nopales"), *Pisum sativum* ("chícharos"), *Allium cepa* ("cebolla"), *Ebenopsis ebano* ("ébano") y *Avena sativa* ("avena"), y especies que proveen flores comestibles (2), *Yucca carnerosana* y *Y. filifera*.

Un enfoque del uso local en varios jardines y huertos familiares del área es la tendencia a plantar diferentes tipos de plantas como un medio de satisfacer las necesidades alimentarias de la familia, este fenómeno es más frecuente en el área templada que en la árida dentro del PNCM. En las áreas templadas, muchas familias siembran buena parte de su alimento, registramos 53 unidades domésticas que muestran diferentes combinaciones de especies medicinales, alimenticias, saborizantes, combustible y ornamentales. Las combinaciones más comunes de plantas útiles fueron medicinal-alimenticia y medicinal-combustible, seguidas por medicinal-ornamental. En gran parte de las 95 unidades familiares visitadas para las entrevistas,

Tabla 26.4 Especies con mayor número de usos en el PNCM.

ESPECIES	Usos
Aloe vera	12
Marrubium vulgare	8
Avage bracteosa	7
Zea mays	7
Tagetes lucida	6
Allium sativum	6
Acacia farnesiana	5
Litsea glauscecens	5
Matricaria recutita	5
Machaeranthera psamophila	5
Mirablis jalapa	5
Mentha spicata	5
Rubus flagellaris	5
Ageratina sp.	5
Artemisia mexicana	5
Teloxys ambrosioides	5
Cupressus arizonica	5
Ebenopsis ebano	5
Lantana macropoda	5
Opuntia sp.	5
Prosopis glandulosa var. *torreyana*	5
Rosa serrulata	5
Rosamrinus officinalis	5
Ruta graveolens	5
Taxus globosa	5

fueron registradas varias combinaciones de usos. En la mayoría de los jardines, la gente cultiva como especies alimenticias, "tomate" (*Lycopersicon esculentum*), "chícharo" (*Pisum sativum*), "nopal" (*Opuntia ficus-indica*) y "apio" (*Apium graveolens*); como especies medicinales destacan "manzanilla" (*Matricaria recutita*), "ruda" (*Ruta graveolens*), "yerbabuena" (*Mentha spicata*) y "sábila" (*Aloe vera*); como fuente de bebida o mermelada se utilizan diversas especies cultivadas de maguey, destacando *Agave asperrima*; dos especies bastante utilizadas como saborizante de comida son el "hinojo" (*Foeniculum vulgare*) y "albahaca" (*Ocimum basilicum*); varias especies de encino (*Quercus*) y pino (*Pinus*) son frecuentemente utilizadas como combustible, la especie de conífera más utilizada como combustible por su alto contenido de resina es *Pinus teocote*. Otras especies como el "palo casita" (*Cornus florida*), "chilitos" (*Mammillaria* spp.) y "siempreviva" (*Sedum* spp. y *Echeveria strictiflora*) son frecuentemente utilizadas como ornamentales por lo colorido de sus flores, vistoso de sus tallos o el atractivo de sus hojas y flores en conjunto.

Botánica económica

Además de los usos mencionados anteriormente, la gente que habita las áreas templadas del PNCM ha desarrollado una pequeña industria de envasado de frutas (conservas) de especies cultivadas, principalmente, duraznos, manzanas, peras, chabacanos y ciruelos. Además, la gente del área produce licores de fruta y una bebida obtenida de los tallos del maguey (aguamiel y/o miel de maguey). Para hacer las conservas, los frutos son hervidos en agua y endulzados con azúcar o piloncillo, después de hervir son empacados (enlatados) inmediatamente en frascos de vidrio (brocales). Los frutos enlatados se mantienen con propiedades comestibles durante varios años, la gente del PNCM los vende a lo largo del año.

Los licores de frutas caseros (manzana, pera y capulín) así como el sotol (licor destilado de *Dasylirion berlandieri*) tienen una alta demanda por los visitantes del Parque. El aguamiel se obtiene raspando una cavidad de 15-20 cm de diámetro en las base del tallo de un maguey maduro (hay que eliminar varias hojas para poder llegar al centro del tallo); una vez al día, el aguamiel que se acumula en la cavidad se colecta con un acocote, o un "guaje" (*Lagenaria siceraria*) con cuello largo, posteriormente, se hierve y se refrigera, se embotella en recipientes de plástico de 2 litros y se vende por un precio de $30.00 pesos ($2.00 USD) la botella. En ocasiones, el aguamiel al hervirse, se deja por mayor cantidad de tiempo (3-4 horas), de tal forma, el agua se evapora casi en su totalidad, quedando un producto más espeso y más dulce, es la llamada miel de maguey, un producto más elaborado que alcanza mayores precios (una botella de medio litro se vende entre 3 y 4 dólares.

Las conservas, frutos cultivados recién cortados, aguamiel, miel de maguey y licores son los principales productos que venden los residentes que utilizan los recursos naturales a los largo de las cuatro estaciones del año en el PNCM. Excepto por las Cactaceas silvestres (*Mammillaria* spp., *Echinocereus* spp., *Ariocarpus retusus* y *Astrophytum capricorne*), Crassulaceae (*Echeveria strictiflora*) y Agavaceae (*Agave victoriae-reginae* y *A. bracteosa*) que se ofrecen a la venta como especies ornamentales, la gente que vive en la zona árida del PNCM no vende otro producto local como medio de subsistencia. Sin embargo, consumen varios frutos de cactáceas, especialmente aquellos de los géneros *Echinocereus* (pitayas) y *Opuntia* (tunas).

Varias plantas son ampliamente utilizadas como forraje para ganado doméstico, residentes de la zona templada que poseen ganado, especialmente de tipo bovino, comúnmente lo alimentan con varias especies de cladodios de "nopal", especialmente de *Opuntia engelmannii*, hojas de "engorda cabras" (*Dalea bicolor*), hojas de "vara dulce" (*Eysenhardtia texana*), hojas y bellotas de "encino" (*Quercus* spp.), hojas de "guajillo" (*Acacia berlandieri*), hojas de dormilón" (*Leucaena* spp.) y hojas y vainas de "mezquite" (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*). Además, tres plantas cultivadas son extensivamente utilizadas para este propósito: la "alfalfa" (*Medicago sativa*), "vellosa" (*Vicia villosa*) y "nopal" (*Opuntia ficus-indica*). La alfalfa no es ampliamente cultivada en el área, pero la gente la adquiere en ciudades o pueblos cercanos al PNCM, especialmente en el municipio de Santiago.

En años recientes, *Vicia villosa* ha sido introducida como especie forrajera en áreas del PNCM, especialmente creciendo de forma abundante en Laguna de Sánchez, área de gran productividad agrícola. *Plantago major* es una especie maleza que crece abundantemente en áreas de cultivo abandonadas en los valles intermontanos, es ampliamente utilizada para alimentar caballos y burros, la gente la colecta en carretas, la lleva a casa y alimenta a su ganado. Los cerdos (marranos) son alimentados principalmente con bellotas de varias especies de encino (*Quercus* spp.), los cuales en opinión de la gente del área, son un excelente forraje, permitiéndole a los cerdos crecer más grandes y más saludables, con lo cual la ganancia económica aumenta considerablemente cuando estos animales son vendidos después de haberse alimentado de estos frutos.

La especie más comúnmente aprovechada como forraje para el ganado es *Opuntia ficus-indica*; dado que carece de espinas, lo único que la gente necesita hacer es cortar en pedazos las pencas o cladodios y dársela al ga-

nado. Los residentes de la zona árida llevan su ganado, principalmente cabras y vacas a alimentarse a las áreas de mezquital (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*), el ganado se alimenta de las vainas y hojas de esta especie, así como de los cladodios de nopal silvestre (*Opuntia engelmannii*). En parcelas de cultivo, una vez que el maíz (*Zea mays*) ha sido colectado, el rastrojo (tallos y hojas secas) se acumula y se almacena en pacas para alimentar al ganado durante la estación de invierno. La "biznaga burra" (*Echinocactus platyacanthus*) juega un rol importante en la época de sequía en la zona árida, pues es utilizada como fuente de agua y alimento para el ganado, principalmente cabras, los residentes simplemente rebanan la planta y se la dan cruda al ganado.

Plantas ornamentales

El uso ornamental de plantas silvestres y cultivadas es más frecuente en el área templada, donde la mayor diversidad de especies de diferentes formas de vida, herbáceas, arbustivas y arbóreas, han atraído la atención de residentes y las han cultivado en sus jardines como especies ornamentales para deleite propio o como, en algunos casos, propagarlas y venderlas en operaciones de venta a baja escala. Las especies ornamentales, tanto cultivadas como silvestres que son más frecuentemente en el PNCM son *Ficus carica* ("higo"), *Punica granatum* ("granada"), *Acer negundo* ("maple"), *Begonia gracilis* ("begonia"), *Mammillaria* spp., *Agave bracteosa* ("amole"), *Lonicera pilosa* ("madreselva"), *Sambucus mexicana* ("sauco"), *Cupressus arizonica* ("cedro"), *Persea americana* ("aguacate"), *Carya ovata* ("nuez"), *Rosmarinus officinalis* ("romero"), *Litsea glaucescens* ("laurel"), *Aloe vera* ("sábila"), *Pteridium aquilinum* ("helecho"), *Prunus persica* ("durazno"), *Lantana camara* ("lantana"), *Vitis berlandieri* ("uva silvestre"); *Echeveria strictiflora* ("siempreviva") y *Agave bracteosa* son las plantas silvestres que más frecuentemente se venden como ornamentales en el PNCM. Algunas orquídeas, especialmente *Dichromanthus cinnabarinus* y *Malaxis macrostchya,* son también utilizadas como plantas decorativas, pero menos comunes. La mayoría de las especies ornamentales de la zonas áridas son cultivadas, tales como *Aloe vera*, *Bougainvillea glabra*, *Rosmarinus officinalis*, *Punica granatum*, *Ficus carica*, *Opuntia ficus-indica*, *Marrubium vulgare* y *Mentha piperita*, pero algunas plantas silvestres son utilizadas para este propósito, es el caso de *Agave bracteosa*, *Yucca carnerosana* ("palma samandoca") y *Chilopsis linearis* ("mimbre"). La epífita *Tillandsia usneoides* ("paixtle") es colectada principalmente de los árboles de encino en las áreas montañosas del PNCM en los meses de noviembre y diciembre y se vende como planta decorativa en los cimientos bajo los arbolitos de navidad; después de la colecta de la planta, ésta se comprime y se forman pacas cuyo peso oscila entre 15 a 20 kg para ser transportadas y vendidas principalmente en la ciudad de Monterrey. A pesar de la gran cantidad de este recurso disponible y su fácil mercado, poca gente colecta esta planta para su venta, pues los precios de su venta son bajos, casi $ 0.7-0.8 pesos el kg. Existen compradores del producto (coyotes) que son bastante exigentes con la calidad del producto, sólo pagan ese bajo precio, siempre y cuando los tallos de la planta permanezcan color verde, pagan menos cuando los tallos se han tornado grises. Actualmente, sólo cinco personas se dedican a reunirlo, cada uno reúne aproximadamente 700-1,000 kg durante los dos meses que dura dicha actividad, lo cual representa menos del 0,01% del total de recurso de esta planta, de tal manera que las poblaciones de esta especie tienen un manejo sostenible.

A pesar de su proximidad con la ciudad de Monterrey (25-30 km), una de las ciudades más modernas e industrializadas en México, la mayoría de los residentes permanentes de los ejidos, ranchos y pequeñas comunidades, son por lo general las personas de menores ingresos económicos en el PNCM, sin embargo aún conservan parte de sus tradiciones respecto a los usos de plantas silvestres y cultivadas. Indudablemente, una buena parte de su conocimiento etnobotánico se ha ido perdiendo durante los últimos 100 años. Los residentes más viejos que fueron entrevistados mencionan que sus padres y abuelos conocían mayor cantidad de plantas y usos, puesto que su supervivencia dependía de ellas y consideran que ellos conocen sólo una fracción de lo que conocían sus antepasados. También comentan los "viejos" que las generaciones nuevas no les interesa conocer los diferentes usos que tienen las plantas, los jóvenes prefieren irse a las ciudades vecinas cercanas a estudiar o buscar trabajo. Actualmente, el conocimiento tradicional del uso de las plantas se desvanece paulatinamente, debido no sólo a la inevitable invasión de urbanización y modernidad en el PNCM, sino también por que los jóvenes están migrando, buscando nuevas perspectivas en su vida fuera del PNCM. Para ellos, el conocimiento del uso de las plantas se reduce a preguntar a sus padres por una planta hermosa en la montaña para regalar a una amiga en la ciudad, o donde encontrar peyote en la zona árida, para una tía de Monterrey quien sufre de artritis.

Agradecimientos

A la Ing. Guadalupe Cavazos García, Ing. Claudia Platas, Ing. Erika Zamora C., Ing. Margarita Barba P. y M.C. Miguel González B. por el apoyo y colaboración en el trabajo de campo. Este estudio se debe en parte al apoyo de todos los residentes que colaboraron amablemente con las entrevistas y su conocimiento.

26.4 LITERATURA CITADA

Ankli, A. S. 2000. Yucatec Mayan medicinal plants: Ethnobotany, biological evaluation and phytochemical study of Crossopetalum gaumerii. PhD. Thesis. Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Switzerland. Pp. 289.

Blancas, J., A. Casas, R. Lira y J. Caballero. 2009. Traditional management and morphological patterns of Myrtillocactus schenckii (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Cetral Mexico. Economic Botany 63(4): 375-387.

Caballero, J., A. Casas, L. Cortés y C. Mapes. 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. Revista de Estudios Atacameños 16: 181-195.

Casas, A., B. Pickersgill, J. Caballero y A. Valiente-Baunet.1997.Ethnobotany and domestication in xoconochtli, Stenocereus stellatus (Cactaceae), in Theuacán Valley and la Mixteca.

Cervantes, S. L. y J. Valdés. 1990. Plantas medicinales del distrito de Ocotlán, Oaxaca. Anales del Instituto de Biología de la Universidad nacional Autónoma de México. 60(1): 85-103.

Epling, C. y C. D. Játiva. 1962. A new species of Salvia from Mexico. Botanical Museum Leaflets. Harvard University 20: 75-84.

Estrada, E., J. A. Villarreal, C. Cantú, I. Cabral, L. Scott y C. Yen. 2007. Ethnobotany in the Cmbres de Monterrey National Park, Nuevo León, México. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 3: 1-8.

Farfán, B., A. Casas, G. Ibarra-Manríquez and E. Pérez-Negrón. 2007. Mazahua ethnobotany and susbsistence in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. Economic Botany. 61(2): 173-191.

Gallardo, J. C., M.L. Esparza y A. Gómez. 2006. Importancia etnobotánica de una planta vascular sin semillas en México: Equisetum. Polibotánica 21: 61-74.

García-Mateos, R., M. Soto-Hernández y H. Vibrans. 2001. Erythrina americana Mill. ("Colorín"; Fabaceae), a versatile resource from Mexico: a review. Economic Botany 55(3): 391-400.

Giroud, C., F. Felber, M. Augsburger, B. Horisberger, L. Rivier y P. Mangin. 2000. Salvia divinorum: An hallucinogenic mint which might become a new recreational drug in Switzerland. Forensic Science International 112: 143-150.

Haeckel, I. B. 2008. The "Arco Floral": Ethnobotany of Tillandsia and Dasylirion spp. in a Mexican religious adornment. Economic Botany 62(1): 90-95.

Hernández-Sandoval, L., C. González y F. González-Medrano. 1991. Plantas útiles de Tamaulipas, México. Anales del Instituto de Bilogía de la Universidad Nacional Autónoma de México Serie Botánica 62(1): 1-38.

Hersch-Martínez, P. 1992. Medicinal plants and regional traders in Mexico: Physiographic differences and conservational challenge. Economic Botany (51(2): 107-120.

Hersch-Martínez, P. 1995. Commercialization of wild medicinal plants from southwest Puebla, México. Economic Botany 49(2): 197-206.

Huerta, C. 1997. La herbolaria: mito o realidad. Biodiversitas. Conabio No. 13.

INEGI. 1986. Síntesis Geográfica de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F. Pp. 170.

Leonti, M., F. Ramírez, O. Sticher y M. Heinrich. 2003. Medicinal flora of the Popoluca, Mexico: A botanical systematical perspective. Economic Botany 57(2): 218-230.

Lozoya, X. 1994. Two decades of Mexican ethnobotany and research in plant drugs. In Ethnobotany and the Search for New Drugs, Ciba Foundation Symposium 1985, Wiley & Sons, Chichester, United Kingdom. Pp 130-152.

Mapes, C., F. Basurto y R. Bye. 1997. Ethnobotany of quntonil: knowledge, use and management of edible green Amaranthus spp. (Amaranthaceae) in the Sierra Norte de de Puebla, México.

Martínez, M. 1969. Las Plantas Medicinales de Mexico. 5th Ed. A. Botas, México. PP. 657.

Mittermeier, R.A. 1988. Primate diversity and the tropical forest. In Wilson E. O. (ed.) Biodiversity. National Academy Press, Washington DC. Pp. 145-154.

Mittermeier, R.A. y Goettsch, M.C. 1992. La importancia de la biodiversidad biológica de México. In Sarukhán J, Dirzo R (comps.) México ante los retos de la biodiversidad. Comisión Nacional para Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp 63-73.

Mueller, C. H. 1939. Relation of the vegetation and climatic types in Nuevo León, México. American Midland Naturalist. 21:687-729.

Paredes-Flores, M., R. Lira y P. D. Dávila. 2007. Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. Acta Botánica Mexicana 79:13-61.

Purata, S., R. Greenberg, V. Barrientos y J. López-Portillo. 1999. Economic potential of the huizache, Acacia pennatula (Mimosoideae) in Central Veracruz, México. Economic Botany 53(1): 15-29.

Rendón, B., R. Bye y J. Núñez-Farfán. 2001. Ethnobotany of Anoda cristata (L.) Schltdl. (Malvaceae) in central México: uses, management and population differentiation in the community of Santiago Mamalhuazuca, Ozumba, State of Mexico. Economic Botany 55(4): 545-554.

Rojas-Mendoza, P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del Estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis Ph. D. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Romero-Cerecero, O., H. Reyes-Morales, L. Aguilar-SantaMaría, M. Huerta-Reyes y J. Tortoriello-García. 2009. Use of medicinal plants among patients with diabetes mielitustype 2 in Morelos, Mexico. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 8(5): 380-388.

Rzedowsi, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México. D.F.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botanica Mexicana 14: 3-21.

Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. In Diversidad Biológica de México, T.R. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). Pp. 129-145.

Vega-Avila, E., A. Espejo-Serna, F. Alarcon-Aguilar, R. Velazco-Lesama. 2009. Cytotoxic activity of four Mexican medicinal plants. Proceedings of the Western Pharmacology Society 52, 78–82.

Villarreal Quintanilla, J.A. y A.E. Estrada Castillón. 2008. Flora de Nuevo León, en: Listados florísticos de México XXIV. Instituto de Biología, UNAM.

Villaseñor, J. L. 2003. Diversidad y distribución de las magnoliophyta de México. Interciencia, marzo, año/vol. 28, número 003. Asociación Interciencia, Caracas, Venezuela. Pp. 160-167.

White S.S. 1940.Vegetation of the Cerro de la Silla, near Monterrey, Mexico. Papers of the Michigan Academy of Science, Arts, and Letters 46:87-98.

Apéndice 26.1 Lista de las especies de plantas usadas en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León, México.

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
ACERACEAE				
Acer negundo L.	Maple	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
		Leña	Tronco y ramas	Hechos carbón
ADIANTACEAE				
Notholaena aschenborniana Kl.	Helecho	Abortivo	Hojas	Ingestión por infusión
		Tratamiento para eliminar parasites (gusanos)	Raíces	Hervida, ingestión por infusión
ACANTHACEAE				
Anisacanthus quadrifidus Styl.	Anisacanto	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casa
AGAVACEAE				
Agave americana L.	Maguey	Bebida	Savia (aguamiel)	La planta madura es aprovechada por su savia
Agave asperrima Jacobi	Maguey	Bebida	Savia (aguamiel)	La planta madura es aprovechada por su savia
		Miel	Savia	La savia se fermenta
		Bebida alcohólica (pulque)	Savia	Se hierve hasta que espese
		Alimento (quiote)	Inflorescencia	Se cuece en un horno de pozo
Agave bracteosa S. Watson ex Engelm.	Amole de Castilla	Tratamiento para traumatismos internos/ problemas renales, y desintoxicar el cuerpo	Raíces	Frotado en el cuerpo/ en infusión
		Tratamiento de la diabetes	Savia	Ingestión de la infusión
		Para contrarrestar la caída del cabello	Raíces	Frotado en el cuero cabelludo
		Bebida	Savia (agua miel)	La planta es aprovechada por su savia
		Bebida fermentada (pulque y mezcal)	Savia	La savia se fermenta
		Miel	Savia	La savia se hierve por varias horas
		Alimento (quiote)	Inflorescencia	Se cuece en un horno de pozo y se endulza con azúcar
Agave lophantha Schiede	Maguey	Fibra	Hojas	La fibra se raspa de las hojas
Agave scabra Ortega	Maguey	Forraje	Hojas, Raíces	Como alimento para el ganado

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Agave victoriae-reginae T. Moore	Maguey	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Manfreda maculosa (Hook.) Rose	Iris	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Yucca carnerosana (Trel.) McKelvey	Palma pita	Alimento (chochas)	Flores (se remueve el gineceo el gineceo y el androceo)	Cocinadas con ajo y sal
		Cercos vivos	Planta entera	Plantada en filas
Yucca treculeana Carrière	Yuca	Alimento (chochas)	Flores (se remueve el gineceo y el androceo)	Cocinadas con ajo y sal
AMARANTHACEAE				
Alternanthera caracasana Kunth.	Tianguis	Remedio para la fiebre, reduce las altas temperaturas	Hojas	Ingestión por infusión con Borago officinalis
Amaranthus viridis L.	Quelite	Alimento	Hojas y tallos tiernos	Se come cruda o cocinada
ANACARDIACEAE				
Rhus virens Lindh ex A. Gray	Lantrisco	Tratamiento de la diabetes	Corteza	Ingestión por infusión
APIACEAE				
Apium graveloens L.	Apio	Es una planta que sirve para condimentar algunos alimentos	Hojas y tallos	Mezclada con otros vegetales
Foeniculum vulgare Mill.	Hinojo	Remedio para los cólicos	Hojas	Ingestión por infusión
		Condimento	Hojas	Maceradas
APOCYNACEAE				
Vinca major L. (EE 15977)	Teresita	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
ASTERACEAE				
Achillea millefolium L.	Real de oro	Remedio para los cólicos	Hojas y tallos	Ingestión por infusión
Ageratina wrightii (A. Gray) R. M. King & H. Rob.	Ámbula	Remedio para el dolor de estómago y cólicos	Hojas	Se come cruda cocinada o se bebe en infusión
		Tratamiento de los "sustos" (una enfermedad folklórica)	Hojas, tallos yflores	Todo el cuerpo se limpia con la planta a manera de cepillo durante varios días
		Para incrementar el hambre en los niños	Hojas y tallos	Administrada cruda o en infusión
Artemisia ludoviciana Nutt.	Estafiate	Tratamiento de la diabetes, indigestión, dolor de estómago y diarrea	Partes aéreas	Ingestión por infusión
Bidens odorata Cav. (EE 16058)	Altamisa	Tratamiento de las hemorragias menstruales	Hojas y flores	Ingestión por infusión con Ruta graveolens
		Abortiva	Hojas y flores	Ingestión por infusión con Ruta graveolens

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Chrysactinia mexicana A. Gray.,	Yerba de San Nicolás	Remedio contra la infertilidad	Hojas y tallos	Ingestión por infusión con *Vitis berlandieri,* tomada oralmente o en baños nocturnos
		Control de la incontinencia urinaria	Hojas y tallos	Ingestión por infusión
Chrysactinia truncata S. Watson	Yerba de San Nicolás	Remedio contra la infertilidad	Hojas y tallos	Ingestión por infusión con *Vitis berlandieri.*
Chrysanthemum parthenium (L.) Pers.	Altamisa	Tratamiento en problemas urinarios,	Hojas e inflorescencia	Ingestión por infusión
		Dolores de cabeza y úlceras bucales	Hojas	Ingestión por infusión
Ageratina viburnoides (DC.) R.M. King & H. Rob.	Yerba del burro	Tratamiento para las hemorragias	Hojas	Ingestión por infusión con hojas de *Tagetes lucida*
Flourensia cernua DC.	Hojasé	Control de los parásitos	Hojas	Ingestión por infusión
Gnaphalium semiamplexicaule DC.	Gordolobo	Remedio para la tos	Hojas, tallos y flores	Ingestión por infusión
		Para aliviar la tos con flema	Hojas y tallos	Ingestión por infusión con miel de abeja
		Remedio para los cólicos	Hojas y tallos	Ingestión por infusión
		Tratamiento para la bronquitis	Hojas	Ingestión por infusión con una pieza de ocote *(Pinus teocote)*
Gymnosperma glutinosum Less.	Tatalencho	Tratamiento para *las fracturas y los huesos rotos*	Hojas	Cataplasmas con *Rosmarinus officinalis* y la raíz con *Echinocereus poselgeri*
Machaeranthera scabrella (Greene) Shinners	Árnica	Remedio para la fatiga	Flores	Se dan masajes en el cuerpo con las flores mezcladas con la pulpa de Lophophora williamsii y medio hueso de Persea americana, fermentada por 9 días en 99% de alcohol
		Para tratar las picaduras de insectos y para lavar las heridas	Flores	Infusión con Equisetum laevigatum se aplica sobre la piel
		Tratamiento para las úlceras estomacales y los pacientes con diabetes	Hojas y flores	Ingestión por infusión
		Infecciones estomacales	Hojas	Ingestión por infusión
		Dolor muscular	Hojas	Infusión aplicada con una torunda de algodón
		Infecciones en la piel y verrugas	Hojas y flores	Infusión aplicada con una torunda
Matricaria recutita L.	Manzanilla	Tratamiento de infecciones oculares en infantes	Tallos, hojas y flores	Infusión aplicada con una torunda de algodón
		Cólicos en infantes	Hojas	Infusión administrada en gotas nasales
		Escalofríos y catarro	Hojas, tallos y flores	Infusión aplicada con una torunda de algodón
		Ojos rojos	Hojas, tallos y flores	Infusión aplicada en los ojos con una torunda de algodón

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Matricaria recutita L.	Manzanilla	Para aliviar hematomas	Hojas, tallos y Flores	Infusión aplicada en la herida
Tagetes lucida Cav.	Yerbanís	Bebida caliente	Partes aéreas	Ingestión por infusión
		Tratamiento de las picaduras de alacrán	Hojas, tallos y flores	Ingestión por infusión *con Allium sativum*
		Remedio para el insomnio	Hojas	Ingestión por infusión con la piel de *Citrus aurantium* (naranja)
		Congestión	Hojas y flores y flores y hojas	Ingestión por infusión
		Para aliviar calambres intestinales	Hojas, tallos y flores y hojas	Ingestión por infusión
		Antihelmíntico	Flores y hojas	Ingestión por infusión
Taraxacum officinale (L.) Weber	Diente de león	Tratamiento de la pancreatitis	Raíces	Tierra cocida e ingerida en forma de infusión
BASELLACEAE				
Anredera versicaria (Lam.) C.F. Gaertn.	Sacasil	Tratamiento de fracturas	Raíces	Cataplasma
		Para la limpieza de heridas	Raíces	Hervida con Aloe vera
		Para aliviar y eliminar hematomas	Savia de la raíz	Aplicada sobre el hematoma
BEGONIACEAE				
Begonia uniflora S. Watson	Begonia	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
		Vomitiva	Raíces	Ingestión por infusión
BERBERIDACEAE				
Berberis gracilis Hartw. ex Benth.	Palo amarillo, cuasia	Tratamiento de problemas renales	Corteza	Ingestión por infusión
		Repelente de moscas	Corteza, Hojas y tallos	Hervida, la infusión se rocía
BETULACEAE				
Carpinus caroliniana Walter	Olmo	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
BIGNONIACEAE				
Chilopsis linearis Sweet	Mimbre	Remedio para la tos	Flores	Ingestión por infusión
		Enfermedades del corazón	Flores	Ingestión por infusión
Tecoma stans (L.) Kunth	Tronadora	Tratamiento de la diabetes	Hojas, tallos y flores	Ingestión por infusión
BORAGINACEAE				
Borago officinalis L.	Borraja	Febrífugo	Hojas	Ingestión por infusión
BRASSICACEAE				
Lepidium virginicum L.	Lentejuela	Tratamiento para la disentería amebiana	Planta entera	Ingestión por infusión en leche
Rorippa nasturtium-aquaticum (L).Hayek	Berro	Alimento	Hojas	Comido crudo en ensaladas y cocido con huevo
BROMELIACEAE				
Tillandsia recurvata L.	Lirio	Alimento	Tender tallos	Comido crudo

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
BROMELIACEAE				
Tilandsia usneoides L.,	Paixtle	Remedio para hemorroides	Planta entera	Ingestión por infusión
		Decoración	Planta entera	Esparcido por debajo del árbol de navidad
BUDDLEJACEAE				
Buddleja cordata Kunth	Tepozán	Remedio para los dolores de cabeza	Hojas	Ingestión por infusión
		Dolor de cuerpo	Hojas, tallos flores	Ingestión por infusión
CACTACEAE				
Ariocarpus retusus Scheidw.	Chaute	Tratamiento en el dolor de cuerpo y reumatismo	Planta entera	Comido o ingerido en infusión
Astrophytum capricorne Britton & Rose	Anzuelo	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Cylindropuntia leptocaulis (DC.) F.M. Knuth	Tasajillo	Tratamiento de la diabetes	Parénquima	Licuado en Bebida con jugo de naranja
Echinocactus horizonthalonius Lemaire,	Manca caballo	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Echinocactus platyacanthus Link & Otto,	Biznaga burra	Dulce	Pulpa del tallo	Cortar en trozos, se deja secar durante 2 días y cocida en azúcar
		Forraje bebida para animales domésticos	Pulpa	Cortar en rodajas y cruda como alimento para los animale
Echinocereus dasyacanthus Engelm.	Pitaya	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Echinocereus knippelianus Liebm.	Peyote	Tratamiento de hemtomas y dolor de cuerpo	Parénquima	Frotado en las partes afectadas
Echinocereus pectinatus Engelm.	Pitaya	Alimento	Fruto	Comido crudo
Echinocereus reichenbachii (Terscheck) Britton & Rose ssp. armatus (Poselg.) N.P. Taylor	Pitaya	Alimento	Fruto	Comido crudo
Echinocereus stramineus Engelm. ex Ruempl.	Pitaya	Alimento	Fruto	Comido crudo
Escobaria tuberculosa (Engelm.) Britton & Rose			Chilitos	Ornamental Planta entera
Plantada en los jardines de las casas				
Ferocactus hamatacanthus (Muhlenpf.) Britton & Rose	Anzuelo	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
		Alimento	Parénquima	Cocida y endulzada
Ferocactus pilosus (Galeotti ex Salm-Dyck) Werderm.	Biznaga roja	Ornamental	Fruto	Plantada en los jardines de las casas
		Alimento	Planta entera	Comido crudo

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Lophophora williamsii (Lem. ex Salm-Dyck) J.M. Coult.	Peyote	Remedio para la fatiga	Tallos	Comido crudo
		Tratamiento para las conmociones	Tallos filtrados en alcohol	Frotado en los músculos
		Reumatismo	Tallos filtrados en alcohol	Frotado en el área afectada
Mammillaria chionocephala J.A. Purpus	Chilitos	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Mammillaria heyderi Muehlenpf. ssp. hemisphaerica (Engelm.) D.R. Hunt	Chilitos	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Mammillaria heyderi Muehlen. ssp. heyderi	Chilitos	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Mammillaria pottsii Scheer ex Salm-Dyck	Chilitos	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Mammillaria prolifera ssp. texana (Engelm.) Borg	Chilitos	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Opuntia engelmannii Salm-Dyck	Nopal	Tratamiento de la diabetes	Tallos	Mezclado como una bebida con zumo de naranja y limón
		Forraje	Tallos	Las espinas son removidas Alimento crudo para los animales
Opuntia ficus-indica (L.)Mill.	Nopal de Castilla	Control de la glucosa	Parénquima de los tallos	Licuado como una bebida con jugo de naranja y limón
		Tratamiento de la diabetes	Raíces	Licuado con las raíces de *Ricinus communis* e ingerido
		Forraje	Tallos	Alimento crudo para animales
		Alimento	Tallos	Cocinado como guiso
		Alimento (tunas)	Fruto	Hervido con azúcar o comido crudo
Opuntia imbricata (Haw.) DC. Knuth.	Coyonoxtle	Alimento	Fruto	Comido crudo (tuna agria)
Opuntia phaeacantha Engelm.	Nopal	Forraje	Tallos	Alimento crudo para animales después de haberle quitado las espinas
Opuntia stenopetala Engelm.	Nopal	Control de la glucosa	Tallos	Licuado como una bebida con jugo de naranja y limón
		Tratamiento de la diabetes	Raíces	Licuado con las raíces de *Ricinus communis* e ingerido
		Forraje	Raíces y tallos	Alimento crudo para animales después de haberle quitado las espinas
		Alimento	Tallos	Cocinado como guiso
		Alimento (tunas)	Fruto fresco	Comido crudo
		Alimento en conserva	Fruto	Hervido con azúcar
Sclerocactus scheeri (Salm-Diyck) N.P. Taylor	Biznaga	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Selenicereus spinulosus Britton & Rose		Alimento	Fruto	Comido crudo
		Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
CAESALPINIACEAE				
Bauhinia macranthera Benth. ex Hemsl.	Pata de vaca	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Caesalpinia mexicana A. Gray	Yerba del potro	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
		Madera muy útil	Tallos y ramas	Artesanías y herramientas de mano
Cercis canadensis L. var. mexicana (Rose) M. Hopk.	Duraznillo	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Parkinsonia aculeata L.	Retama	Material de construcción	Tallos y ramas	Para construir cercas
		Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
		Forraje	Hojas	Alimento crudo para los animales
Pomaria canescens (Fisher) B.B.Simpson	Chancaca	Para aliviar el dolor de las hemorroides	Hojas	Ingestión por infusión
		Diabetes	Hojas	Ingestión por infusión
Pomaria melanosticta S. Schauer	Chancaca	Tratamiento de las hemorroides	Hojas	Ingestión por infusión
CANNABACEAE				
Cannabis sativa ssp. indica (Lam) E. Small & A. Cronquist (recorded preserved in alcohol)	Marihuana	Tratamiento del glaucoma	Hojas	Infusión usada como gotas para los ojos
		Remedio para la fatiga	Hojas (con flores y *Machaeranthera scabrella* y hojas de *Bidens odorata*, inmersas en 99% de alcohol, fermentado por 9 días)	Frotado en el cuerpo
		Artritis	Hojas y flores	Masaje en las partes afectadas
CAPRIFOLIACEAE				
Lonicera pilosa Willd. ex Kunth	Madreselva	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Sambucus mexicana DC.	Sauco	Tratamiento después del parto	Ramas	Lavados de vagina
		Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
CHENOPODIACEAE				
Chenopodium berandieri Moq.	Epazote	Tratamiento para las infecciones de la sangre	Hojas	Ingestión por infusión
		Remedio para el asma y la constipación	Hojas (con Hojas de *Mentha spicata* o leche)	Aplicada en gotas para la nariz
		Parásitos intestinales	Hojas (con *Artemisia mexicana* y *Lippia graveolens*)	Ingestión por infusión
Chenopodium incisum Poir.	Epazote	Tratamiento para las infecciones de la sangre	Hojas (con *Artemisia mexicana* y *Lippia graveolens*)	Ingestión por infusión
		Remedio para el asma y la constipación	Hojas	Aplicada en gotas para la nariz
Chenopodium murale L.	Epazote de olor	Tratamiento para las infecciones de la sangre	Hojas (con *Artemisia mexicana* y *Lippia graveolens*)	Ingestión por infusión
		Remediopara el asma y la constipación	Hojas	Aplicada en gotas para la nariz
		Condimento	Hojas (cocinado con *Phaseolus vulgaris*)	Ensaladas y sopas

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Teloxys ambrosioides (L.) W.A. Weber	Epazote	Tratamiento para las infecciones de la sangre	Hojas (con *Artemisia mexicana* y *Lippia graveolens*)	Ingestión por infusión
		Remedio para el asma y la constipación	Hojas	Gotas nasales
		Antihelmíntico	Hojas (con Hojas de *Mentha spicata* o leche)	Ingestión por infusión
		Condimento	Hojas	Cocinado con Phaseolus vulgaris
COMMELINACEAE				
Commelina dianthifolia Delile	Yerba de la gallina	Para aliviar el dolor después del parto	Planta entera	Ingestión en infusión
Commelina erecta L.	Yerba de la gallina	Para detener hemorragias	Hojas	Ingestión por infusión
		Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Gibasis pellucida (M. Martens. & Galeotti.) D.R. Hunt	Yerba de la gallina	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Tradescantia brevifolia (Torr.) Rose	Verbena, yerba de la gallina	Febrífugo	Hojas, tallos y flores	Ingestión por infusión
Tradescantia pringlei S. Watson	Yerba de la gallina	Febrífugo	Hojas, tallos y flores	Ingestión por infusión
CONVOLVULACEAE				
Ipomoea pubescens Lam.	Correhuela	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
CORNACEAE				
Cornus florida L.	Palo casita	Colorante negro	Corteza	Hervido en agua
CRASSULACEAE				
Echeveria strictiflora A. Gray,	Siempreviva	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Kalanchoe daigremontiana Hamet & Perrier	Kalanchoe	Anti-inflamatorio	Hojas	Cataplasma
Sedum greggii Hemzl	Siempreviva	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Sedum madrense S. Watson	Siempreviva	Tratamiento para las infecciones fúngicas de la boca	Hojas	La pulpa se frota en el área afectada
		Para remover basuras en los ojos	Hojas	El jugo viscoso se exprime de las hojas y es usado para lavar la córnea (las basuras se adhieren al líquido y este se drena fuera de los ojos)
Sedum moranense Kunth	Siempreviva	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Sedum palmeri S. Watson	Siempreviva	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Sedum papillicaulum G.L. Nesom	Siempreviva	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Sedum praealtum A. DC.	Siempreviva	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
CUCURBITACEAE				
Cucurbita ficifolia C.D. Bouché	Chilacayote	Dulce	Fruto	Cortaren trozos, se filtra el contenido con agua y cal (óxido de calcio) durante 12 horas, luego se enjuaga, ya limpio es hervido en agua con 3.2kg de azúcar y ramitas de manzana (*Malus domestica*)

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Cucurbita foetidissima Kunth	Calabacilla loca	Shampoo	Flores	Se lava el cabello con la pulpa
		Alimento	Pulpa del fruto	Cocinado con queso
Cucurbita sp.	Calabacilla	Detergente	Fruto	Hervido y usada como jabón
Sechium edule (Jacq.) Sw.	Chayote	Alimento	Fruto	Como alimento, cocinado, en ensaladas y sopas
CUPRESSACEAE				
Cupressus arizonica Greene	Cedro	Remedio para el dolor de estómago	Corteza y Hojas (con *Bidens odorata*)	Ingestión por infusión
		Para controlar las flatulencias	Corteza y Hojas	Ingestión por infusión
		Leña	Tronco, ramas	Quemado en el fuego de las cocinas
		Material de construcción	Tronco, ramas	Cercas; vigas y para tejados de las casas
Juniperus deppeana Steud.	Táscate	Leña	Tronco y ramas	Quemado en estufas
		Material de construcción	Tronco y ramas	Cercas; vigas y para tejados de las casas
Juniperus flaccida Schltdl.	Táscate	Leña	Tronco y ramas	Quemado en estufas
		Material de construcción	Tronco y ramas	Cercas; vigas y para tejados de las casas
EBENACEAE				
Diospyros texana Scheele	Chapote	Tratamiento de la diabetes	Hojas	Ingestión por infusión
EQUISETACEAE				
Equisetum laevigatum A. Br.	Cola de caballo	Remedio para los problemas renales	Tallos	Ingestión por infusión
		Problemas de la próstata	Tallos (con las inflorescencias de Zea maíz, los estilos llamados "pelos de elote," el cáliz de Physalis staphelioides)	Ingestión por infusión
ERICACEAE				
Arbutus xalapensis Kunth.	Madroño	Lavado de la boca	Fruto	Masticado crudo
EUPHORBIACEAE				
Acalypha lindhemeri Mull. Arg.	Yerba del cáncer	Para lavarlas heridas	Tallos y hojas	Infusión aplicada en la herida
		Para aliviar el dolor después de un traumatismo	Hojas	Ingestión por infusión
Acalypha monostachya Cav.	Yerba del cáncer	Para lavarlas heridas	Tallos y hojas	Infusión aplicada en la herida
		Para aliviar el dolor después de un traumatismo	Hojas	Ingestión por infusión
Croton torreyanus Mull. Arg.	Salvia	Tratamiento de la anemia	Hojas (con *Salvia regla* o *Salvia greggii*)	Ingestión por infusión
Euphorbia astyla Engelm. ex Boiss.	Golondrina	Remedio para las hemorroides	Hojas	Ingestión por infusión
Euphorbia dentata Michx.	Golondrina	Caspa	Hojas y tallos	Lavarse el cabello con la decocción dos o tres veces a la semana
Euphorbia fendleri (Torr. & A. Gray	Golondrina	Hemorroides	Hojas	Ingestión por infusión

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Euphorbia graminea Jacq.	Golondrina	Hemorroides	Hojas	Ingestión por infusión
Euphorbia hyssopifolia L.	Yerba de la golondrina	Hemorroides	Hojas	Ingestión por infusión
		Tratamiento del acné	Tallos y Hojas	Una infusión con la cara lavada dos veces por semana
Tragia ramosa Torr.	Ortiguilla	Remedio para la gripe y la constipación	Tallos	Ingestión por infusión
		Dolores de cabeza	Hojas	Una hoja cruda se coloca sobre la piel en cada lado de la cabeza
FABACEAE				
Canavalia villosa Benth.	Frijol silvestre	Forraje	Hojas	Alimento crudo para los animales
Dalea bicolor Humb. & Bonpl. ex Willd. var. *argyraea* (A. Gray) Barneby	Engorda cabras	Forraje	Hojas	Alimento crudo para los animales
Desmodium grahamii A. Gray	Pegajosa	Forraje	Planta entera	Alimento crudo para los animales
Eysenhardtia texana Scheele	Vara dulce	Forraje	Hojas y flores	Alimento crudo para los animales
		Tratamiento para las enfermedades renales	Hojas	Ingestión por infusión
		Diurético	Tallos y flores	Ingestión por infusión
Indigofera suffruticosa Mill.	Palo azul	Bebida	Corteza	Ingestión por infusión
		Tratamiento para las enfermedades renales	Corteza	Ingestión por infusión
		Colorante	Partes aéreas	Hervido en agua
Lupinus caballoanus B. L. Turner	Frijolillo	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Medicago sativa L.	Alfalfa	Forraje	Planta entera	Alimento crudo para los animales
Pisum sativum L.	Chícharo	Alimento	Semillas	Hervido en sopas
Securigera varia (L.) P. Lassen	Coronilla	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Vicia villosa Roth	Frijol	Forraje	Planta entera	Alimento crudo para los animales
Vigna populnea Piper	Frijol silvestre	Alimento	Planta entera	Hervido
		Forraje	Semillas	Alimento crudo para los animales
FAGACEAE				
Quercus canbyi Trel.	Encino	Forraje	Bellotas	Alimento crudo para los animales
		Material de construcción	Tronco y ramas	Para construir cercos y techos
		Leña	Tronco y ramas	Para el fuego de la cocina
Quercus coccolobiifolia Trel.	Encino	Forraje	Bellotas	Alimento crudo para los animales
		Leña	Tronco y ramas	Para el fuego de la cocina
Quercus greggii Trel.	Encino	Forraje	Bellotas	Alimento crudo para los animales
Quercus mexicana Humb. & Bonpl.	Encino	Forraje	Bellotas	Alimento crudo para los animales
		Leña	Tronco y ramas	Para el fuego de la cocina
Quercus polymorpha Schltdl. & Cham.	Encino	Tratamiento de las encías sensibles	Corteza	Lavados de boca
		Remedio para el nerviosismo	Inflorescencias	Ingestión por infusión
		Leña	Tronco y ramas	Para el fuego de la cocina

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Quercus rysophylla Weatherby	Encino	Forraje	Bellotas	Alimento crudo para los animales
		Leña	Tronco y ramas	Para el fuego de la cocina
GARRYACEAE				
Garrya ovata Benth.	Garria	Tratamiento de la diarrea crónica	Hojas	Ingestión por infusión
GERANIACEAE				
Geranium seemanni Peyr.A.M.	Geranio, Alfilerillo	Remedio para los cólicos	Hojas	Ingestión por infusión
		Tratamiento para las infecciones de garganta	Hojas y tallos	Ingestión por infusión
		Dolores de cabeza	Hojas (con aceite y café)	Cada lado de la cabeza es masajeado con una hoja cruda
Pelargonium odoratisimum Soly.	Geranio de olor	Remedio para los cólicos	Hojas	Ingestión por infusión
HYDRANGEACEAE				
Philadelphus vmadrensis Hemsl.		Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
JUGLYACEAE				
Carya myristicaeformis Nutt.	Nogal cimarrón	Tratamiento de la diabetes	Corteza	Ingestión por infusión
		Remedio contra la pérdida del cabello	Frutos inmaduros	La cabeza se lava con la decocción
		Cólicos	Hojas	Ingestión por infusión
Carya ovata K. Koch	Nogal	Tratamiento de la diabetes	Corteza	Ingestión por infusión
		Remedio contra la pérdida del cabello	Frutos inmaduros	La cabeza se lava con la decocción
		Cólicos	Hojas	Ingestión por infusión
Juglans major (Torr.) A. Heller	Nogal	Tratamiento de la diabetes	Corteza	Ingestión por infusión
		Remedio contra la pérdida del cabello	Frutos inmaduros	La cabeza se lava con la decocción
		Cólicos	Hojas	Ingestión por infusión
LAMIACEAE				
Agastache palmeri (B.L. Rob.) Styl.	Poleo	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Hedeoma costatum A. Gray	Poleo	Tratamiento para el insomnio, ingerido como un té	Partes aéreas	Ingestión por infusión
Hedeoma drummondii Benth.	Poleo	Tratamiento para el insomnio, ingerido como un té	Partes aéreas	Ingestión por infusión
Hedeoma plicatum Torr	Poleo	Tratamiento para el insomnio, ingerido como un té	Partes aéreas	Ingestión por infusión

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Marrubium vulgare Miller. L.	Marrubio	Tratamiento para las infecciones estomacales	P artes aéreas, con *Artemisia mexicana*	Ingestión por infusión
		Para estimular el apetito	Partes aéreas	Ingestión por infusión
		Remedio para las infecciones de los senos nasales	Hojas	La infusión se aplica en 2-3 gotas nasales tres veces al día
		Lactantes "satisfechos" (empachado)	Hojas	Se alimenta al infante con la leche materna mezclada con las hojas
		Tratamiento de los parásitos intestinales	Hojas	Hojas tostadas y hervidas, se ingiere la infusión
		Remedio para los cólicos	Hojas	Ingestión por infusión
		Tratamiento de las alergias y las erupciones de la piel	Hojas	Las partes afectadas se frotan con la decocción
		Enfermedad del susto (mal del susto)	Hojas	Ingestión por infusión
Mentha piperita L.	Menta	Tratamiento de problemas respiratorios	Partes aéreas, con *Agastache palmeri*	Ingestión por infusión
		Bebida	Hojas	Ingestión por infusión
		Remedio para los cólicos	Hojas	Ingestión por infusión
Mentha rotundifolia (L.) Huds.	Mastranzo	Abortivo	Hojas, con Foeniculum vulgare y *Quercus polymorpha*	Ingestión por infusión
Mentha spicata L.	Yerba buena	Para después del parto	Partes aéreas	Ingestión por infusión dos días después del parto para evitar hemorragias
		Tratamiento de parásitos	Hojas	Ingestión por infusión
		Remedio para los problemas de estómago	Hojas	Ingestión por infusión
		Condimento	Partes aéreas	Añadido a los caldos
		Bebida	Partes aéreas, *Matricaria chamomilla*	Ingestión por infusión
Ocimum basilicum L.	Albácar	Tratamiento para las afecciones del corazón	Hojas	Ingestión por infusión
		Remedio para los cólicos	Partes aéreas, con *Agastache mexicana*	Ingestión por infusión
		Condimento	Partes aéreas	Añadido a los caldos
Rosmarinus officinalis L.	Romero	Remedio para los dolores de cabeza	Hojas	Ingestión por infusión
		Tratamiento de la diabetes	Hojas	Ingestión por infusión
		Reumatismo	Hojas	Impregnado en alcohol y frotado en las partes afectadas
		Para controlar la presión de la sangre	Hojas	Ingestión por infusión

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Salvia ballotaeflora Benth.	Salvia	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Salvia chia Sessé & Moc.	Chía	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Salvia coccinea Juss. ex Murr.	Betónica	Remedio para dolores de cabeza	Tallos	Ingestión por infusión
		Para remover basuras de los ojos	Semillas	Una semilla se coloca sobre la córnea: las basuras se adherirán a la semilla, la cual se retirará luego del ojo
Salvia hispanica L.	Salvia	Remedio para la constipación	Semillas	Ingeridas como píldoras
		Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Salvia microphylla Sessé & Moc.	Mirto	Remedio para el dolor de estómago	Hojas	Ingestión por infusión
Salvia regla Cav.	Salvia	Tratamiento para la anemia y "hacer más robusta la sangre"	Hojas	Ingestión por infusión
LAURACEAE				
Litsea pringlei Bartlett	Laurel	Remedio para la acidez estomacal	Hojas (con semilla de *Persea americana*)	Ingestión por infusión
		Remedio para los cólicos	Hojas	Ingestión por infusión
		Asfixia	Hojas	Ingestión por infusión
		Dolor de pecho	Hojas (con *Citrus aurantium* y *Ocimum basilicum*)	Ingestión por infusión
		Condimento	Partes aéreas	Añadido a la carne de cerdo
Persea americana Mill.	Aguacate	Alimento	Fruto	Comido crudo
		Para limpiar la sangre	Corteza	Ingestión por infusión
		Antihelmíntico	Cáscara del fruto	Comido después del desayuno
Persea pachypoda Nees	Salsafrás	Tratamiento para la anemia y "hacer más robusta la sangre"	Hojas y corteza (con Prunus serotina)	Ingestión por infusión
LILIACEAE				
Allium sativum L.	Ajo	Control de la presión arterial	Bulbo	Ingerir un diente de ajo
		Dolor de oídos	Bulbo	Se calienta un diente de ajo, enrollado en algodón e insertado en la cavidad del oído.
		Piquete de alacrán y mordidas de insecto	Bulbo	Se frota un diente de ajo en la parte donde está la herida
		Alimento	Bulbo	Comido crudo y cocinado en caldo de frijoles
		Condimento	Bulbo	Añadido en alimentos y aderezos

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Aloe vera L.	Sábila	Remedio para el dolor de muelas	Hojas	Enrollado en algodón y aplicado en la parte afectada
		Para sanar heridas	Pulpa de las hojas	Aplicado en cataplasma
		Inflamación	Pulpa de las hojas	Aplicado en cataplasma
		Tratamiento del acné	Pulpa de las hojas	Licuado y untado en la cara 2-3 veces a la semana; el tratamiento fortalece y suaviza la piel
		Shampoo	Hojas	Licuado en agua, usado como un lavado del cabello
		Tratamiento de la diabetes	Hojas	Licuado en el agua, se ingiere antes del desayuno
		Remedio para la gastritis	Hojas	Licuado en agua e ingerido con jugo de naranja
		Tratamiento de males circulatorios	Hojas	Licuado en el agua, se ingiere antes del desayuno
		Tratamiento del cáncer	Hojas	Ingerida antes del desayuno
		Anemia	Pulpa cruda	Ingerida antes del desayuno
		Artritis	Pulpa cruda	Ingerida antes del desayuno
		Para remover manchas de la piel	Pulpa cruda Hojas	El jugo de la pulpa se aplica sobre la piel manchada
Schoenocaulon texanum Scheele	Cola de zorra	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
MALPIGHIACEAE				
Mascagnia macroptera Nied.	Piñata	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
MALVACEAE				
Hibiscus cardiophyllus A. Gray	Tulipán	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Hibiscus coulteri Harv. ex A. Gray	Tulipán amarillo	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
MIMOSACEAE				
Acacia farnesiana (L.) Willd.	Huizache	Forraje	Hojas, Frutos	Como alimento crudo para los animales
		Leña	Tronco y ramas	Como fuego para la cocina
		Remedio para la dispepsia	Flores	Ingestión por infusión
		Tratamiento de la disentería	Frutos	Hervido e ingerido como infusión
		Para las hemorragias vaginales	Raíces	Hervido
Acacia greggii A. Gray.	Uña de gato	Tratamiento del cáncer	Partes aéreas	Ingestión por infusión
Acacia rigidula Benth.	Chaparro prieto	Forraje	Hojas	Alimento crudo para los animales
		Leña	Tronco y ramas	Como fuego para la cocina
Ebenopsis ebano (Berly.) Barneby & J.W. Grimes	Ébano	Artesanías	Madera	Tallado
		Alimento	Semillas	Hervidas
		Bebida	Semillas	Tostadas y hervidas como sustituto del café
		Carpintería	Madera	Para hacer muebles
Havardia pallens Britt & Rose	Tenaza	Forraje	Hojas	Alimento crudo para los animales
		Material de construcción	Tronco	Para construir cercos, techos y paredes

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Leucaena greggii S. Watson	Tepehuaje Dormilón	Forraje	Hojas	Alimento crudo para los animales
Leucaena leucocephala (Lam.) DeWit ssp. glabrata (Rose) S. Zárate		Forraje	Hojas	Alimento crudo para los animales
Prosopis glandulosa Torr. var. *glandulosa*	Mezquite	Forraje	Hojas, fruto y vainas	Alimento crudo para los animales
		Material para construcción	Tronco	Para construir cercos, techos y paredes
		Alimento	Frutos y vainas	Comido crudo
		Leña	Tronco y ramas	Como fuego para la cocina
MORACEAE				
Ficus carica L.	Higo	Alimento	Infrutescencia	Comido crudo o cocinado en conservas
Morus celtidifolia Kunth	Mora	Tratamiento de la diabetes	Fruto	Ingestión de la decocción
		Alimento	Fruto	Comido crudo
NOLINACEAE				
Dasylirion texanum Scheele	Sotol	Material para el techado de las casas	Hojas	Atado en paquetes
		Bebida alcohólica	Savia	Fermentado y destilado
Hesperaloe funifera Trel.	Sotol	Fibra	Hojas	Raspado y retorcido en una cuerda
NYCTAGINACEAE				
Bougainvillea glabra Choisy	Bugambilia	Remedio para la tos	Brácteas y flores	Ingestión por infusión
		Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Mirabilis jalapa L.	Maravilla	Tratamiento de la epilepsia	Flores	Ingestión por infusión
		Purgativo; anticrotálico; y enfermedades renales y hepáticas	Hojas	Ingestión por infusión
ORCHIDACEAE				
Corallorhiza maculata Greene	Orquídea	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Dichromanthus cinnabarinus (La Llave & Lex.) Garay	Orquídea	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Hexalectris revoluta Correll	Orquídea	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Malaxis macrostachya Kuntze	Orquídea	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Malaxis corymbosa Kuntze	Orquídea	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Platanthera sparsiflora Schltr.	Orquídea	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Spiranthes vernalis Engelm. & A. Gray	Orquídea	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
PHYTOLACCACEAE				
Phytolacca icosandra L.	Fitolaca	Remedio para la caspa	Hojas	Se lava el cabello con la solución de las hojas hervidas en agua

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
PINACEAE				
Pinus cembroides Gordon	Pino	Leña	Tronco y ramas	Para el fuego de la cocina
		Material para construcción	Tronco	Para construir bardas, paredes y techos
Pinus greggii Engelm. ex Parl.	Pino	Leña	Tronco y ramas	Para el fuego de la cocina
		Material para construcción	Tronco	Para construir bardas, paredes y techos
Pinus pseudostrobus Lindl.	Pino	Tratamiento para la bronquitis	Hojas	Ingestión por infusión
		Leña	Tronco y ramas	Para el fuego de la cocina
		Material para construcción	Tronco	Para construir bardas y casas
Pinus teocote Cham. & Schltdl.	Ocote	Leña	Tronco y ramas	Para el fuego de la cocina
		Material para construcción	Tronco	Para construir bardas y casas
PLANTAGINACEAE				
Plantago major L.	Lengua de vaca	Antibiótico y des inflamatorio		Hojas Ingestión por infusión
POACEAE				
Avena sativa L.	Avena	Tratamiento para la gastritis	Semillas crudas	Remojadas en agua durante un día, licuado y se ingiere como bebida durante 9 días
		Alimento	Semillas	Se fabrica una bebida ya sea cruda o cocinada
Cymbopogon citratus Stapf.	Zacate limón	Bebida	Hojas	Ingestión por infusión
Zea mays L.	Maíz, elote	Alimento	Infrutescencia (mazorca)	Se hacen tortillas, las mazorcas tiernas son hervidas o asadas, las semillas se fríen (esquite), también se añaden a sopas y caldos
		Animal forraje	Partes aéreas	Alimento crudo para los animales
		Tratamiento para la tos, disentería; inflamaciones de vejiga, diabetes y cólicos menstruales	Pelos de elote (estilos)	Ingestión por infusión, algunas veces endulzado con miel
POLYGONACEAE				
Rumex mexicanus Meisn.	Acelga	Alimento	Hojas tiernas	Comido crudo en ensaladas, hervido en sopas o mezclado con huevo, tomate y cebolla
Rumex pulcher L.	Lengua de vaca	Alimento	Hojas tiernas	Comido crudo en ensaladas, hervido en sopas o mezclado con huevo, tomate y cebolla
		Tratamiento para las infecciones vaginales	Hojas	Infusión ingerida y aplicada en lavados de vagina
		Forraje	Partes aéreas	Alimento crudo para los animales
PORTULACACEAE				
Portulaca oleracea L.	Verdolaga	Alimento	Partes aéreas	Comido crudo en ensaladas o cocinado
PTERIDACEAE				
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	Zarzaparrilla	Remedio para los cólicos	Raíces	Ingestión por infusión
PUNICACEAE				
Punica granatum L.	Granada	Alimento	Frutos	Comido crudo
		Remedio para diarrea	Flores (con flores de *Psidium guajava*)	Ingestión por infusión

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
RANUNCULACEAE				
Clematis dioica L.	Barba de chivo	Alivio del dolor de muelas	Tallo	Se aplica un trozo detallo en la zona afectada
Clematis drummondii Torr. & A. Gray	Barba de chivo	Alivio del dolor de muelas	Tallo	Se aplica un trozo detallo en la zona afectada
ROSACEAE				
Cowania plicata D. Don	Alejyría	Remedio para los cólicos y dolor de estómago	Hojas	Ingestión por infusión
Crataegus tracyi Ashe	Tejocote	Alimento	Fruto	Comido crudo o cocinado y en conserva
		Tratamiento de la diabetes	Piel del fruto	Ingestión por infusión
Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.	Níspero	Remedio para los cólicos	Hojas y piel del fruto	Ingestión por infusión
Fragaria mexicana Schltdl.	Fresa silvestre	Alimento	Fruto	Comido crudo
Malus domestica Borkh.	Manzana	Alimento	Fruto	Comido crudo o cocinado y en conserva; también se usa para hacer sidra
Prunus domestica L.	Ciruelo	Alimento	Fruto	Comido crudo o cocinado y en conserva
Prunus persica (L.) Batsch	Durazno	Para remover parásitos intestinales	Hojas	Ingestión por infusión
		Alimento	Fruto	Comido crudo o cocinado y en conserva
Prunus serotina Poir.	Capulín, quina	Tratamiento para la anemia	Corteza	Ingestión por infusión
		Abortivo	Hojas y corteza	Ingestión por infusión
		Licor	Fruto	Fermentado
Rosa serrulata Raf.	Rosa	Remedio para la constipación	Flores	Ingestión por infusión
		Cólico	Flores	Ingestión por infusión
		Diarrea	Flores	Ingestión por infusión
		Para detener el vómito	Flores	Ingestión por infusión
Vauquelinia corymbosa Correa ex Humbl. & Bonpl.	Saucillo	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
RUBIACEAE				
Cephalanthus salicifolius Humbl. & Bonpl.	Sauz	Laxante	Hojas	Hervido, ingestión por infusión
		Tratamiento para enfermedades venéreas	Corteza	Ingestión por infusión
Chiococca alba Rusby	Perlas de la Virgen	Remedio para dolor de estómago, enfermedades renales y diabetes	Hojas	Ingestión por infusión
RUTACEAE				
Casimiroa greggii (S. Watson) F. Chiang	Manguito	Para controlar la presión arterial		Hojas Ingestión por infusión
Esenbeckia berlandieri Baill.	Manguito	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
Helietta parvifolia Benth.	Barreta	Leña	Tronco y ramas	Para el fuego de la cocina
		Material para construcción	Tronco	Para construir casas, bardas y techos
		Tratamiento para el reumatismo	Hojas	Ingestión por infusión
Ruta graveolens L.	Ruda	Remedio para el dolor de pecho	Hojas	Ingestión por infusión
		Dolor de oídos	Hojas	Las hojas crudas se trituran y se insertan en el oído
		Dolores de cabeza	Hojas (con aceite)	Las hojas crudas se adhieren a ambos lados de la cabeza
		Abortivo	Hojas (con 9 semillas de *Phaseolus vulgaris* y *Bidens odorata*)	Ingestión por infusión
SAPINDACEAE				
Dodonaea viscosa Mart.	Jara	Remedio para los cólicos; Tratamiento para la esterilidad	Planta entera	Hervido e ingerido
SAXIFRAGACEAE				
Heuchera mexicana W. Schaffn.	Saxifraga	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
SELAGINELLACEAE				
Selaginella lepidophylla (Hook. et A. Gray) Spring	Siempreviva	Tratamiento para diarrea y bronquitis	Hojas	Ingestión por infusión
Selaginella pilifera A. Br.	Siempreviva	Tratamiento para enfermedades renales,	Hojas	Ingestión por infusión
SMILACACEAE				
Smilax bona-nox L.	Zarzaparrilla	Para perder peso	Raíces	Ingestión por infusión
		Tratamiento para los problemas circulatorios, anemia, y enfermedades renales	Hojas	Ingestión por infusión
		Disentería	Raíces	Ingestión por infusión
Smilax moranensis M. Martens & Galeotti.	Cocolmeca	Remedio para dolores renales	Raíces	Ingestión por infusión
SOLANACEAE				
Datura stramonium Wall.	Toloache	Toloache para heridas	Hojas	Aplicadas con aceite sobre la zona herida en forma de cataplasma
Lycopersicon esculentum Mill.	Tomate	Alimento	Fruto	Se come crudo
		Remedio para los calambres	Piel del fruto	Hervido, Ingestión por infusión
Nicandra physaloides Gaertn. (EE 19429)	Belladona	Tratamiento para los problemas urinarios del ganado	Hojas	Hervido en 2-3litros de agua y se da a los animales a beber
Physalis pringlei Greenm.	Tomatillo	Remedio para los calambres	Cáscara del fruto	Ingestión por infusión
		Alimento	Fruto	Comido crudo o cocinado en salsas
Physalis stapelioides (Regel) Bitter. (EE 16351)	Tomatillo	Alimento	Fruto	Comido crudo o cocinado en salsas
Solanum erianthum D. Don	Malabar	Tratamiento de la diabetes	Hojas	Ingestión por infusión

Nombre científico	Nombre común	Usos	Partes usadas	Método de uso
TAXACEAE				
Taxus globosa Schltdl.,	Chiper	Leña	Tronco y ramas	Fuego para la cocina
		Material para construcción	Tronco	Para construir casas, cercos y techos
		Remedio para el dolor de estómago	Hojas	Ingestión por infusión
		Dolores de cabeza	Hojas (con hojas de *Taraxacum officinale* y *Ruta graveolens*)	Ingestión por infusión
TAXODIACEAE				
Taxodium mucronatum Ten.	Sabino	Remedio para la diarrea	Hojas	Ingestión por infusión
		Material para construcción	Tronco y ramas	Para hacer casas y cercos
UMBELLIFERAE				
Foeniculum vulgare Mill.	Hinojo	Remedio para los cólicos		Hojas Ingestión por infusión
VERBENACEAE				
Glandularia bipinnatifida Nutt.	Verbena	Tratamiento de los furúnculos	Partes aéreas	Infusión, o aplicada en las partes afectadas
Lantana camara L.	Mejorana	Ornamental	Planta entera	Plantada en los jardines de las casas
Lantana macropoda Torr.	Mejorana	Remedio para el dolor de estómago	Hojas	Ingestión por infusión
		Para el dolor de espalda	Hojas (con Scutellaria microphylla y Bidens odorata)	Ingestión por infusión
		Tratamiento de la disentería amebiana	Raíces y Hojas	Infusión ingerida como té
		Remedio para el dolor de muelas	Raíces y Hojas	Ingestión por infusión
		Diurético	Hojas	Ingestión por infusión
VITACEAE				
Vitis berlandieri Planch.	Parra	Remedio para los cólicos	Tallos y Hojas	Ingestión por infusión
		Tratamiento para las infecciones de los ojos	Hojas	Infusión aplicada en gotas para los ojos
ZYGOPHYLLACEAE				
Larrea tridentata Coult.	Gobernadora	Tratamiento para las enfermedades renales	Hojas	Ingestión por infusión
		Desórdenes digestivos	Hojas	Ingestión por infusión



CAPÍTULO

27

CAMBIO CLIMÁTICO

Javier Jiménez Pérez[1], Israel Yerena Yamallel[1], Oscar A. Aguirre Calderón[1] y Eduardo Alanís Rodríguez[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales

Carretera Nacional km 145, CP 67700, AP 41. Linares, N.L.

javier.jimenezp@uanl.mx

Jiménez-Pérez, J., O. Aguirre-Calderón, I. Yerena-Yamallel y E. Alanís-Rodríguez. 2013. Cambio Climático, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 325-334.

Cambio Climático

Javier Jiménez Pérez, Israel Yerena Yamallel, Oscar Alberto Aguirre Calderón y Eduardo Alanís Rodríguez

27.1 INTRODUCCIÓN

El cambio climático que se experimenta en la actualidad es un fenómeno provocado total o parcialmente por el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, principalmente el CO_2. Una gran cantidad de estudios científicos indican que el cambio climático ya está teniendo efectos sobre la biosfera (González *et al.,* 2003).

Teniendo el CO_2 como el principal gas de efecto invernadero, es importante saber que para la mitigación del calentamiento global se tendrán que reducir la cantidad de este gas y que este proceso, al igual que el de bajar la temperatura del planeta no es de forma inmediata (Yáñez, 2004).

Dada la amenaza que el cambio climático global significa para el planeta, representantes de 38 países se reunieron en Kyoto, Japón en el año 1997. En esa reunión los países industrializados se comprometieron a reducir para el periodo 2008-2012 las emisiones de gases de efecto invernadero (Protocolo de Kyoto). Dentro del Protocolo se incluyen tres mecanismos de flexibilización para ser utilizados en el cumplimiento de los compromisos de la Convención: aplicación conjunta, comercio de emisiones y Mecanismo de Desarrollo Limpio, el cual está definido en el artículo 12 del Protocolo de Kyoto y se refiere a actividades de mitigación del cambio climático, entre los países industrializados y los países en desarrollo (situación de México).

La idea fundamental del Mecanismo de Desarrollo Limpio parte del hecho que los gases de efecto invernadero (GEI) que están ocasionando las modificaciones climáticas se distribuyen uniformemente en la atmósfera y por lo tanto la reducción y/o secuestro de estos gases en cualquier sitio del planeta produce el mismo efecto. Este fundamento permite a los países industrializados, comprometidos en la disminución de las emisiones de GEI, efectuar las reducciones a través de proyectos en países en desarrollo, con costos inferiores a los equivalentes en países industrializados. Por lo tanto, países desarrollados pueden comprar bonos de carbono, financiando proyectos de captura o abatimiento de estos gases en otras naciones y acreditando tales disminuciones como propias.

Para el gobierno mexicano, detener los procesos de deforestación y degradación de los bosques es una de las prioridades en la estrategia para la mitigación de las emisiones de GEI reflejada en el Programa Especial de Cambio Climático para el periodo 2008-2012, con una meta de reducción de emisiones del 32.4% (PECC, 2009). Para cumplir esta meta es crucial impulsar el uso sostenible y la conservación comunitaria de los bosques sin frenar las oportunidades de crecimiento económico y desarrollo de cerca de doce millones de personas que habitan las regiones forestales del país.

Los inventarios de emisiones son un paso necesario en la formulación de programas efectivos de mitigación de emisiones para reducir el impacto del cambio climático y la contaminación ambiental. En general, un inventario de emisiones se utiliza para identificar fuentes que estén sujetas a posibles medidas de control y para evaluar su efectividad (INE-SEMARNAT, 2005). Los beneficios de reducir emisiones de CO_2 pueden resultar en una reducción de emisiones de contaminantes de impacto urbano – regional, mejorando la calidad del aire a nivel local. Es conveniente considerar estos posibles beneficios al evaluar el impacto de las medidas de control de GEI (PACC-NL, 2010).

Se están realizando esfuerzos sustanciales a nivel nacional e internacional en la lucha contra el cambio climático a través de acciones de mitigación, esto es, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Pese a ello, el último objetivo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), la estabilización de las concentraciones atmosféricas de GEI, está lejos de alcanzarse y existe un consenso científico muy amplio sobre los escenarios futuros de cambio climático para los próximos decenios. Por ello, las acciones de adaptación al cambio climático que se proyecta y cuyas primeras evidencias se observan, son considerar absolutamente necesarias y complementarias a las acciones de mitigación.

Conceptos clave

Cambio climático. La modificación del clima con respecto al historial climático a escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos, pero principalmente sobre la temperatura y precipitación. Los cambios son debido a causas naturales y en los últimos siglos, también por la acción de la humanidad.

Este término suele usarse, de forma poco apropiada, para hacer referencia tan sólo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término cambio climático sólo para referirse al cambio por causas humanas. Los cambios producidos por causas naturales les denominan variabilidad natural del clima. En algunos casos, para referirse al cambio de origen humano se usa también la expresión cambio climático antropogénico o antrópico (Magaña, 2008).

Clima. Es la expresión que generalmente se utiliza para referirnos al conjunto de condiciones meteorológicas que caracterizan un lugar determinado de la superficie terrestre. Los elementos del clima, son aquellos fenómenos que se emplean para definir el clima característico de un lugar o de una región de la superficie terrestre. Básicamente, son la temperatura, precipitación, vientos, presión atmosférica y humedad. Sin embargo, de todos ellos la temperatura y la precipitación son de gran importancia, ya que invariablemente definen los grandes climas del planeta.

- **Temperatura:** Cualidad de la atmósfera que indica la cantidad de energía solar retenida por el aire en un momento dado.
- **Precipitación:** Cantidad de agua que ocurre sobre la superficie terrestre procedente de la atmósfera. En forma líquida como lluvia o sólida como nieve o granizo.
- **Humedad:** Cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera. Una fracción proviene de la evaporación del agua de la superficie de los océanos, lagos y ríos; y la otra es suministrada por la tierra y la vegetación.
- **Presión atmosférica:** Peso que ejerce el aire sobre la superficie terrestre. La atmósfera está constituida por un conjunto de gases que constituyen el aire. Aunque no es visible, tiene cierto volumen, peso y ocupa un espacio.
- **Vientos:** Masas de aire en movimiento, que se trasladan desde las zonas de baja temperatura y alta presión, denominados centros anticiclónicos, hasta las zonas de alta temperatura y baja presión, llamados centros ciclónicos. Los anticiclones son los centros que emiten vientos, mientras que los ciclones son los centros que los atraen.

Efecto Invernadero. Es el calentamiento natural de la Tierra. La energía solar atraviesa la atmósfera, parte de ella es absorbida por la superficie y otra parte es reflejada, una parte de la radiación reflejada es retenida por los gases de efecto invernadero (la otra parte vuelve al espacio) presentes en la atmosfera y mantienen una temperatura apta para la vida.

Calentamiento Global. Es el incremento a largo plazo en la temperatura promedio de la atmósfera. Se debe al incremento de la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera que se desprenden por actividades humanas (quema de combustibles fósiles, deforestación, ganadería, etc.), la atmósfera retiene más calor. De esta manera, se daña el equilibrio natural y aumenta la temperatura de la Tierra.

Gases Efecto Invernadero (GEI). Cualquier gas en la atmósfera que absorbe radiaciones de la energía solar, entre los que destacan: el dióxido de carbono (CO_2), que es el responsable del 71.5% del efecto invernadero (Lashof y Ahuja, 1990) y otros gases con concentraciones menores, tales como metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), bióxido de azufre (SO_2), clorofluorocarbonos (CFC), ozono (O_3) y el vapor de agua con fluctuaciones anuales (Houghton y Woodwell, 1989; Dixon *et al.,* 1994; Masera, 1995).

Estos gases absorben más del 90% de la radiación infrarroja que es emitida desde la Tierra. Como resultado, el calor es atrapado en la atmósfera permitiendo una temperatura superficial promedio de 15°C. Sin estos gases de efecto invernadero, la temperatura promedio sería de -18 °C (Garduño, 2004).

No todos los GEI producen el mismo efecto. Los científicos han elaborado parámetros para medir su influencia real, de forma que sus efectos se expresan en cantidades de CO_2 equivalente. Así, por ejemplo, si los CFC tienen la mayor acción relativa, su contribución real en el efecto invernadero es de un 5%. En el lado opuesto se encuentra el CO_2, con la menor acción relativa, pero con la principal contribución real al problema: un 76%. Después del CO_2, el gas que más contribuye a incrementar el efecto invernadero es el metano, con un 13%, y los óxidos de nitrógeno, con un 6%. En la tabla 27.1 se mencionan los Gases Efecto Invernadero regulados por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Variación de la temperatura y precipitación en el PNCM

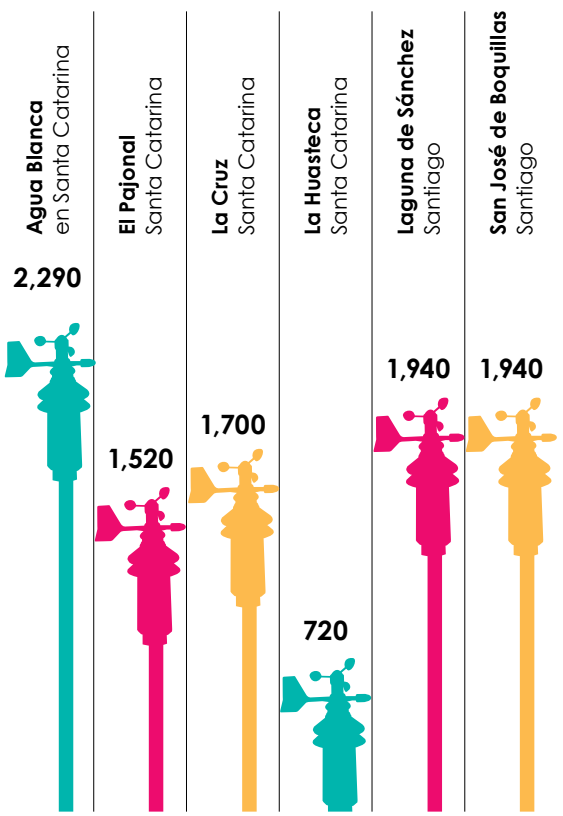
Se realizó un análisis de la variación del promedio de la temperatura y precipitación anual, con el fin de indicar si han ocurrido cambios significativos en los elementos del clima que se pudieran atribuir al cambio climático, se tomaron los datos de seis estaciones climatológicas que se encuentran dentro del PNCM (Tabla 27.2).

En la estación climatológica Agua Blanca, que se encuentra a mayor altitud, en el periodo 1983-2010 se observó una tendencia similar en la temperatura con 13.8°C promedio. En lo que respecta a precipitación promedio, en el año 1985 se obtuvo la menor con 28.6

Tabla 27.1 Gases Efecto Invernadero regulados por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Origen	Gases	Fuentes	Vida media en años	Potencial de calentamiento
Gases de origen natural	**Dióxido de carbono (CO_2)**	Quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural), reacciones químicas en procesos de manufactura (producción de cemento y acero), cambio de uso de suelo (deforestación).	**50 a 200**	**1**
	Metano (CH_4)	Descomposición anaerobia (cultivo de arroz, rellenos sanitarios, estiércol), escape de gas en minas y pozos petroleros.	**12 ± 3**	**21**
	Óxido nitroso (N_2O)	Producción y uso de fertilizantes nitrogenados, quema de combustibles fósiles.	**120**	**310**
Gases antropogénicos	**Hidrofluorocarbonos (HFC)**	Procesos de manufactura y usados como refrigerantes.	**1.5 a 264**	**140-11,700**
	Perfluorocarbonos (PFCs)	Producción de Aluminio, fabricación de semiconductores, sustituto de las sustancias destructoras del ozono. Ej. Uso de solventes, espumas, refrigeración fija.	**2,600 a 50,000**	**6,500-9,200**
	Hexafluoruro de Azufre (SF_6)	Producción y uso en equipos eléctricos; Producción de magnesio y aluminio; Fabricación de semiconductores.	**3,200**	**23,900**

Tabla 27.2. Estaciones climatológicas. Su ubicación dentro del PNCM y su altitud respectiva (metros sobre el nivel del mar).



mm considerándose un año extremo, las precipitaciones mayores fueron en 1988 y 2010, donde se presentaron los huracanes Gilberto y Alex, respectivamente (Figura 27.1).

De 1960 a 2010, en la estación climatológica El Pajonal se registró un cambio en la temperatura de -4.3 °C, en los años 60 del siglo XX, con un promedio de 22.8°C, para el año 2000 disminuyó a 18.5°C. Las precipitaciones promedio mayores se generaron en 1967 con 67.2 mm (huracán Beulah), 1976: 68.1 mm, 1981: 77 mm, 1988: 66.9 mm (huracán Gilberto) y 2010: 107.6 mm (huracán Alex); 1974 y 2000 fueron los años más secos con 13.5 y 18.5 mm, respectivamente (Figura 27.2).

Para el periodo 1981–2010, se registró un aumento en la temperatura promedio de 2°C en la estación climatológica La Cruz, en la década de los 80 del siglo XX se tenía 17.2°C, mientras en la década del 2000 se alcanzó 19.6°C. Los años 1999 (33.3 mm) y 2001 (20.6 mm) fueron los más extremos; los años (1988 y 2010) donde existió la ocurrencia de huracanes son aquellos donde se presentó la mayor precipitación promedio (Figura 27.3).

En la estación climatológica La Huasteca se presentó la menor temperatura promedio (10.8°C) en 1988. Para el periodo 1981-2010 resultó un incremento de 2.9°C. En la década de los 80 del siglo XX se presentó una temperatura promedio de 18°C, para la década del 2000 se incrementó a 20.9°C. La precipitación prome-

dio mayor resultó para los años 1988 (58.1 mm) y 2010 (94.2 mm). En contraparte la menor fue en 1982 (21 mm), 1993 (20.7 mm) y 2009 (15.6 mm) (Figura 27.4).

En la estación climatológica Laguna de Sánchez, no se encontró variabilidad significativa para la temperatura promedio en el periodo 1958-2010. Los años 2005 y 2010 obtuvieron la mayor precipitación promedio con 133.4 y 191.6 mm, respectivamente, el año más seco fue 1995 con 22.3 mm (Figura 27.5).

De 1987 a 2010 se obtuvo una tendencia similar en la temperatura en la estación climatológica San José de Boquillas, con 14.3°C promedio. Los años 1999 con 30 mm y 2006 con 34 mm fueron los años más secos, las precipitaciones mayores fueron en los años 1988 (255.3 mm) y 1989 (141 mm) (Figura 27.6).

Con los datos promedios de temperatura y precipitación de las seis estaciones climatológicas para el periodo de 1987 a 2010 se obtuvo una tendencia similar en la temperatura con 16.5°C promedio. En lo que respecta a la precipitación promedio los años 1988 y 2010 presentaron los valores superiores con 112 y 120 mm respectivamente; 1995 y 1999 fueron los años más extremos (Figura 27.7).

De manera general, no se presentaron las mismas tendencias en las temperaturas promedios de las estaciones climatológicas. La tendencia de la precipitación promedio mayor fue la misma en cuatro estaciones, en las otras solamente se coincidió en un año. Los años secos, solamente dos estaciones coincidieron en un año.

Se requiere un mayor análisis con más elementos para poder atribuir los cambios del clima observados a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana.

Emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de incendios forestales de 200-2011 en el PNCM

Las emisiones de gases de efecto invernadero por incendios forestales han sido relacionadas con el efecto invernadero y el calentamiento global, aunque la quema de combustibles fósiles es el mayor responsable del incremento de las emisiones a la atmosfera, las emisiones debidas a los incendios forestales, suponen también un elemento a tener en cuenta en este proceso, convirtiéndose por ello en uno de los problemas que atrae la atención de la comunidad científica internacional (Potter, 2002; Hoelzemann *et al.,* 2004; Van der Werf *et al.,* 2004; Schultz *et al.,* 2008). Se estima que los incendios forestales aportan aproximadamente un quinto del total global de emisiones de CO_2 (Sandberg *et al.,* 2002). Las emisiones antropogénicas de gases efecto invernadero y la contaminación del aire ha aumentado dramáticamente durante el último siglo, generando una influencia notoria en el clima de la Tierra y el bienestar de su población (IPCC, 2007).

El objetivo del presente estudio fue estimar las emisiones de los gases de efecto invernadero producidas por los incendios forestales del periodo 2000-2011 en el PNCM.

27.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de cuantificar las emisiones de los gases de efecto invernadero producidas por los incendios forestales del periodo 2000-2011 se utilizó la metodología recomendada en las directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006). De manera particular la fórmula utilizada fue la siguiente:

$$L_{fuego} = A \bullet M_B \bullet C_f \bullet G_{ef} \bullet 10^{-3}$$

donde:

L_{fuego}= cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero debido a los incendios forestales (Mg de cada GEI)

A= superficie quemada (ha)

M_B= masa de combustible disponible (Mg ha-1)

C_f= factor de consumo, sin dimensión

G_{ef}= factor de emisión (g kg-1) de materia seca quemada

La superficie quemada se obtuvo de la base de datos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Región Noreste y Sierra Madre Oriental, donde se especifica el año, localidad, tipo de ecosistema, causa del incendio y tipo de incendio.

La masa de combustible disponible incluye biomasa aérea, hojarasca y madera muerta, varía en función del tipo de vegetación. La masa de combustible se definió por literatura: matorral submontano [biomasa aérea (Návar *et al.,* 2004) y hojarasca (González-Rodríguez *et al.,* 2011)], bosque de encino-pino [biomasa aérea (Aguirre-Calderón y Jiménez-Pérez, 2011), madera muerta, hojarasca y renuevos (Rodríguez *et al.,* 2009)] y pastizales (UAAAN, *et al.,* 2011) (Tabla 27.3). El tipo de incendio del que se trate afecta a la cantidad del material disponible para combustión. Por ejemplo, el combustible disponible para un incendio superficial en un tipo de vegetación forestal de encino-pino está fundamentalmente restringido por madera muerta y hojarasca en superficie, mientras que fuegos de copas pueden consumir una parte substancial de la biomasa arbórea.

En las directrices para los inventarios de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006), existen métodos de cálculo con diferentes niveles de complejidad y calidad de los resultados. El empleo de uno u otro méto-

Temperatura y precipitación promedios de las seis estaciones climatológicas del Parque Nacional Cumbres de Monterrey

- Temperatura
- Precipitación
- Huracán Gilberto (1988)
- Huracán Alex (2010)

Figura 27.1 Estación Agua blanca

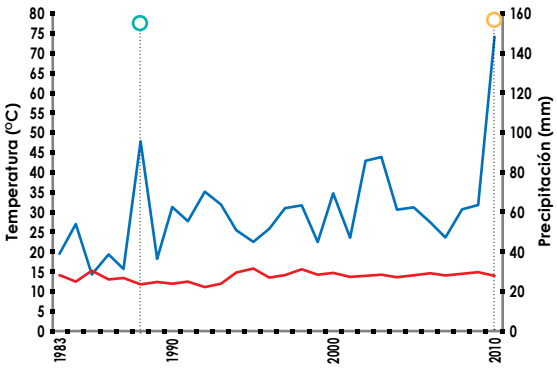


Figura 27.2 Estación El Pajonal

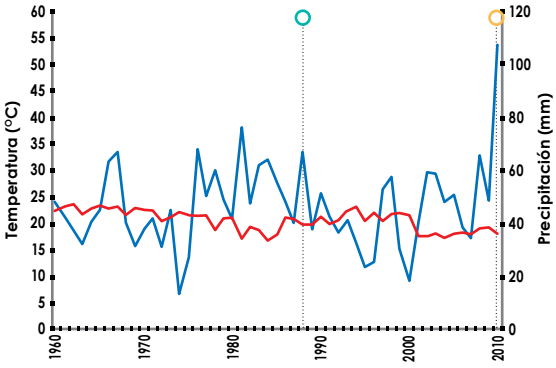


Figura 27.3 Estación La Cruz

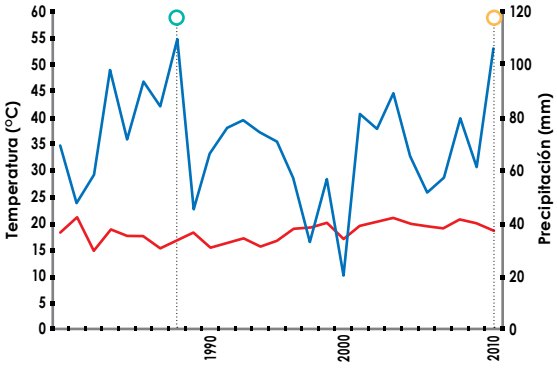


Figura 27.4 Estación La Huasteca

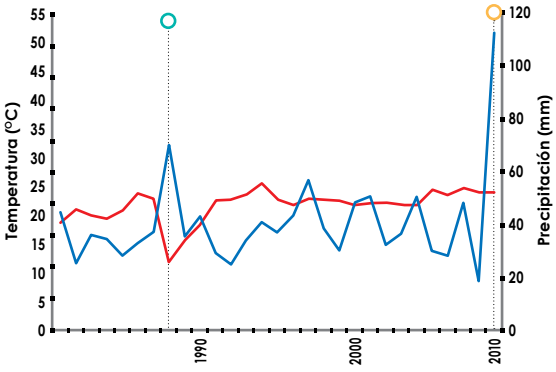


Figura 27.5 Estación Laguna de Sánchez

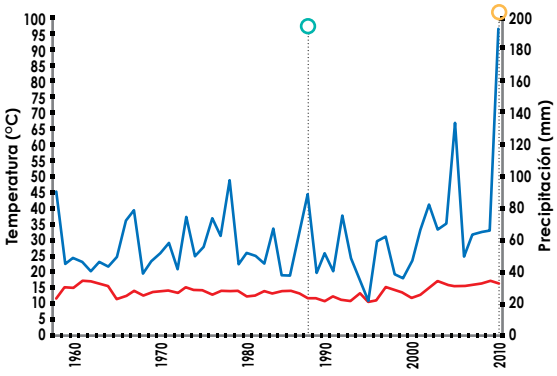


Figura 27.6 San José deBoquillas

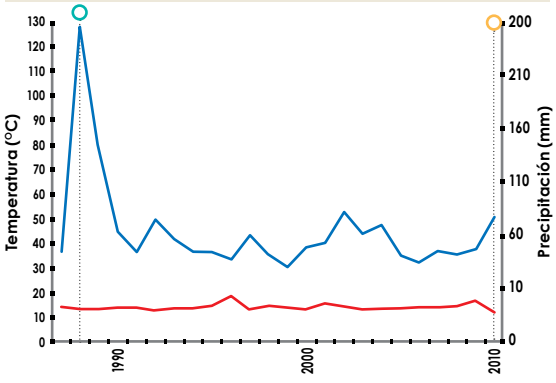
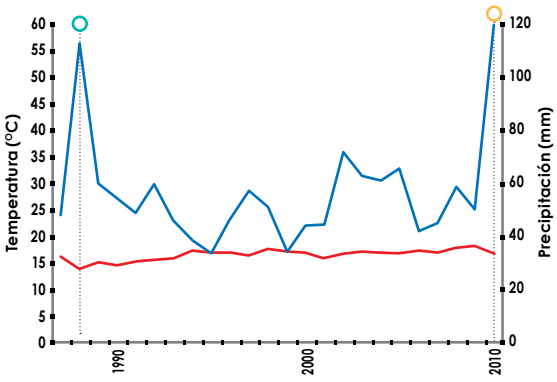


Figura 27.7 Promedio de las 6 estaciones



do, está en dependencia de la información y recursos disponibles para esta actividad. Dado que en la mayoría de los países –especialmente en desarrollo–, no se dispone de resultados relativos a determinaciones experimentales de las emisiones –ni de los costosos recursos que estas requieren– las directrices proporcionan información denominada "por defecto" para facilitar las estimaciones.

Esa información por defecto se incluye principalmente para proporcionar a los usuarios un punto de partida para la elaboración de sus propios supuestos y datos a escala nacional o estatal. En dichas directrices se considera que si no se tienen determinados coeficientes propios del lugar, se utilicen otros "por defecto", es decir, otros que faciliten la guía o se tome de otra región con similares condiciones físico-geográficas.

El factor de consumo es una medida de la proporción de combustible realmente quemado. Ésta, varía en función del tamaño y disposición de la carga de combustibles, el contenido de humedad y la propagación del fuego (Tabla 27.4). El factor de emisión aporta la cantidad para cada gas de efecto invernadero emitido por unidad de material seco quemado, este factor varía en función del contenido de cada GEI y el grado de combustión (Tabla 27.5). Dichos factores se obtuvieron de las directrices para los inventarios de gases de efecto invernadero del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (valores de por defecto) (IPCC, 2006).

27.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de incendios registrados en el PNCM en el periodo 2000-2011 fue de 50, afectando 9,085.09 ha. Los municipios y el porcentaje de la superficie total incendiada del PNCM fue: Santiago (70%), Santa Catarina (14%), Montemorelos (8%), Monterrey (6%) y San Pedro (2%). En el año 2006 se presentó el mayor número de incendios con 12, pero no estuvo relacionado con la superficie afectada. En el año 2011 se afectó la mayor superficie (4,575 ha), con sólo dos incendios (Tabla 27.6).

El 92% de los incendios fueron de tipo superficial y el resto de copa. Estos incendios fueron provocados por seis causas (Tabla 27.7), la principal fue las fogatas con el 42% de los sucesos, seguido por los rayos con 26%, la última fue por quema de basura presentándose en una ocasión. La mayoría de los incendios fueron de origen humano (74%), lo cual indica la falta de conciencia ambiental de la sociedad.

Las emisiones de los gases de efecto invernadero considerados en el periodo evaluado, totalizaron 296,863.77 Mg C ha^{-1}. Los años con mayor emisión de GEI fueron los de mayor superficie afectada, siendo el

Tabla 27.3 Biomasa en diferentes tipos de vegetación.

Vegetación	Compartimiento	Biomasa Mg ha^{-1}
Matorral submontano	Biomasa aérea	44.40
	Hojarasca	7.40
Bosque de encino-pino	Biomasa aérea	132.85
	Madera muerta	0.56
	Hojarasca	19.93
	Renuevos	0.75
Pastizales	Biomasa aérea	0.45

Tabla 27.4 Factor de consumo por tipo de vegetación.

Vegetación	Factor de consumo
Matorral submontano	0.72
Bosque de encino-pino	0.45
Pastizales	0.74

Tabla 27.5 Factor de emisión por tipo de gas de efecto invernadero.

Vegetación	Factor de emisión g kg-1 de materia seca quemada				
	CO_2	CO	CH_4	N_2O	NO_x
Matorral submontano y Pastizales	1613	65	2.3	0.21	3.9
Bosque de encino-pino	1569	107	4.7	0.26	3.0

Tabla 27.6 Número de incendios y superficies afectadas.

Año	Número de incendios	Superficie afectada (ha)
2000	3	25.00
2001	1	5.00
2002	8	5.19
2003	3	1.02
2004	1	0.02
2005	3	8.50
2006	12	192.50
2007	1	0.01
2008	8	4,249.31
2009	8	23.54
2010	0	0.00
2011	2	4,575.00
Total	**50**	**9,085.09**

Tabla 27.7 Frecuencia de las causas de los incendios.

Causa	Frecuencia	Porcentaje
Fogata	21	42
Rayo	13	26
Fumador	6	12
Descarga eléctrica	6	12
Agropecuaria	3	6
Quema de basura	1	2
Total	**50**	**100**

2008 el año en que se generó la mayor cantidad de éstos con 246,886.07 Mg C ha^{-1}, seguidos por el 2011 con 45,481.39 Mg C ha^{-1}, lo cual no se encuentra correlacionado con el número de incendios, ya que el 2006 fue el año que se presentó el mayor número, emitiendo 3,904.52 Mg C ha^{-1} (Tabla 27.8). El 99.6% de las emisiones estimadas corresponden a compuestos con carbono, que contribuyen al efecto de invernadero, principalmente CO_2 (95.1%). El gas que más se emitió durante los incendios en todos los años del período fue el CO_2, lo cual concuerda con lo que se refiere la literatura especializada en el tema. El total de emisiones de este gas fue de 282,335.71 Mg C ha^{-1}, oscilando sus valores entre 0.04 Mg C ha^{-1} en el año 2007 y 234,774.22 Mg C ha^{-1} en el 2008. Le continúan las emisiones de CO, con un total de 13,328.93 Mg C ha^{-1}. El gas que menos emitió durante los incendios en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey fue el N_2O, con un total de 39.25 Mg C ha^{-1} durante el periodo (Tabla 27.8).

Las emisiones de CO_2, CO y NOx para el año 2003 son de 9.14 Mg C ha^{-1}, que representan el 0.6% con respecto a las 1,568.44 Mg C ha^{-1} reportadas para el estado de Nuevo León (Rodríguez *et al.,* 2007). Las emisiones de CO, CH_4 y N_20 para el periodo estimado son de 13,880.47 Mg C ha^{-1}, siendo estas mayores que las reportadas por quema de caña de azúcar pre-cosecha: estimación nacional para el periodo 1997-2010 en México de 8,109.51 Mg C ha^{-1} (Maldonado *et al.,* 2011).

Las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de vegetación fueron mayor en el bosque de encino-pino con 221,943.20 Mg C ha^{-1}, seguidas del matorral submontano con 74,916.06 Mg C ha^{-1} y por los pastizales (en este caso no se consideró el CO_2 ya que se asume que este gas es recuperado a corto plazo en la siguiente temporada de crecimiento, manteniendo un balance) con 4.51 Mg C ha^{-1} (Tabla 27.9), lo cual está relacionado con la cantidad de biomasa disponible para combustión. En un estudio realizado en la Ciénaga de Zapata en Cuba, estimaron valores menores a los de este estudio, para el periodo 2001-2010, en dos tipos de vegetación: 1,817.85 Mg C ha^{-1} en zona de bosques y 35,218.83 Mg C ha^{-1} en áreas de sabana (Mejias y Manso, 2010). Es importante mencionar que los incendios forestales ocurridos en el periodo evaluado no originaron un cambio de uso de suelo (tierras forestales que permanecen como tales).

27.4 CONCLUSIONES

Los principales Gases de Efecto Invernadero que producen los incendios forestales son el dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y metano (CH_4). Para una menor incertidumbre en las estimaciones de los GEI se necesitan factores de consumo específicos para el área.

La conservación de los ecosistemas forestales en el PNCM en condiciones óptimas de producción y la existencia de un sistema de prevención y defensa contra incendios forestales es de gran importancia para la optimización del potencial de la vegetación.

La prevención, monitoreo, manejo del fuego y verificación de los incendios forestales son una clave importante para evitar la degradación forestal; las tecnologías de percepción remota combinadas con las mediciones en el terreno desempeñan un método práctico para un monitoreo efectivo.

Tabla 27.8 Emisiones por gas de efecto invernadero (Mg C ha^{-1}) y año.

Año	CO_2	CO	CH_4	N_2O	NO_x	Total
2000	203.97	9.92	0.38	0.03	0.47	**214.77**
2001	48.84	2.37	0.09	0.01	0.11	**51.43**
2002	44.60	1.80	0.06	0.01	0.11	**46.58**
2003	8.77	0.35	0.01	0.00	0.02	**9.15**
2004	0.17	0.01	0.00	0.00	0.00	**0.18**
2005	73.05	2.94	0.10	0.01	0.18	**76.28**
2006	3,714.88	173.91	6.65	0.51	8.56	**3,904.52**
2007	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.04**
2008	234,774.22	11,113.52	427.67	32.68	537.98	**246,886.07**
2009	185.12	7.50	0.27	0.02	0.45	**193.36**
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.00**
2011	43,282.05	2,016.60	77.04	5.98	99.71	**45481.39**
Total	**282,335.71**	**13,328.93**	**512.29**	**39.25**	**647.59**	**296,863.77**

Tabla 27.9 Emisiones de gases de efecto invernadero (Mg C ha^{-1}) por tipo de vegetación.

	Matorral submontano		Bosque de encino-pino		Pastizales	
Año	Hectáreas	Emisión de GEI	Hectáreas	Emisión de GEI	Hectáreas	Emisión de GEI
2000	17.00	62.11	4.00	152.57	4.00	0.10
2001	4.00	15.53	1.00	35.90	0.00	0.00
2002	5.19	0.00	0.00	46.58	0.00	0.00
2003	1.02	0.00	0.00	9.15	0.00	0.00
2004	0.02	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
2005	8.50	0.00	0.00	76.28	0.00	0.00
2006	171.00	922.48	11.00	2,981.79	10.50	0.25
2007	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
2008	3,440.80	63,435.25	635.50	183,446.71	173.01	4.11
2009	21.54	0.00	0.00	193.31	2.00	0.05
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	3,900.00	10,480.69	675.00	35,000.69	0.00	0.00
Total	**7,569.08**	**74,916.06**	**1,326.5**	**221,943.20**	**189.51**	**4.51**

27.5 LITERATURA CITADA

Aguirre-Calderón, O. y J. Jiménez-Pérez. 2011. Evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 6:73-8.

Dixon, R. K., S. Brown, R. A. Houghton, A. M. Solomon, M. C. Trexler y J. Wisniewski. 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. Science. 263(5144): 185-190.

Garduño, R. 2004. ¿Qué es el efecto invernadero?. In: Cambio climático: una visión desde México. Martínez J. y Fernández A. (eds.) INE-SEMARNAT. México, D.F. Pp 29-39.

González, E. M., E. Jurado, E. S. González, O. Aguirre, J. Jiménez y J. Návar. 2003. Cambio Climático Mundial: Origen y Consecuencias. Ciencia UANL. 6(3): 337- 386.

González-Rodríguez, H., T. G. Domínguez-Gómez, I. Cantú-Silva, M. V. Gómez-Meza, R. G. Ramírez-Lozano, M. Pando-Moreno y C. J. Fernández. 2011. Litterfall deposition and leaf litter nutrient return in different locations at Northeastern Mexico. Plant Ecology. 212: 1747-1757.

Hoelzemann, J. J., M. G. Schultz, G. P. Brasseur y C. Granier, C. 2004. Global Wildland Fire Emission Model (GWEM): Evaluating the use of global area burnt satellite data. Journal of Geophysical Research. 109, Pp.18.

Houghton, R. A. y C. M. Woodwell. 1989. Global climate change. Scientific American. 260(4): 36-40.

INE-SEMARNAT. 2005. Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones. México, D.F. Pp. 506.

IPCC. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2011. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. 2006. Consultado el 12 de septiembre de 2011. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006g/spanish/index.html.

IPCC. Climate Change 2007: the physical science basis. Summary for policymakers. Contribution of Working Group I to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor& H. L. Miller). Cambridge, UK: Cambridge University Press. 2007. Consultado el 12 de septiembre de 2011. http://www.ipcc.ch.

Lashof, D. A. y D. R. Ahuja. 1990. Relative contributions of greenhouse gas emissions to global warming. Nature. 344(5): 529-531.

Magaña, V. 2008. Taller: "Escenarios de Cambio Climático: Construcción, uso e importancia en el manejo de riesgo ante cambio climático", como parte de un programa estatal ante cambio climático, caso Nuevo León. ITESM, Monterrey, Nuevo León.

Maldonado, V., H. de Bernardi y F. Paz, 2011. Emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la quema de caña de azúcar pre-cosecha: estimación nacional 1997-2010. Memorias de III Simposio Internacional del Carbono en México. 151-155.

Masera, O. 1995. Carbon mitigation scenarios for Mexican forest: Methodological considerations and results. Interciencia. 20(6): 388-395.

Mejías, E. y R. Manso. 2010. Estimación de las emisiones de gases producidos por incendios, detectados por satélite en la Ciénaga de Zapata, Cuba. Memorias del XIV Simposio Internacional SELPER. Pp. 9.

Návar, J., E. Méndez, J. Graciano, V. Dale y B. Parresol. 2004. Biomass equations for shrub species of Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. Journal of Arid Environments. 59: 657-674.

Programa de Acción ante el cambio Climático para el Estado de Nuevo León (PACC-NL). 2010. Consultado el 04 de junio de 2012.http://www.nl.gob.mx/pics/pages/ sdsustentable_cambio_climatico_base/PACC-NL.

Programa Especial de Cambio Climático 2008-2012 (PEEC). 2009. Consultado el 04 de junio de 2012. http://por¬tal.semarnat.gob.mx/temas/cambioclimatico/Documents /pecc/090828_PECC. Capitulos_ DOF.pdf

Potter, C. 2002. Biomass burning emissions of reactive gases estimated from satellite data analysis and ecosystem modeling for the Brazilian Amazon region. Journal of Geophysical Research. 107, Pp. 10.

Rodríguez, D., H. Tchikoué y J. Santillán. 2007. Emisiones contaminantes durante la temporada 2003 de incendios en México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 13: 33-39.

Sandberg, D. V., R. Ottmar, J. Peterson y J. Core, J. 2002. Wildland fire on ecosystems: effects of fire on air. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 5, pp. 79.

Schultz, M. G., A. Heil, J. Hoelzemann, A. Spessa, K. Thonicke, J. G. Goldammer, A. C. Held, J. M. Pereira y M. van het Bolscher. 2008. Global wildland fire emissions from 1960 to 2000. Global Biogeochemical Cycles. 22, Pp.17.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). 2011. Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Gobierno del Estado de Coahuila. Monitoreo de agostaderos y pastizales del estado de Coahuila. Consultado el 04 de noviembre de 2011. https://sites.google.com/a/sima-coahuila.com/ agostaderos-de-coahuila/home

Van der Werf, G. R., J. T. Randerson, G. J. Collatz, L. Giglio, A. F. Kasibhatla, Jr. Arellano, S. C. Olsen y E. S. Kasischke. 2004. Continental-Scale Partitioning of Fire Emissions During the 1997 to 2001 El Niño/La Niña Period. Science. 303: 73-76.



CAPÍTULO

28

EDUCACIÓN AMBIENTAL

Libertad Leal, L.[1], Juan García J.[2], César Cantú A.[3], Miguel Murguía R.[4] y Rodolfo Nájera S.[5]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas

Cd. Universitaria, CP 66451. AP 105-F.
San Nicolás de los Garza, N.L.

[2]Instituto Tecnológico de Nuevo León, SEP

[3]Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Forestales

[4]Universidad Nacional Autónoma de México.
Facultad de Ciencias

[5]Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales
(Semarnat- Delegación, Nuevo León)

libertadleallz@uanl.edu.mx

Leal-Lozano, L., J. García-Jiménez, C. Cantú-Ayala, M. Murguía-Romero y R. Nájera-Sánchez. 2013. Educación Ambiental, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 335-348.

Educación Ambiental

Libertad Leal L., Juan García J., César Cantú A., Miguel Murguía R. y Rodolfo Nájera S.

28.1 INTRODUCCIÓN

La educación en su acepción más pura y amplia desde el origen de la humanidad y por diferentes modalidades, es la transmisión de la cultura de las generaciones más adultas a las más jóvenes así como mecanismos de supervivencia y preservación de los grupos humanos a lo largo de la historia. La educación es un acto de poder, quien lo posee decide lo que se debe transmitir y es un acto eminentemente social; a través de ella se transmiten conocimientos, actitudes, valores y conductas en un grupo social. Lo que constituye su forma de apropiarse y generar su propio estilo cultural, aquí cabe precisar que lo relevante para una cultura, no lo es para otra, así cada una define sus modos de ser y actuar. Desde nuestros tiempos precolombinos, entender a la naturaleza ha sido parte de nuestra identidad.

El aprendizaje, por otra parte, es un fenómeno biológico, mediante los cinco sentidos expuestos al ambiente y con ayuda de una estructura mental, el individuo capta la información del ambiente, la procesa, la guarda o reestructura. Por lo tanto, es un proceso individual; cada sujeto tiene su propio estilo de aprendizaje, además es significativo, el individuo aprende sólo lo que le da significado a su vida. De esta manera, el aprendizaje tiene características importantes tales como: biológico, individual, significativo, espontáneo y permanente, entre otros.

La escuela, por antonomasia, transmite conocimientos y dada la amplia gama de relaciones que los educandos tienen con su entorno (familia, sociedad, medios de comunicación, etc.), es imposible que sólo por esta razón influya en un porcentaje elevado en la educación de los estudiantes.

Es así que la educación ambiental (EA), se convierte en una estrategia impostergable para generar cambios de conducta, actitudes y valores en los ciudadanos a través de sus modalidades formal y no formal.

González-Gaudiano y Arias-Ortega (2009) refieren que "por educación ambiental se han entendido tanto posturas asociadas a la enseñanza de las Ciencias Naturales (educación acerca del ambiente), como proyectos de actividades fuera del aula (educación en el ambiente) y aproximaciones que no logran responder integralmente a la articulación sociedad-naturaleza (interpretación ambiental, educación para la conservación)".

En otro orden de ideas, Leff (2004) plantea que "la deuda ecológica pone al descubierto la parte más perversa, y hasta ahora, oculta, del intercambio desigual entre países ricos y pobres. Es decir, la destrucción de la base de los recursos naturales de los países subdesarrollados, cuyo estado de pobreza no es consustancial a una esencia cultural o a su limitación de recursos, sino que resulta de su inserción en una racionalidad económica global que ha sobreexplotado su naturaleza, degradado su ambiente y empobrecido a sus pueblos".

Empero CeIBA (2012), comenta que por más cambios en las políticas públicas que se hagan en el país en materia ambiental y educativa, serán insuficientes, ya que si no existe un empoderamiento ambiental en la ciudadanía a través de una alfabetización científica sobre el medio ambiente, es ingenuo pensar que tal cambio pueda ocurrir.

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) fue decretado oficialmente en 1939, con el objetivo principal de salvaguardar sus ecosistemas de las presiones urbanísticas que sobre el ejercía el Área Metropolitana de Monterrey (AMM), sesenta y un años después de su decreto original, se publica su redelimitación en el Diario Oficial de la Federación el 17 noviembre del 2000, incluyendo los municipios de Allende, García, Montemorelos, Monterrey, Rayones, Santa Catarina, Santiago y San Pedro Garza García, en el estado de Nuevo León, con una superficie total de 177,396 hectáreas.

El Programa de Manejo del PNCM, dentro de sus objetivos generales están el de contar con un documento rector para la toma de decisiones de la operación que identifique necesidades, establezca prioridades y organice acciones a corto, mediano y largo plazos, para la conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de los recursos. Señalando a su vez dentro de sus objetivos particulares, establecer las acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazos, en materia de investigación y educación ambiental, de protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la flora y la fauna, entre otros (CONANP, En Prensa).

Más adelante, en el capítulo del componente de educación ambiental, divulgación y capacitación del mismo Programa de Manejo se refiere a la necesidad de establecer estrategias que permitan desarrollar pro-

gramas de educación ambiental, comunicación y capacitación tanto del personal de la Dirección del PNCM como de los pobladores locales. Es aquí donde el presente estudio aporta algunas consideraciones en pro de la educación ambiental requerida para la adecuada conservación del PNCM (CONANP, En Prensa).

Y si bien el Programa de Manejo del PNCM hace referencia a un sinnúmero de investigaciones científicas (apoyados por CONACYT, la UANL a través de PAICYT, ITESM, Gobierno Estatal de Nuevo León Consejo Estatal de Flora y Fauna de Nuevo León y asociaciones particulares como es el Parque Ecológico Chipinque, entre otros), comprendidos desde 1990 al 2001 sobre diversos temas como el de fauna, flora, suelo, taxonómicos de varios grupos vegetales y animales, hidrogeología, geología, ordenamiento ecológico, aprovechamiento forestal, impactos ambientales (fuego) y legislación ambiental; dentro de lo reseñado no se localiza ningún trabajo de educación ambiental. Lo anterior aunado a que la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2012) establece que los PN se constituyen, principalmente por su belleza escénica, su valor científico, de recreo, su valor histórico y educativo, se planteó el presente estudio con el propósito de determinar los conocimientos que tienen las personas del AMM acerca de las características del PNCM.

Objetivo

Determinar los conocimientos básicos que la población del Área Metropolitana de Monterrey tiene sobre el PNCM, considerando su edad, grado de escolaridad y ocupación.

Hipótesis

El conocimiento de las personas sobre el PNCM está relacionado con su edad, grado de escolaridad y ocupación.

28.2 METODOLOGÍA

Se realizó una encuesta a 800 personas mayores de 16 años en distintos lugares públicos de la ciudad de Monterrey durante los meses de marzo, abril y mayo de 2012. La encuesta constó de 33 preguntas de opción múltiple y se aplicó cara a cara. En el presente estudio se analizó la valoración que hicieron los encuestados del PNCM respecto a su conocimiento sobre el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM). Las preguntas contempladas fueron: Procedencia; Grado de escolaridad; Lugar de esparcimiento y paseo preferido; Sabe que Monterrey cuenta con un Parque Nacional; Sitios del PNCM visitados; Frecuencia con la que visita el PNCM; El motivo de la visita al PNCM; Sabe que el PNCM es un Área Natural Protegida (ANP); Sabe que el PNCM es administrado por el Gobierno; Sabe la extensión en hectáreas del PNCM; Conoce los municipios de Nuevo León que comprenden el PNCM; y preguntas relacionadas a la contribución del PNCM respecto a: 1) Bienestar social, 2) Fuente de agua y a los 17 servicios ambientales según la clasificación de La Economía de los Ecosistemas y Biodiversidad (TEEB, 2011) agrupados en cuatro categorías: 3) Aprovisionamiento (alimento, materias primas, agua limpia y medicinas); 4) Regulación (tratamientos de aguas residuales, prevención de la erosión del suelo, control biológico de plagas y polinización); 5) Hábitat (hábitat de especies y mantenimiento de diversidad genética) y 6) Culturales (recreación y salud mental y física, turismo, apreciación estética y experiencia espiritual). (Respuestas posibles: Nada: 0; Muy Poco: 20; Poco 40; Moderado: 60; Importante: 80 y Muy Importante: 100).

El análisis de los datos se realizó de manera diferenciada, dependiendo del objetivo a seguir, descrito a continuación:

a) Para conocer si existía diferencia entre los sexos, edad y nivel educativo en lo que a preferencias de esparcimiento y paseo, frecuencia de visitas y total de sitios recorridos por la población encuestada; dada la gran divergencia que en estos rubros se detectó en los individuos encuestados, se considera necesario manejar los valores obtenidos en forma de porcentajes ponderados. Considerando el 100% para cada uno de los rubros analizados, evitando con lo anterior el sesgo propio del tamaño de muestra.

b) Para la probabilidad condicionada e independiente de encontrar una persona con el conocimiento básico de las preguntas ¿Sabe que el PNCM es un Área Natural Protegida (ANP)?, ¿Sabe que el PNCM es administrado por el Gobierno?, ¿Conoce la extensión en hectáreas del PNCM?, ¿Conoce los municipios de Nuevo León que comprenden el PNCM?, y preguntas relacionadas a la contribución del PNCM; se utilizaron las fórmulas y condicionantes estipuladas en cualquier libro de probabilidad y estadística.

Sean A y B dos sucesos tal que P(A) 0, se llama probabilidad de B condicionada a A, P(B/A), a la probabilidad de B tomando como espacio muestral A, es decir, la probabilidad de que ocurra B dado que ha sucedido A.

$$P\,(B\,/\,A) = \frac{P(B \cap A)}{P(A)}$$

Dos sucesos son independientes entre sí, si la ocurrencia de uno de ellos no afecta para nada el que pueda producirse el otro: P (A ^ B) = P (A) * P (B) es decir, que la probabilidad de que se presente el suceso conjunto A y B es exactamente igual a la probabilidad del suceso A multiplicada por la probabilidad del suceso B.

Considerando que los resultados de la encuesta son de tipo ordinal se utilizó el método no-paramétrico de Chi-Cuadrada en tablas de contingencia para el análisis de los datos, mediante el índice Tau-c de Kendall (τ_c) que mide el grado de asociación de variables ordinales, cuyos valores se pueden interpretar como una medida directa de la probabilidad de observar pares iguales o pares diferentes. Su fórmula es:

$$\tau_c = \frac{N_s - N_d}{\frac{1}{2} N^2[(m - 1)/m]}$$

Donde, N= número total de casos, Ns= número de pares iguales, Nd= número de pares diferentes, m= es el valor mínimo del número total de hileras y columnas. Los análisis estadísticos fueron realizados con los paquetes STATISTICA 7.1 y SPSS 17.

28.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La proporción de sexos de las personas entrevistadas fue de 55% hombres y 45% mujeres; siendo su edad promedio de 30.3 $\pm$ 13.3 años con la siguiente distribución en rangos: 65% entre 16 a 30 años; 24% entre 31 a 50 años; 8% entre 51 a 70 años y 3% personas de más de 71 años de edad. En cuanto a la escolaridad, 5% contaba con estudios de posgrado, 52% con nivel de Licenciatura, 17% con Preparatoria, 9% con estudios de nivel Técnico, 13% de Secundaria y 5% de nivel Primaria.

En la presente encuesta se registró un mayor número de personas con educación de nivel profesional (52% en la entrevista respecto al 14.8% del censo de población de INEGI (2010).

Preferencias de esparcimiento y paseo

Del total de la población encuestada, sólo un 27% prefirió como sitio de esparcimiento el bosque, asimismo los hombres superaron con un 4% a las mujeres en lo que a preferencia por el bosque se refiere; mientras que las mujeres supera con un 5% a los hombres en su preferencia por la playa. Es importante señalar que las personas encuestadas consideraron con un cero por ciento a las variables de hogar, espacios abiertos, plazas y museos, selvas, presas y ríos, antros, matorral y restaurant.

En lo que respecta a los motivos de visita al campo, es el paseo el que predomina sin que exista diferencia significativa respecto al género (Tabla 28.1).

La tabla 28.2, indica exclusivamente al paseo sobre los motivos restantes de visita al bosque. Observando en dicha tabla que las personas con estudios superiores prefieren el bosque; superando ligeramente los hombres a las mujeres.

Tabla 28.1 Motivos de la visita al campo de parte de la población encuestada.

Motivo de la visita al campo	Porcentaje
Paseo	84.4
Observación	5.8
Excursión	3.6
Ciclismo	0.8
Senderismo	2.9
Trabajo	2.5

Tabla 28.2 Porcentaje ponderado de quienes visitan el PNCM para pasear.

Nivel de escolaridad	Hombres %	Mujeres %
Primaria	12.5	0
Técnico	19.5	17.9
Secundaria	10.9	13.3
Preparatoria	23.2	15.3
Profesional	34.8	30.9
Posgrado	52.9	25.0

Tabla 28.3 Porcentaje ponderado de la frecuencia con que visitan el PNCM.

Nivel de escolaridad	Hombres %	Mujeres %	Total %
Primaria	5.7	3.0	4.5
Técnica	9.7	8.1	9.0
Secundaria	13.5	12.6	13.1
Preparatoria	16.6	17.4	17.0
Profesional	48.3	55.6	51.5
Posgrado	5.4	3.0	4.4

Tabla 28.4 Porcentaje ponderado de la población que respondió afirmativamente sobre la colindancia y estatus como ANP del PNCM.

Preguntas desarrolladas durante la encuesta	Hombres	Mujeres
¿Sabe que Monterrey cuenta con un Parque Nacional (PNCM)?	49%	37%
¿Sabe que el PNCM es un ANP?	34%	26%

Considerando que el PNCM es tomado a nivel nacional por las autoridades federales como una de las ANP más importantes del país y la gran incidencia de referencias encontradas en los portales del Google con 85,900 referencias y Youtube con 27,100 citas; los resultados encontrados en el presente estudio contrastan enormemente en lo que ha preferencia por el bosque se refiere, ya que máximo el 27% de los encuestados lo prefiere como sitio de paseo.

Mención especial merece el hecho de que sean las personas con mayor nivel educativo quienes prefieran el bosque como sitio de recreación, pudiendo estar relacionado este hecho con los esfuerzos desarrollados por los medios de comunicación (radio, prensa y televisión en el aspecto turístico) y la educación formal hacia la comprensión del desarrollo sustentable realizado por las instituciones educativas UANL e ITESM, entre otras.

Frecuencia de las visitas y total de sitios recorridos en el PNCM

Los datos analizados revelan que el 20% de la población encuestada no visita al PNCM, mientras que el 80% lo frecuenta al menos una vez al año. Siendo de estos últimos, los estudiantes del nivel Preparatoria y Profesional quienes más lo visitan (Tabla 28.3).

En lo que hace al número de sitios visitados del PNCM, el 65% de la población solo ha visitado un máximo de tres de los atractivos del PNCM.

La colindancia de los sitios más frecuentados (La Huasteca, Chipinque, Cola de Caballo, etc.) con las áreas urbanas, parece ser el factor decisivo en este aspecto. Lo anterior, aunado a las grandes distancias que hay que recorrer, nulo transporte urbano, así como al mal estado de los caminos internos dentro del PNCM.

Conocimientos básicos sobre el PNCM

- ***¿Sabe que Monterrey cuenta con un Parque Nacional (PNCM)?***
  Del total de personas encuestadas, sólo el 44% respondió positivamente a este cuestionamiento, mientras que el 56% respondió negativamente.
- ***¿Sabe que el PNCM es un ANP decretada por el Gobierno?***
  En este rubro, únicamente el 31% de las personas encuestadas respondieron afirmativamente.
- ***¿Sabe que Monterrey cuenta con un PN y, que el PNCM es un ANP?***
  En este cuestionamiento el conocimiento de que el PNCM es un ANP, está condicionado a que el personal encuestado tenga como conocimiento previo la colindancia del PNCM con Monterrey. Asimismo, se debe aclarar que para la obtención de los porcentajes, se consideró a cada sexo como el 100%, por lo que la Tabla 28.4 en lo que al conocimiento de la ubicación del PNCM se refiere, señala que:
- En ninguno de los dos sexos se rebasa el 50% del conocimiento sobre la ubicación del PNCM; superando el género masculino al femenino en un 12% sobre este conocimiento.
- El 34% de la población masculina es el que sabe sobre la colindancia del PNCM con el AMM y que es un ANP.
- Solo el 26% del género femenino conoce sobre la colindancia del PNCM con el AMM y que es un ANP.
- ¿Existen diferencias en el conocimiento de la ubicación del PNCM por nivel educativo?

Es importante aclarar que los valores descritos en la Tabla 28.5, corresponden al 49% de la población total para los hombres y el 37% de las mujeres (mismos que respondieron afirmativamente en la Tabla 28.4).

Encontrando de acuerdo a la Tabla 28.5, que:

- Las personas con mayor nivel académico, son quienes mayor porcentaje afirmativo presentan en el rubro de la ubicación del PNCM.
- A excepción del nivel Preparatoria, los hombres superaron a las mujeres en cuanto al conocimiento de la ubicación del PNCM.
- El porcentaje promedio general del conocimiento sobre la ubicación del PNCM, está en relación de 1.6 a 1 en lo que al género se refiere.

El hecho de que sea el género masculino el que mayor conocimiento tiene sobre la ubicación del PNCM, probablemente esté relacionado con su mayor predilección por el bosque como sitio de esparcimiento.

- ***¿Sabe cuál es la extensión actual del PNCM?***
  Para este cuestionamiento, apenas 5 personas encuestadas dieron respuesta correcta (177,396 ha) y sólo el 5% del total encuestado se aproximó al señalar que el PNCM tiene entre 100,000 y 200,000 hectáreas.

- ***¿Sabe cuántos municipios comprende el PNCM?***
  Sobre este cuestionamiento, sólo el 2% respondió correctamente, mientras que un 41% señaló que no sabe nada al respecto.

El hecho de que se obtuvieran tan bajos porcentajes de respuesta correcta, puede tener como probable explicación, que las respuestas son muy específicas, el dato exacto sólo se encuentra en libros especializados, escritos oficiales, artículos científicos y, que no son citados en ningún libro de educación oficial para Nuevo León.

Conocimiento acerca de los servicios ambientales del PNCM

- ***¿Sabe cuántos servicios ambientales (SA) brinda a la sociedad el PNCM?***
  Sólo el 2% respondió correctamente que el PNCM brinda los 17 SA estudiados y únicamente el 20%, conoce como máximo tres de los SA del PNCM.

- ***¿Qué valor le dan las personas encuestadas a los SA?***
  Para este cuestionamiento la valoración es analizada bajo diferentes parámetros:

a).- Grado de escolaridad de las personas encuestadas

- La valoración de los cuatro tipos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM, de las personas encuestadas, no registra asociación con su grado de escolaridad, excepto para el tipo de SA: Aprovisionamiento con un bajo nivel (7.1%) de asociación ($p<0.01$) (Tabla 28.6; Figura 28.1).
- Se deduce que la escolaridad de las personas no tiene efecto en su opinión sobre los SA del PNCM, su papel en el bienestar social y como fuente de agua para la ciudad de Monterrey.

b).- Ocupación de las personas encuestadas

- La ocupación determinó la opinión de las personas encuestadas sobre el PNCM sólo para el tipo de SA de Aprovisionamiento ($p<0.04$) con un bajo nivel de asociación (5%), así como sobre el bienestar social (6%) ($p<0.01$) y fuente de agua (10%)($p<0.04$)(Tabla 28.7; Figura 28.2).

c).- Relación grado de edad de las personas encuestadas

- La edad de las personas encuestadas está relacionada con la opinión sobre los cuatro tipos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM; con un nivel de asociación que va del 6% para el SA: Hábitat al 13% para fuente agua (Figura 28.3)(Tabla 28.8).
- Este resultado es muy revelador ya que demuestra que la valoración de los SA del PNCM, depende de la edad de las personas y no de su ocupación o grado de escolaridad, lo que indica el fracaso de los programas de educación ambiental formales e informales para concientizar a los personas sobre la importancia que tienen los ecosistemas naturales y particularmente las ANP para su bienestar.

En relación a los conocimientos que los encuestados tienen sobre los SA proporcionados por el PNCM, es importante señalar que las personas encuestadas

Tabla 28.5 Porcentaje ponderado por grado de escolaridad de la población del AMM, que sabe de la existencia del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León (2012).

Nivel de escolaridad	Hombres %	Mujeres %
Primaria	38	0
Técnico	56	21
Secundaria	39	29
Preparatoria	20	25
Profesional	58	47
Posgrado	60	50

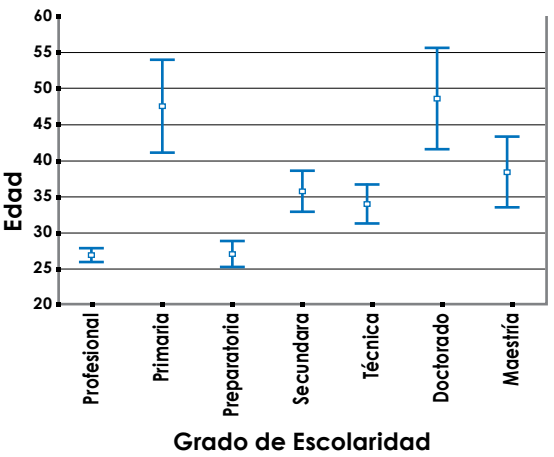


Figura 28.1 Edad promedio y su error estándar de las personas encuestadas en relación a su grado de escolaridad.

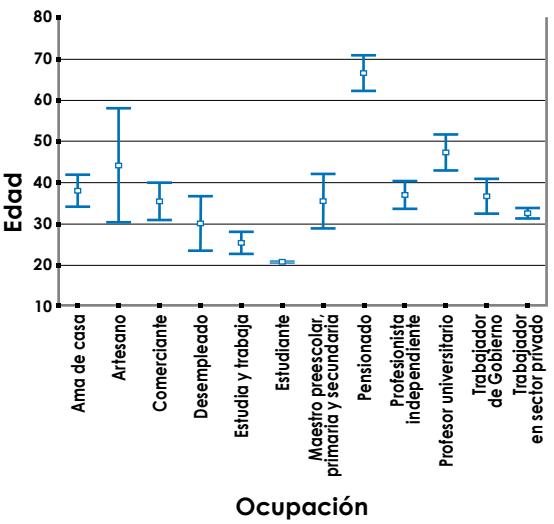


Figura 28.2 Edad promedio y su error estándar de las personas encuestadas, en relación a su ocupación.

Tabla 28.6 Valoración de los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM respecto al grado de escolaridad de las personas encuestadas.

Simbología: N Nada. **MP** Muy Poco. **P** Poco. **M** Moderado. **I** Importante. **MI** Muy Importante.

Servicios ambientales	Calificación	Primaria	Secundaria	Técnica	Preparatoria	Profesional	Maestría	Doctorado		Promedio General	Desviación Estándar	Tau-c de Kendall
APROVISIONAMIENTO	N	2.9	6.3	3.1	3.9	4.1	3.6	0	n=771	3.4	1.9	0.07 **
	MP	2.9	6.3	6.3	3.1	3.1	10.7	0		4.6	3.4	
	P	8.8	4.2	4.7	8.7	5.8	0	37.5		9.9	12.5	
	M	0	9.4	18.8	15.7	20.8	21.4	0		12.3	9.3	
	I	23.5	25.0	35.9	31.5	28.7	28.6	0		24.8	11.7	
	MI	61.8	49.0	31.3	37.0	37.4	35.7	62.5		44.9	12.9	
REGULACIÓN	N	2.9	8.3	0	4.7	2.9	0	0	n=770	2.7	3.1	0.08 NS
	MP	2.9	4.2	1.6	1.6	1.9	0	0		1.7	1.5	
	P	0	6.3	4.7	5.5	4.6	0	25.0		6.6	8.5	
	M	5.9	15.6	17.2	15.0	14.0	14.3	12.5		13.5	3.7	
	I	32.4	22.9	42.2	36.2	28.7	35.7	12.5		30.1	9.9	
	MI	55.9	41.7	34.4	37.0	47.8	50.0	50.0		45.3	7.8	
HÁBITAT	N	0	2.1	0	2.4	2.4	0	0	n=770	1.0	1.2	-0.041 NS
	MP	0	2.1	0	0	1.2	0	0		0.5	0.8	
	P	0	6.3	1.6	2.4	3.6	0	25.0		5.5	8.9	
	M	5.9	7.3	10.9	11.8	7.5	10.7	0		7.7	4.1	
	I	32.4	27.1	21.9	34.6	25.6	32.1	62.5		33.7	13.4	
	MI	61.8	55.2	65.6	48.8	59.4	57.1	12.5		51.5	18.0	
CULTURALES	N	0	5.2	0	3.9	1.4	3.6	0	n=770	2.0	2.2	-0.07 NS
	MP	0	2.1	1.6	1.6	1.0	3.6	0		1.4	1.2	
	P	2.9	4.2	0	2.4	2.7	0	0		1.7	1.7	
	M	2.9	10.4	12.5	16.5	15.0	14.3	12.5		12.0	4.5	
	I	29.4	22.9	35.9	32.3	27.8	32.1	25.0		29.4	4.5	
	MI	64.7	54.2	50.0	43.3	52.2	46.4	62.5		53.3	7.9	
BIENESTAR SOCIAL	N	2.9	1.0	0	2.4	2.4	0	0	n=770	1.3	1.3	-0.043 NS
	MP	0	2.1	0	0	0.7	3.6	0		0.9	1.4	
	P	0	2.1	1.6	7.1	3.4	0	25.0		5.6	8.9	
	M	8.8	8.3	9.4	11.0	10.9	17.9	0		9.5	5.3	
	I	26.5	29.2	35.9	33.1	32.9	21.4	62.5		34.5	13.3	
	MI	61.8	56.3	53.1	46.5	49.8	57.1	12.5		48.1	16.5	
FUENTE DE AGUA	N	0	2.0	0	0.8	3.6	11.1	0	n=782	2.5	4.0	0.004 NS
	MP	0	2.0	0	3.1	1.9	0	0		1.0	1.3	
	P	0	3.9	0	3.1	3.1	3.7	12.5		3.8	4.2	
	M	2.9	5.9	7.6	10.9	12.0	7.4	0		6.7	4.2	
	I	20.0	39.2	37.9	33.3	29.2	25.9	12.5		28.3	9.7	
	MI	77.1	47.1	54.5	48.8	50.1	51.9	75.0		57.8	12.7	

Significancia: NS: no significativo; *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001.

Tabla 28.7 Valoración de los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM respecto a la ocupación de las personas encuestadas.

Simbología: N Nada. **MP** Muy Poco. **P** Poco. **M** Moderado. **I** Importante. **MI** Muy Importante.

Servicios ambientales	Calificación	Ama de Casa	Artesano	Comerciante	Desempleado	Estudia y Trabaja	Estudiante	Maestro Preescolar, Prim. y Sec.	Pensionado	Profesionista Independiente	Profesor Universitario	Trabajador de Gobierno	Trabajador en Sector Privado		Promedio General	Desviación Estándar	Tau-c de Kendall
APROVISIONAMIENTO	N	4.0	20.0	0.0	4.8	2.1	5.7	5.9	4.8	2.0	0	0	3.8	n=762	4.4	5.4	0.05 *
	MP	4.0	20.0	2.9	4.8	0	4.9	0	0.0	2.0	15.4	0	4.3		4.9	6.4	
	P	8.0	0	5.7	0	8.5	9.1	0	4.8	5.9	7.7	3.3	3.4		4.7	3.4	
	M	10.0	20.0	5.7	14.3	23.4	25.4	17.6	4.8	3.9	7.7	23.3	13.9		14.2	7.8	
	I	28.0	0	45.7	9.5	29.8	27.3	35.3	28.6	33.3	7.7	23.3	31.3		25.0	13.0	
	MI	46.0	40.0	40.0	66.7	36.2	27.7	41.2	57.1	52.9	61.5	50.0	43.3		46.9	11.2	
REGULACIÓN	N	4.0	20.0	0	0	6.4	4.5	5.9	0	2.0	0	0	3.4	n=761	3.8	5.6	0.05 NS
	MP	2.0	0	0	0	0	3.8	0	0	0	0	3.3	1.4		0.9	1.4	
	P	8.0	0	2.9	0	10.6	5.7	0	0	5.9	7.7	0.0	3.4		3.7	3.8	
	M	14.0	0	20.0	14.3	14.9	17.8	5.9	0	9.8	7.7	6.7	13.0		10.3	6.5	
	I	28.0	0	31.4	23.8	29.8	29.9	47.1	33.3	19.6	23.1	40.0	34.1		28.3	11.6	
	MI	42.0	80.0	45.7	61.9	38.3	38.3	41.2	66.7	62.7	61.5	46.7	45.2		52.5	13.5	
HÁBITAT	N	2.0	0	2.9	0	6.4	2.7	5.9	0	2.0	0	0	0.5	n=761	0.2	2.3	0.04 NS
	MP	0	0	0	0	0	1.9	0	0	0	0	0	1.0		0.5	0.6	
	P	8.0	0	0	0	4.3	4.9	0	0	0	0	3.3	1.9		2.6	2.7	
	M	10.0	0	20.0	14.3	10.6	8.3	0	14.3	7.8	0	3.3	7.7		5.5	6.4	
	I	28.0	0	25.7	14.3	29.8	26.1	17.6	9.5	21.6	38.5	26.7	33.2		29.9	10.7	
	MI	52.0	100.0	51.4	71.4	48.9	55.7	76.5	76.2	68.6	61.5	63.3	56.7		60.0	14.5	
CULTURALES	N	4.0	0	5.7	0	6.4	2.7	5.9	0	0	7.7	0	0.5	n=761	0.2	3.0	0.04 NS
	MP	2.0	0	2.9	0	0	0.8	0	0	0	7.7	0	2.4		1.2	2.3	
	P	2.0	0	0	0	6.4	3.0	0	0	2.0	0	0	2.4		1.2	2.0	
	M	12.0	0	11.4	19.0	17.0	18.2	0	0	11.8	7.7	6.7	12.5		9.6	6.9	
	I	28.0	20.0	31.4	23.8	25.5	28.8	11.8	23.8	27.5	15.4	50.0	30.3		40.1	9.5	
	MI	50.0	80.0	48.6	57.1	44.7	46.6	82.4	76.2	58.8	61.5	40.0	52.4		46.2	14.3	
BIENESTAR SOCIAL	N	2.0	0	2.9	0	4.3	1.9	5.9	0	0	0	3.3	1.9	n=761	2.6	2.0	0.06 **
	MP	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	1.0		0.5	0.5	
	P	4.0	0	5.7	4.8	2.1	6.8	0	0	2.0	0	0	1.4		0.7	2.5	
	M	12.0	0	8.6	19.0	12.8	13.6	0	0	7.8	7.7	6.7	8.7		7.7	5.9	
	I	32.0	40.0	31.4	33.3	34.0	33.7	23.5	14.3	21.6	53.8	33.3	33.7		33.5	9.8	
	MI	50.0	60.0	51.4	42.9	46.8	42.4	70.6	85.7	68.6	38.5	53.3	53.4		53.3	13.8	
FUENTE DE AGUA	N	0	0	0	0	6.4	3.8	5.9	0	0	7.7	6.7	1.9	n=770	4.3	3.2	0.1 *
	MP	4.0	0	2.9	0	0	3.0	0	0	0	0	3.3	1.0		2.1	1.6	
	P	4.0	0	0	0	6.4	5.3	0	0	0	0	0	1.9		1.0	2.4	
	M	8.0	20.0	0	4.8	10.6	15.2	0	4.8	9.8	0	6.7	9.1		7.9	6.2	
	I	34.0	0	28.6	33.3	31.9	33.7	41.2	14.3	23.5	23.1	20.0	32.2		26.1	11.1	
	MI	50.0	80.0	71.4	61.9	44.7	39.0	52.9	81.0	66.7	61.5	63.3	57.7		60.5	13.0	

Significancia: NS: no significativo; *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001.

con mayor nivel de estudios (Maestría o Doctorado) Respondieron citando algunos de los mismos sin requerir aclaración sobre lo que era un SA; conocimiento que tuvo que ser aclarado para la gran mayoría de los otros niveles educativos. Por lo que la valoración de estos servicios se considera que fue una estimación o por conocimientos adquiridos durante su vida mediante la educación no formal, más que con un conocimiento de causa. Siendo las anteriores consideraciones probablemente las que fundamenten los resultados encontrados en este rubro.

De la misma manera, es menester señalar que si bien algunos libros oficiales señalan la importancia de los bosques para la sociedad, los dan como referencia general más no como un servicio ambiental tal como la definición de los mismos lo exige.

Probabilidad del conocimiento del PNCM

a) Probabilidades condicionadas

La Tabla 28.9, describe las probabilidades condicionadas de tres conocimientos básicos que la población del AMM debe de tener respecto al PNCM; destacando lo siguiente:

- Las probabilidades que un hombre del AMM tenga, al menos, tres conocimientos básicos del PNCM no superan el 0.048. Mientras que si es mujer, esta probabilidad no supera el 0.02.
- Si escogiéramos completamente al azar a una persona encuestada tendríamos la probabilidad máxima de que 17 personas de cada 100, tengan conocimiento previo que el PNCM está en Nuevo León, sepa además que éste es una ANP.
- Si escogiéramos completamente al azar a una persona encuestada y ésta tuviera conocimientos previos de la ubicación y estatus de ANP del PNCM, tendríamos la probabilidad máxima de que cinco personas de cada 100, conozca algo de los SA.
- Si escogiéramos completamente al azar a una persona encuestada y ésta tuviera conocimientos previos de la ubicación y estatus de ANP del PNCM, tendríamos la probabilidad máxima de que cinco personas de cada 1,000, tuvieran conocimiento de que sepan de la extensión en hectáreas o los municipios que conforman a este Parque.

b) Probabilidad independiente de tener conocimiento de dos o más aspectos del PNCM

En este apartado se consideraron las probabilidades de los conocimientos para las siguientes preguntas en forma independiente, o bien que cualquier persona encuestada no requiera de conocimientos previos de una pregunta con respecto a la otra(s) para responder un cuestionamiento subsecuente. Y las preguntas que se analizaron con sus respectivas probabilidades encontradas se muestran a continuación:

Tabla 28.8 Valoración de los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM, respecto a la edad de las personas encuestadas.

Servicios Ambientales	Tau-c de Kendall	Significancia (p)
Aprovisionamiento	0.10	<0.001
Regulación	0.09	<0.001
Hábitat	0.06	<0.02
Culturales	0.08	<0.004
Bienestar Social	0.13	<0.001
Fuente de Agua	0.16	<0.001

No.	Preguntas	Proporción
1	¿Sabe que Monterrey cuenta con un Parque Nacional (PNCM)?	0.44
2	¿Sabe que el PNCM es un ANP?	0.31
3	¿Sabe que el PNCM es administrado por el gobierno?	0-15
4	¿Conoce los SA del PNCM?*	0-20
5	¿Sabe la extensión en ha del PNCM?**	0.05
6	¿Sabe cuántos municipios comprende el PNCM?	0.02

* = Se tomaron 3 SA como máximo;

**= Se consideró la aproximación de 100,000 a 200,000 ya que ningún encuestado respondió favorablemente

Los resultados encontrados comprenden todas las combinaciones posibles entre las preguntas enunciadas en líneas superiores, derivándose de las mismas los resultados siguientes:

- La probabilidad de que un encuestado responda correctamente una pregunta va desde 0.02 a 0.44.
- La probabilidad de que un encuestado responda correctamente dos preguntas va desde 0.001 a 0.136.
- La probabilidad de que un encuestado responda correctamente tres preguntas va desde 0.0004 a 0.020.
- La probabilidad de que un encuestado responda correctamente cuatro preguntas va desde 0.00013 a 0.004.
- La probabilidad de que un encuestado responda correctamente cinco preguntas va desde 0.00008 a 0.0002.
- La probabilidad de que un encuestado responda correctamente las seis preguntas es de 4.092*10-6 (esto es, cuatro de cada millón de personas).

La información específica disponible sobre el PNCM para la sociedad (radio, prensa, televisión, u otro medio informativo), es escasa, ya que la misma, es encontrada y manejada principalmente por las autoridades oficiales o investigadores del tema, además

Figura 28.3 Edad promedio y su error estándar de las personas encuestadas, respecto a su valoración de los cuatro grupos de SA, bienestar social y fuente de agua del PNCM.

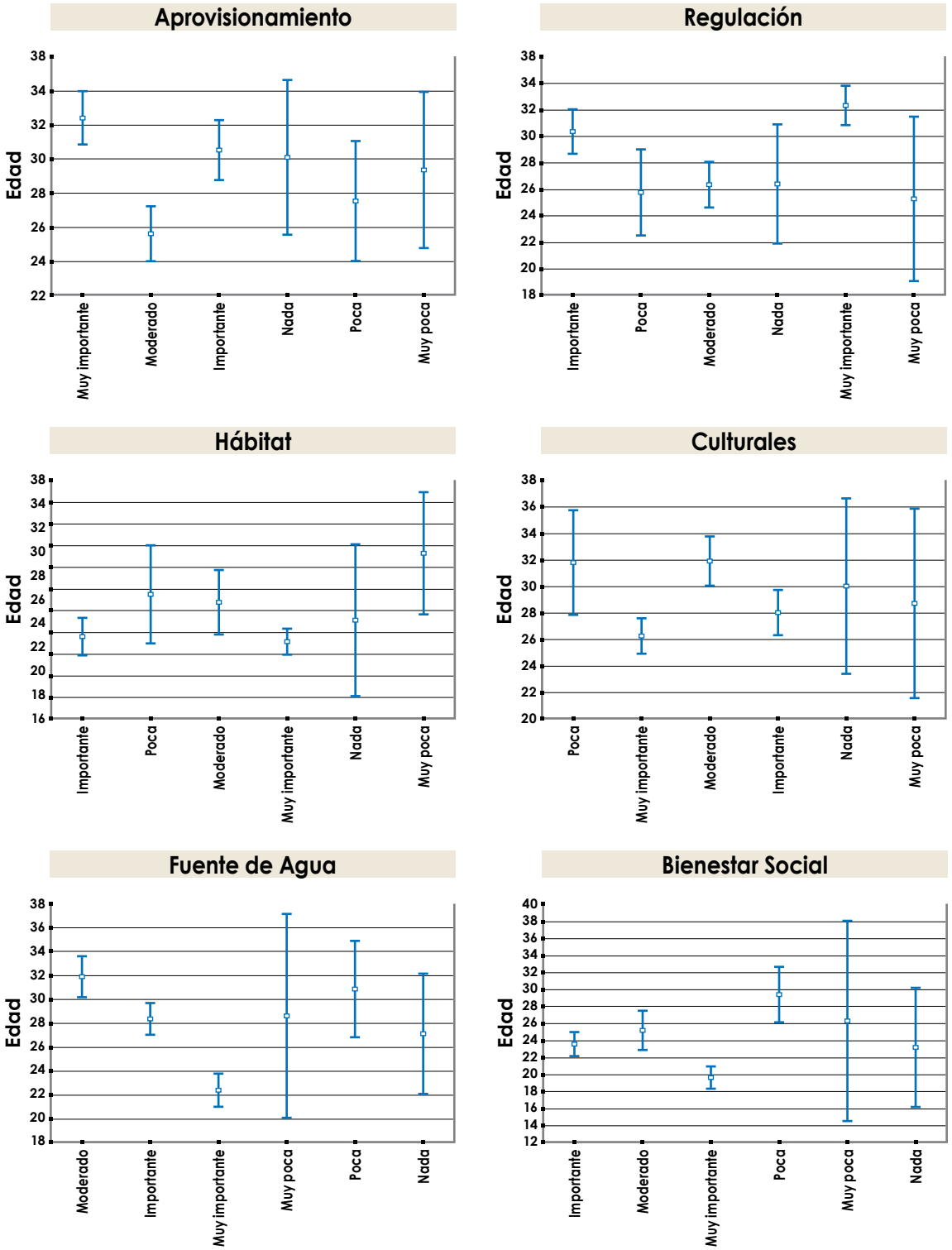


Tabla 28.9 Probabilidades condicionadas de que un hombre o mujer encuestada del AMM tenga conocimientos varios sobre el PNCM.

Conocimientos del AMM, sobre el PNCM		Probabilidades				Condicionantes establecidas
		Hombre	Mujer	Condicionada(s)		
A) ¿Sabe que el PNCM está en NL?		0.49	0.37	Hombre	Mujer	
B) ¿Conociendo **A**, sabe que es un ANP?		0.34	0.26	0.17	0.10	P(B/A)
C) ¿Conociendo **A** y **B**, valora en + del 80% los SA?	Hábitat(H) Cultura (X)	0.29 0.28	0.17 0.22	0.048 0.047	0.02 0.02	P(H/B/A) P(X/B/A)
Factor agua del PNCM	Agua (Z)	0.29	0.23	0.048	0.02	P(Z/B/A)
D) ¿Conociendo **A** y **B**, saben la extensión?	Hectáreas (Ha)	0.028	0.021	0.005	0.002	P(Ha/B/A)
E) ¿Conociendo **A** y **B**, saben los Municipios?	Mpios (Mp)	0.007	0.004	0.001	0.0003	P(Mp/B/A)

de la escasa difusión de estos conocimientos por el personal dedicado oficialmente a la educación (recordemos que en las personas encuestadas se encuentran profesores de todos los niveles), y la ausencia de esta información en los libros oficiales de educación básica en Nuevo León, son consideradas las principales causas del escaso conocimiento por parte de las personas encuestadas.

28.4 CONSIDERACIONES FINALES

La EA a nivel internacional remonta sus orígenes desde Estocolmo 1972, en los trabajos de Novo (1996), Belausteguigoitia-Riue (2000) y Bravo-Mercado (2004) pueden encontrase amplias descripciones al respecto, pasando por la Cumbre Río1992, hasta llegar a la Cumbre de Johannesburgo 2002 donde se declara el Decenio de la Educación para el Desarrollo Sustentable del año 2005 al 2014.

Recientemente, en Río+20 Cumbre de Desarrollo Sostenible, celebrada del 20 al 22 de junio de 2012, reunió a más de 30,000 participantes, y en donde los Jefes de Estado y de Gobierno, signaron el documento final "El Futuro que Queremos", donde básicamente se retoman los compromisos de la conferencia anterior, reconocen que los avances han sido desiguales, e incluso respecto al desarrollo sustentable y la erradicación de la pobreza y del hambre.

En esa misma Cumbre, nuevamente se retoma a la educación para el desarrollo sustentable como mecanismo de apoyo, particularmente en las instituciones educativas de nivel superior, para que realicen investigaciones y logren innovaciones para el desarrollo sustentable, en especial en la esfera de la educación, para desarrollar programas innovadores de calidad, incluidas la formación en capacidades y conocimientos empresariales, profesionales, técnicos, vocacional y de aprendizaje para toda la vida, y así remediar las deficiencias en materia de aptitudes, con el afán de lograr los Objetivos del Milenio y del propio desarrollo sustentable (ONU, 2012).

A nivel nacional, González-Gaudiano (2002) y Bravo-Mercado (2003, 2004), destacan que en 1983, la primera oficina para la EA, comenzó a operar en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), de la cual formaba parte la Dirección General de Promoción Ambiental y Participación Comunitaria, la cual se convirtió, en 1995, en el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU) de la SEMARNAP, hoy SEMARNAT (Bravo-Mercado, 2003), lo que, sin dudas, ha dado un gran impulso a la EA en México.

Mención especial merece la revisión de la Versión 2011-2012 de los contenidos de los libros de texto gratuitos de la SEP-SEMARNAT en México, referidos a contenidos de EA, donde incorporan diversos temas, en los libros de educación primaria tales como: Biodiversidad impartido en los grados 1°,2°,4°,5° y 6°; Residuos sólidos, Agua y Energía en los grados 1° al 6°. De todos ellos, sólo el de biodiversidad plasma en sus contenidos las áreas naturales protegidas; en lo general, hay que hacer énfasis que esto es en el papel ya que no se tiene la certeza de que estos contenidos se impartan en las aulas.

En el año 2005, el Gobierno del Estado de Nuevo León en coordinación con la SEMARNAT Delegación Nuevo León y la Agencia de Protección al Ambiente y Recursos Naturales de Nuevo León, emiten el documento denominado Programa de Educación Ambiental, Capacitación para el Desarrollo Sustentable y Comunicación Educativa para el Estado de Nuevo León, mismo en el que colaboraron además, la Secretaria de Educación de Nuevo León, UANL, ITESM, ONG y sociedad en general. En dicho documento, se encuentran dentro de los antecedentes, acciones relacionados a la educación ambiental que conformaron los paneles de discusión al respecto, así como compromisos y programas de acción a desarrollar.

Sería imposible reseñar todos los eventos relacio-

nados a la EA en todos los niveles: internacional, nacional y estatal, en el presente trabajo, por lo que sólo se citan algunos referentes importantes, como marco situacional de la misma.

Por otra parte, es importante señalar que en México y Nuevo León se cuenta con un referente legal, al cual se le han hecho algunas reformas en el marco Legislativo Ambiental, que han cambiado o incorporado nuevos contenidos en materia de EA. Se considera que con los acuerdos internacionales y procesos de descentralización municipal, en nuestro país se reforzará y reglamentará más y mejor la EA, hasta ahora ausente en algunos ordenamientos locales.

Los ordenamientos jurídicos más importantes respecto a la EA son la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo No. 3, el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, la Ley General de Educación (LGE, 1993) con el artículo 7°, y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) publicada en 1988 y última reforma publicada en el DOF el 24 de abril del año 2012, son los ordenamientos jurídicos más importante. A nivel local se cuenta con la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León (LANL, 2005), así como la Ley de Educación del estado de Nuevo León (LENL, 2012).

En este breve repaso del marco histórico y legal que guarda la EA en el país, se pone de manifiesto que entramos lenta y tardíamente a legislarla, destacando que antes de tener un marco legal, la misma EA no existía como tal en México, a pesar de esfuerzos anteriores a las fecha señaladas en este documento. Lo que queda en evidencia lastimosamente es que "lo que no está en la Ley no existe"; los compromisos institucionales son sexenales, independientemente del buen funcionamiento de los mismos, es decir, se reinventan las cosas en detrimento de la misma sociedad y del país.

Como puede apreciarse, en estas actividades formales y no formales en materia de EA en N.L., se desprende que las acciones han sido muy incipientes y fragmentadas; seguramente, falta documentar una serie de acciones que se han realizado, pero no están respaldadas con los documentos oficiales a los que se tuvo acceso.

Urgen políticas públicas de gestión ambiental pertinentes, que incorporen necesariamente a la EA para el desarrollo sustentable. La EA como instrumento de cambio, no se debe circunscribir a un sector específico de la población educante y debe buscar en su carácter transectorial, cubrir todos los niveles de la administración pública y niveles de gobierno que actualmente se encuentran inconexos.

La EA es el ingrediente primordial, que debe estar presente en todo tipo de programa de desarrollo o de cambio, de hecho es parte integral del paradigma llamado desarrollo sustentable, por lo que debe:

1. Llevar a cabo un diagnóstico emergente y efectivo a través del estado y los municipios que conforman el PNCM que permita conocer el estado actual de la EA en Nuevo León.
2. Desarrollar e implementar un Programa Ambiental de Intervención en el PNCM, en modalidad formal y no formal continuo, acordes a sus necesidades de desarrollo, y a las políticas y lineamientos ambientales comprometidos en líneas estratégicas de desarrollo sustentable mundial, que no caduque con el cambio administrativo y que considere tiempos, espacios y responsables en su ejecución.

En materia de educación ambiental formal

- Hacer uso del PNCM con fines de EA como recurso didáctico proporcionado por la naturaleza, que sea del conocimiento del público en general.
- Respecto a los libros de texto gratuitos, debe incidirse en la incorporación de la dimensión ambiental en todas las áreas del conocimiento, e incluir el PNCM en sus contenidos como espacio educativo en los textos cuya edición corresponda a Nuevo León.
- Vincular la investigación con la capacitación magisterial. Con este material se pueden construir materiales didácticos adecuados sobre la EA para los estudiantes, así como para la sociedad en general. Con la generación de materiales didácticos en materia de EA, se abriría una línea editorial para la formación y/o actualización de estudiantes, profesores y público en general.
- Utilizar mejor la televisión educativa de la SEP, con más tiempo al aire y mejores programas de debate en cuestión ambiental nacional y en nuestro caso del PNCM y del estado de Nuevo León.
- Fortalecer las experiencias estatales y municipales así como promover la estructuración de talleres de EA para el magisterio de Nuevo León. Esto dentro de un marco oficial de vinculación entre las autoridades e Instituciones Educativas.
- Generar espacios interdisciplinarios dentro de las Universidades desde diferentes enfoques, para el abordaje de los temas ambientales estatales que permitan cohesionar e impulsar esfuerzos en la docencia, la investigación y la divulgación de la problemática ambiental.
- Apoyar la investigación que contribuya al avance del conocimiento sobre temas ambientales, así como en temas educativos referidos a lo ambiental, que promuevan y proyecten la necesidad de vincularnos de manera urgente principalmente, a la Década de la Educación para el Desarrollo Sustentable y los Objetivos del Milenio.

En materia de educación ambiental no formal

- Concientizar a la población en general sobre la importancia que representan los ecosistemas del PNCM.
- Desarrollar e implementar estrategias de comunicación y concientización que coadyuven al cambio de actitudes y valores de los diferentes actores en el uso, manejo y disfrute de los diversos SA que aporta el PNCM.
- Integrar las diversas actividades emprendidas a favor de la EA, ya sea por instituciones públicas o privadas y sociedad en general, que conlleven a un trabajo solidario, colectivo e incluyente, y con ello, diversificar las fuentes de financiamiento que apoyen proyectos de EA.
- Atender a la población rural del estado, con capacitación en sus prácticas de trabajo originales, o bien proveerles alternativas tradicionales con su entorno de vida.
- Mejorar el marco legal de la EA en el país y consecuentemente en el estado de Nuevo León, el cual está rezagado no sólo respecto a los países desarrollados, sino con los de Latinoamérica y el Caribe: Dicho mejoramiento no es sólo en el tema ambiental, sino también por el lado educativo, ya que hay un claro divorcio entre ambos sectores, que en parte ha limitado el avance en esta materia.
- Impulsar la Red de Educadores Ambientales del estado de Nuevo León, así como su vinculación con otras formas alternativas de cooperación.
- Dada la importancia e influencia de los medios de comunicación, promover la capacitación y actualización en temas ambientales a los profesionales de la comunicación.
- Potenciar a las ONG del estado de Nuevo León, ya que hoy, más que nunca, la participación social, es muy importante y hasta imprescindible para el desarrollo de proyectos.

Por todo lo expuesto en el presente estudio, se puede concluir que existe una urgente necesidad de hacer efectiva la vinculación entre los diferentes niveles de gobierno federal y en concreto del estado de Nuevo León, que ha iniciado puntualmente con la elaboración del Programa Estatal de Educación Ambiental, Capacitación para el Desarrollo Sustentable y Comunicación Educativa para el estado de Nuevo León SEMARNAT (2005). Lo anterior, representa un buen indicio, pero es por mucho insuficiente para lograr tan anhelado proyecto social.

28.5 LITERATURA CITADA

Belaustiguigoitia-Riue, J.C. 2000. Plan de Acción para el Desarrollo Sustentable en las Instituciones de Educación Superior. México. ANUIES. CEDA-DESU. SEMARNAP. Pp. 79.

Bravo-Mercado, M.T. 2003. La Investigación en Educación y Medio Ambiente. En Educación, Derechos Sociales y Equidad. Tomo I Educación y diversidad cultural y Educación y medio ambiente. La Investigación Educativa en México 1992-2002. Consejo Mexicano de Investigación Educativa, SEP, CESU. México.

Bravo-Mercado, M.T. 2004. Material proporcionado durante el Curso-Taller de Formación Ambiental para la Educación de Planes Institucionales de Educación Superior. México. Universidad Autónoma de Coahuila, 4 al 6 de octubre.

CeIBA. 2012. Fortalecer el Desarrollo Sustentable: Una Prioridad Nacional. Centro Interdisciplinario de Biodiversidad y Ambiente. México. Primera edición. Pp. 86.

CONANP. (En Prensa). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Cumbres de Monterrey. PP. 179.

González-Gaudiano, E. 2002 "La Educación Ambiental en México: Logros, Perspectivas y Retos de Cara al Nuevo Milenio. En Memorias de Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable: Taller de Especialistas y 2° Foro Nacional. Aguascalientes, Ags, México.

González-Gaudiano, E. y M. A. Arias-Ortega. 2009. La educación ambiental institucionalizada: actos fallidos y horizontes de posibilidad. Perfiles Educativos | vol. XXXI, núm. 124, IISUE-UNAM. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo Nacional de Población. www.inegi.org.mx.

Leff, E. 2004. Racionalidad ambiental: la reapropiación social de la Naturaleza. México. Siglo Veintiuno Editores, S.A. de C.V. Pp. 257.

Ley de Educación del Estado de Nuevo León (LENL). 2012. Gobierno del estado de Nuevo León. 16 de noviembre de 2012. México.

Ley Ambiental del estado de Nuevo León (LANL). 2005. Periódico Oficial No. 48 del 13 de abril de 2005. Gobierno del estado de Nuevo León, México.

Ley General de Educación (LGE). 1993. Secretaría de Educación Pública. Gobierno de la República. México.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 1988. Útima Diario Oficial de la Federación. Gobierno Federal de la República. México. 24 abril 2012.

Novo, M. 1996 La educación ambiental: bases éticas, conceptuales y metodológicas.. España. Editorial Universitas. S.A. Madrid. Pp. 276.

Organización de las Naciones Unidas. (ONU). 2012. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río+20. Río de Janeiro, Brasil.

SEMARNAT, Delegación Nuevo León. 2005. Programa de Educación Ambiental, Capacitación para el Desarrollo Sustentable y Comunicación Educativa para el Estado de Nuevo León. Primera edición. México.

The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (TEEB). 2011. TEEB Manual for Cities Ecosystem Services in Urban Management. www.teebweb.org.



CAPÍTULO

29

CONTENIDO DE CARBONO

EN ESPECIES VEGETALES

Javier Jiménez Pérez[1], Oscar A. Aguirre Calderón[1], Eduardo Alanís Rodríguez[1] e Israel Yerena Yamallel[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales

Carretera Nacional km 145, CP 67700, AP 41. Linares, N.L.

javier.jimenezp@uanl.mx

Jiménez-Pérez, J., O. Aguirre-Calderón, E. Alanís-Rodríguez e I. Yerena-Yamallel. 2013. Contenido de Carbono en Especies Vegetales, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 349-355.

Contenido de Carbono en Especies Vegetales

Javier Jiménez Pérez, Oscar A. Aguirre Calderón, Eduardo Alanís Rodríguez e Israel Yerena Yamallel

29.1 INTRODUCCIÓN

El cambio climático global asociado al aumento de la temperatura superficial del planeta, es uno de los problemas ambientales más severos que se enfrentan en el presente siglo (Ordóñez y Masera, 2001; Alig *et al.,* 2002). Este problema se acentúa por el rápido incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero: GEI (Bolin *et al.,* 1986) y por la problemática de reducir en forma sustantiva el incremento de GEI en el futuro próximo (IPCC, 1995). La gama de posibles efectos nocivos del cambio climático en la agricultura y la productividad de los bosques se ha incrementado, y por consecuencia ha generado debate de cómo reducir los gases de invernadero que se emiten a la atmósfera por la actividad industrial y las prácticas de manejo de la Tierra (Alig *et al.,* 2002).

Los nuevos políticos internacionales diseñan formas de mitigar los efectos del incremento en las concentraciones de gases de efecto de invernadero (Lee *et al.,* 2002). En el año 1992 en Río de Janeiro, se suscribió la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; en esta convención los países desarrollados establecieron como meta para el año 2000, regresar los niveles de emisiones de gases de efecto de invernadero a niveles de 1990. Para la primera y segunda conferencia de las partes celebradas en Berlín en 1995 y en Ginebra en 1996, respectivamente, constataron la insuficiencia de los compromisos establecidos. En la tercera conferencia de las partes en el año 1997 en Kyoto, lo que hoy se conoce como el Protocolo de Kyoto, se establecieron compromisos cuantitativos de la reducción de emisiones, con plazos definidos y jurídicamente vinculantes (Méndez, 2001).

Mediante el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) considerado en el artículo 12 del protocolo de Kyoto, existe la opción para desarrollar proyectos forestales para mitigar el cambio climático en los países en transición hacia una economía de mercado (no incluidos en el anexo 1); sobre este contexto se destaca la importanciade los bosques para mitigar las emisiones de CO_2, mediante el desarrollo deproyectos encaminados a la captura de carbono a través de los procesos naturales de la fotosíntesis (Díaz, 2008). Con este tipo de proyectos se pueden obtener grandes beneficios económicos, ecológicos y sociales, mediante certificados de reducción de emisiones (CER's) entre los países (Brown *et al.,* 2000).

En México, una de las mejores opciones ambientales para fijar carbono son las áreas naturales protegidas (ANP) y los bosques naturales, ofreciendo simultáneamente una alternativa para incrementar la producción tanto maderable como no maderable (Rodríguez-Luna *et al.,* 2009). En estas áreas se identifican dos opciones básicas para conservar y fijar el carbono: a) conservación, que consiste en evitar las emisiones de carbono manteniendo las ANP, fomentando el manejo sostenible de bosques naturales y reduciendo los incendios forestales; y b) reforestación, dedicada a almacenar y recuperar áreas degradadas mediante acciones como la protección de cuencas, la reforestación urbana, la rehabilitación para fines de subsistencia (leña), el desarrollo de plantaciones comerciales para madera, pulpa para papel, hule, etc. y las plantaciones energéticas (producción de leña y generación de electricidad) (Masera, 1995).

Para desarrollar los proyectos forestales que mitigan el cambio climático es importante contar con evaluaciones confiables. A nivel nacional, existen diversas investigaciones que evaluaron el contenido de carbono en diferentes tipos de vegetación o ecosistemas (De Jong *et al.,* 1999; Ordóñez y Masera, 2001; Masera *et al.,* 2001; Ordóñez *et al.,* 2008; Rodríguez *et al.,* 2008; Rodríguez-Laguna *et al.,* 2009). En el estado de Nuevo León se han generado investigaciones que evalúan la concentración de carbono en el matorral espinoso tamaulipeco (Návar, 2008; Yerena, 2010; Yerena *et al.,* 2011, Yerena-Yamallel *et al.,* 2011) y en ecosistemas templados (Díaz, 2008). Ninguna de ellas se ha desarrollado en ANP.

Ante este panorama, se tienen que generar más investigaciones que incrementen el conocimiento del contenido de carbono en las especies vegetales de las ANP. Esta temática se tiene que abordar con una visión interdisciplinaria para buscar soluciones que amalgamen el desarrollo sustentable de los recursos forestales y garanticen su manejo y permanencia. El objetivo del presente capítulo es determinar el contenido de carbono de los diferentes ecosistemas del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM).

29.2 METODOLOGÍA

Para la estimación del contenido de carbono en el PNCM se realizó un cálculo con la información generada durante los últimos ocho años en el Laboratorio de Carbono (LC) de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y mediante literatura (Návar *et al.,* 2004; Casas, 2008; Návar, 2008; Rodríguez *et al.,* 2009; Aguirre-Calderón y Jiménez-Pérez, 2011; González-Rodríguez *et al.,* 2011). El LC cuenta con una extensa base de datos de la concentración de carbono total de las especies arbóreas y arbustivas de los diferentes ecosistemas del noreste de México. Esta información en conjunto con los resultados de las investigaciones del Departamento de Silvicultura y Manejo Forestal de la misma institución, se pudo calcular el contenido de carbono en la biomasa aérea (árboles, arbustos, hojarasca y necromasa) del PNCM por tipo de vegetación.

29.3 RESULTADOS

Como información general, en la tabla 29.1 se muestra una lista de las especies arbóreas más abundantes y dominantes del bosque mixto de *Pinus-Quercus* (Jiménez *et al.,* 2001; Alanís *et al.,* 2008a, 2010, 2011; Rodríguez *et al.,* 2006). En la última columna se presenta la concentración de carbono total (%) de las especies. El valor promedio de la concentración de carbono total de las especies fue de 49.12 ± 1.50. Los valores oscilaron entre 46.76% y 51.18%.

En la tabla 29.2 se muestra la concentración de carbono total de las principales especies arbóreas y arbustivas del matorral submontano (Alanís *et al.,* 2008b; Jiménez *et al.,* 2009; Canizales *et al.,* 2009; Jiménez *et al.,* 2012a, 2012b; Molina-Guerra *et al.,* 2012) del PNCM. El valor promedio de la concentración de carbono total de las especies fue de 45.50± 0.93.

En la tabla 29.3 se describe la superficie y toneladas por hectárea de cada tipo de vegetación. Se puede hacer una clasificación global, dividiéndoles en bosques templados y matorrales. Los bosques templados almacenan 5,351,792. Mg C ha^{-1}, mientras que los matorrales 762,128 Mg C ha^{-1}. Si se divide la vegetación primaria y secundaria de los bosques templados, se tiene que la vegetación primaria almacena 3,961,248 Mg C ha^{-1} y la secundaria 1,390,544 Mg C ha^{-1}. Los tipos de vegetación que más almacenan carbono son el bosque de encino (1,126,797 Mg C ha^{-1}) y el bosque de pino-encino (1,028,846 Mg C ha^{-1}). El resultado mostró un contenido total de carbono en el PNCM de 6,113,920 Mg C ha^{-1} distribuidas en los diferentes tipos de vegetación del parque (Tabla 29.3).

29.4 CONCLUSIONES

El contenido de carbono del PNCM es de 6,113,920

Tabla 29.1 Concentración de carbono total de las principales especies del bosque mixto de *Pinus-Quercus* en el PNCM.

Nombre común	Nombre científico	Concentración de carbono total (%)
Táscate	*Juniperus flaccida*	51.18
Madroño	*Arbutus xalapensis*	51.17
Junípero arbustivo	*Juniperus monosperma*	50.66
Pino blanco	*Pinus pseudostrobus*	50.35
Piñonero	*Pinus cembroides*	50.25
Cedro blanco	*Cupressus arizonica*	49.23
Encino duraznillo	*Quercus canbyi*	49.14
Pino real	*Pinus ayacahuite*	48.86
Encino manzanillo	*Quercus laceyi*	48.18
Encino de asta	*Quercus rysophylla*	47.98
Ocote	*Pinus teocote*	47.48
Oyamel	*Abies vejarii*	47.35
Abeto de Douglas	*Pseudotsuga menziesii*	46.76

Tabla 29.2 Concentración de carbono total de las principales especies del matorral submontano del Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

Nombre común	Nombre científico	Concentración de carbono total (%)
Panalero	*Forestiera angustifolia*	47.08
Tenaza	*Havardia pallens*	46.49
Coma	*Bumelia celastrina*	46.25
Vara dulce	*Eysenhardtia texana*	46.06
Huizache chino	*Acacia schaffneri*	45.49
Chapote	*Diospyros texana*	45.22
Gavia	*Acacia rigidula*	44.98
Palo verde	*Cercidium macrum*	44.73
Huizache	*Acacia farnesiana*	44.52
Anacahuita	*Cordia boissieri*	44.25

Tabla 29.3 Contenido de carbono (Mg C ha^{-1}) de la vegetación del PNCM.

Vegetación	Superficie (ha)	Toneladas por hectárea	Toneladas de Carbono
Bosque de oyamel	1,583.78	58.9	93,285
Bosque de encino	23,185.13	48.6	1,126,797
Bosque de encino-pino	13,707.10	58.1	796,383
Bosque de pino	15,064.76	60.8	915,937
Bosque de pino-encino	23,068.30	44.6	1,028,846
Matorral desértico micrófilo	328.21	2.6	853
Matorral desértico rosetófilo	16,854.55	2.6	43,822
Matorral submontano	43,196.49	16.5	712,742
Bosque de oyamel con vegetación. Sec.	1,291.34	47.1	60,822
Bosque de encino-pino con vegetación Sec.	7,578.93	46.3	350,904
Bosque de encino con vegetación Sec.	4,039.44	36.8	148,651
Bosque de pino-encino con vegetación Sec.	9,318.63	32.8	305,651
Bosque de pino con vegetación Sec.	10,682.58	49.1	524,515
Matorral submontano Sec.	1,024.11	4.6	4,711
Área sin vegetación aparente	1,216.62	0	0.00
Pastizal inducido	2,006.14	0	0.00
Zona agrícola	3,049.02	0	0.00
Zona urbana	201.35	0	0.00
TOTAL	**177,396.48**		**6,113,920**

Mg C ha^{-1}, lo que representa una contribución muy importante a la mitigación de los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero que producen principalmente las actividades humanas, sobre todo las asociadas a la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas). Estas emisiones alteran de manera sustancial el equilibrio energético y elevan la temperatura global. El calentamiento global podría provocar cambios significativos en los patrones climatológicos de la Tierra, alterando ecosistemas y la estructura de la actividad humana. A su vez, el efecto invernadero natural ocurre cuando los gases absorben la radiación térmica emitida por la superficie de la Tierra y forman un efecto de protección sobre la misma.

El manejo adecuado del PNCM es condición necesaria para mantener la prestación de los servicios ambientales que proporciona, ya que el proceso de liberación de carbono a la atmósfera es factible de revertir al proteger y conservar los ecosistemas con vegetación arbórea y arbustiva, así como mediante el desarrollo de actividades de reforestación y restauración en los ecosistemas frágiles y degradados. Lo anterior permitirá que exista una recaptura de CO_2 de la atmósfera. Este sistema conocido como captura de carbono, podrá contribuir de manera significativa a reducir el calentamiento global y a mejorar las condiciones ambientales y de vida para los habitantes del estado de Nuevo León.

Es importante seguir desarrollando investigaciones que cuantifiquen de manera precisa el contenido de carbono de los parques nacionales de México. Para esto, es recomendable el establecimiento de sitios de muestreo permanentes con la finalidad de evaluar de manera estática y dinámica los cambios en la estructura vegetal y por ende de la capacidad que tienen los ecosistemas de almacenar carbono.

Mercado voluntario de carbono forestal

Para abordar la problemática del cambio climático, se han definido dos estrategias: la mitigación de gases efecto invernadero (GEI) y la adaptación. La mitigación está relacionada con la intervención antropogénica para reducir la emisión de GEI en la fuente, mientras que la adaptación se refiere al mejoramiento de la capacidad de ajuste de un sistema para acomodarse a las nuevas condiciones climáticas (incluyendo variabilidad y eventos extremos) con el fin de disminuir los daños potenciales, aprovechar las nuevas oportunidades y enfrentar las consecuencias.

Para ambas estrategias, mitigación y adaptación, es necesario valorar los bienes y servicios forestales presentes y futuros para poder establecer formas de pago que garanticen que éstos se mantengan. En el caso de la mitigación de emisiones, en donde el elemento básico es el flujo de GEI, se ha diseñado una serie de instrumentos que facilitan a los países industrializados el cumplimiento de los compromisos de reducción acordados en el Protocolo de Kyoto.

La posibilidad de comercializar un servicio ecosistémico como es el de la fijación (o secuestro) de carbono ha generado un enorme reto en las posibilidades para cuantificar y valorar este servicio forestal, así como para establecer el precio adecuado por el pago de este servicio para la promoción del desarrollo sostenible (Robledo *et al.,* 2002).

El mercado para la fijación de carbono y los servicios de mitigación de emisión de gases de efecto invernadero es global, con demandas impulsadas por el Protocolo de Kyoto, políticas nacionales de reducción de emisiones y oportunidades para compras individuales de compensación. Este mercado se está desarrollando rápidamente y se están negociando transacciones multimillonarias en dólares para la provisión del secuestro de carbono o Certificados de Reducción de Emisiones, CER´s (Cuellar *et al.,* 1999; Robledo *et al.,* 2002; PROFOR, 2004).

La naturaleza global del mercado tiene tanto ventajas como desventajas. De un lado, los servicios relativos al carbono proporcionados en áreas rurales muy remotas se pueden vender a compradores en mercados grandes, urbanos y altamente desarrollados. De otro lado, la naturaleza global de los mercados de carbono puede poner a los pequeños poseedores en desventaja significativa ya que los compradores pueden hacer negocio en lugares donde los costos de transacciones, riesgos para los países y los precios sean menores. Dado lo anterior, es importante cierto nivel de intermediación que permita a los pequeños propietarios de tierra que viven en áreas rurales remotas participar en dichos mercados, donde se encuentra la mayor parte de bosques y oportunidades de restauración de bosques (PROFOR, 2004).

Hoy en día, existe el mercado oficial y el mercado voluntario. El mercado oficial es, por ejemplo, aquel estipulado por el Protocolo de Kyoto y participan países que de manera obligatoria necesitan reducir sus emisiones. El aumento considerable en los mercados de carbono voluntario, ha generado la creación de estándares para garantizar la calidad y trasparencia de estos proyectos. Uno de los más importantes actualmente es el Estándar de Carbono Voluntario (VCS, por sus siglas en inglés), el cual presenta un marco y una estructura para la validación y verificación de reducción o remoción de emisiones voluntarias, creado en 2006 por la Asociación Internacional de Comercio de Emisiones (IETA, por sus siglas en inglés), el Foro Económico Mundial y el Grupo Climático con el fin de incluir criterios e integridad al mercado del carbono voluntario (Hamilton *et al.,* 2007). Las siguientes actividades son abordados por este estándar (VCS, 2007):

- Forestación, reforestación y revegetación.
- Manejo de tierras agrícolas.
- Manejo mejorado de bosques.
- Reducción de emisiones por deforestación.

En países como México donde no se tiene la obligación legal de reducir las emisiones, se tiene el esquema voluntario, que consiste en que compañías, gobiernos, organizaciones, eventos e individuos, tomen responsabilidad por las emisiones de GEI, que generan y que las compensen a través de la adquisición voluntaria de certificados de carbono capturado, los cuales se expresan en toneladas de CO_2 equivalente (Mg C ha^{-1}) y son emitidos en un lugar específico que de otra manera hubiera permanecido en la atmósfera. Con estos recursos los propietarios de bosques superan los ingresos netos de la ganadería, el maíz y otros cultivos estacionales, y convierten en buen negocio poseer un bosque propio, sin importar cual sea su calidad. La idea es ofrecer al propietario la opción de escoger por competitividad entre el manejo forestal sostenible versus otras actividades no sostenibles y de mayor riesgo como agricultura y ganadería en áreas donde no existe vocación por uso del suelo.

El mercado voluntario de carbono en el PNCM debe ser una fuente alternativa de ingresos económicos para los pobladores (dueños de los bosques) y para incrementar las actividades forestales como la reforestación, el manejo forestal sostenible, la agroforestería, prevención y control de incendios forestales, así como reducir las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques.

29.5 LITERATURA CITADA

Aguirre-Calderón, O. y J. Jiménez-Pérez. 2011. Evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 6: 73-8.

Alanís, E., J. Jiménez, O. Aguirre, E. Treviño, E., Jurado y M. González. 2008a. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. Revista Ciencia UANL. 11(1):56-62.

Alanís, E., J. Jiménez, D. Espinoza, M. González, E. Jurado, O. Aguirre. 2008b. Monitoreo del estrato arbóreo en un área restaurada post-incendio en el Parque Ecológico Chipinque. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 14(2):113-118.

Alanís, E., O. Aguirre, J. Jiménez, M. Pando, E. Treviño, J. Aranda y P. Canizales. 2010. Efecto de la severidad del fuego sobre la regeneración asexual de especies leñosas de un ecosistema mixto (Pinus-Quercus) en el Parque Ecológico Chipinque, México. Revista Interciencia. 35(9):690-695.

Alanís, E., J. Jiménez, A. Valdecantos, M. Pando, O. Aguirre y E. Treviño. 2011. Caracterización de regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del Parque Ecológico Chipinque, México. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 17(1):31-39.

Alig, R., D. J. Adams y B. McCarl. 2002. Projecting Impacts of Global Climate Change on the US Forest and Agriculture Sectors and Carbon Budgets. Forest Ecology and Management. 169: 3 -14.

Bolin, B., B. R. Döös, J. Jager y R. A. Warrick. 1986. The greenhouse effect, climate change and ecosystems. Ed. John Wiley & Sons.

Brown, S., O. Masera y J. Sathaye. 2000. Projet-based Activities. En: Watson, R., I. R. Noble, B. Bolin, N. H. Ravindranath, D. Verado y D. Dokken (Edits) Land Use, Land-Use Change, and Forestry, Cambridge University Press, IPCC, New York, Capítulo 5. Pp. 283-338.

Canizales, P., E. Alanís, R. Aranda, J. Mata, J. Jiménez, G. Alanís, J. Uvalle y M. Ruiz. 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 15(2):115-120.

Cuellar, N., D. Herrador, M. González y H. Rosa. 1999. Comercio de servicios ambientales y desarrollo sostenible en Centroamérica: Los casos de Costa Rica y El Salvador– Síntesis. International Institute for Sustainable Development, IISD. Ottawa, Canadá. Pp. 161.

De Jong, B. H., M. A. Cairns, P. K. Haggerty, M. N. Ramírez, G. S. Ochoa, V. J. Mendoza, E. M. González, M. I. March. 1999. Land-use change and carbon flux between 1970s and 1990s in the central highlands of Chiapas, México. Environmental Management. 23(3): 373-385.

Díaz, J.A. 2008. Contenido de carbono total en los componentes de la biomasa aérea de las especies representativas del bosque de pino - encino en la sierra madre oriental. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Forestales – UANL, Linares, N. L., México. Pp. 75.

González-Rodríguez, H., T. G. Domínguez-Gómez, I. Cantú-Silva, M. V. Gómez-Meza, R. G. Ramírez-Lozano, M. Pando-Moreno y C. J. Fernández. 2011. Litter fall deposition and leaf litter nutrient turn in different locations at Northeastern Mexico. Plant Ecology. 212: 1747-1757.

Hamilton, K., R. Bayon, G. Turner y D. Higgins. 2007. State of the Voluntary Carbon Markets 2007: Picking Up Steam. Ecosystem Market place. Washington, US. Pp. 60.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1995. Climate Change 1995. The suplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.

Jiménez, J., O. Aguirre y H. Kramer. 2001. Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México. Investigaciones Agrarias: Sistema de Recursos Forestales. 5(2):355-366.

Lee, J., I. D. Morrison, T. Leblanc, H. Dumas y D. Cameron. 2002. Carbon Sequestration in Trees and Regrowth Vegetation as Affected by Clear cut and Partial Cut Harvesting in a Second-Growth Boreal Mixed wood. Forest Ecology and Management. 169: 83 -101.

Masera, O. 1995. Future greenhouse emission and sequestration scenarios from land use change in Mexico.Report to UNEP from the project Mexico's country study on greenhouse gas emissions. Instituto Nacional de Ecología. Mexico City.

Méndez, E. 2001. Ecuaciones de biomasa para especies de matorral espinoso tamaulipeco del nordeste de México. Datos con aplicaciones para inventario de biomasa. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales – UANL, Linares, N. L., México. Pp.60.

Návar, J., E. Mendez, J. Graciano, V. Dale, y B. Parresol. 2004. Biomass equations for shrub species of Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. Journal of Arid Environments. 59: 657-674.

Návar, J. 2008. Carbon fluxes resulting from land-use changes in the Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. Carbon Balance and Management. 3: Pp.6.

Ordóñez, A., y O. Masera. 2001. La captura de carbono ante el cambio climático. Madera y Bosques. 7(1): 3-12.

Ordóñez, A., B. de Jong, F. García, F. Aviña, J. Pérez, G. Guerrero, R. Martínez, O. Masera. 2008. Carbon content in vegetation, litter, and soil under 10 different land-use and land-cover classes in the Central Highlands of Michoacan, México. Forest Ecology and Management. 255(7): 2074-2084.

PROFOR (Programa de Bosques) – Banco Mundial. 2004. Incentivos económicos para el manejo forestal sostenible (MFS) y la restauración del paisaje. Taller sobre incentivos económicos para el MFS y la restauración del paisaje. Financiamiento Innovativo para MFS. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (MAVDT), Conservación Internacional Colombia, ForestTrends, UICN y PROFOR. 2004. 1:2 8 p. Consultado el 04 de junio de 2012. http://www.profor.info

Robledo, C., P. Tobón y A. Restrepo. 2002. Valoración de bienes y servicios forestales en el proyecto OIMT 54/99 (F) "Modelo alternativo de financiación del manejo sostenible de los bosques de San Nicolás ". Presentación en el encuentro de especialistas en valoración económica de bienes y servicios ambientales de bosques amazónicos y sistemas agroforestales. Lima, Perú. Pp.17.

Rodríguez, R., J. Jiménez, O. Aguirre y E. Treviño. 2006 Estimación de carbono almacenado en un bosque de niebla en Tamaulipas, México. Ciencia UANL. Monterrey, N. L. 9(2): 179-187.

Rodríguez, R., J. Jiménez, J. Meza, O. Aguirre y R. Razo. 2008. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. 4(2): 215 -222.

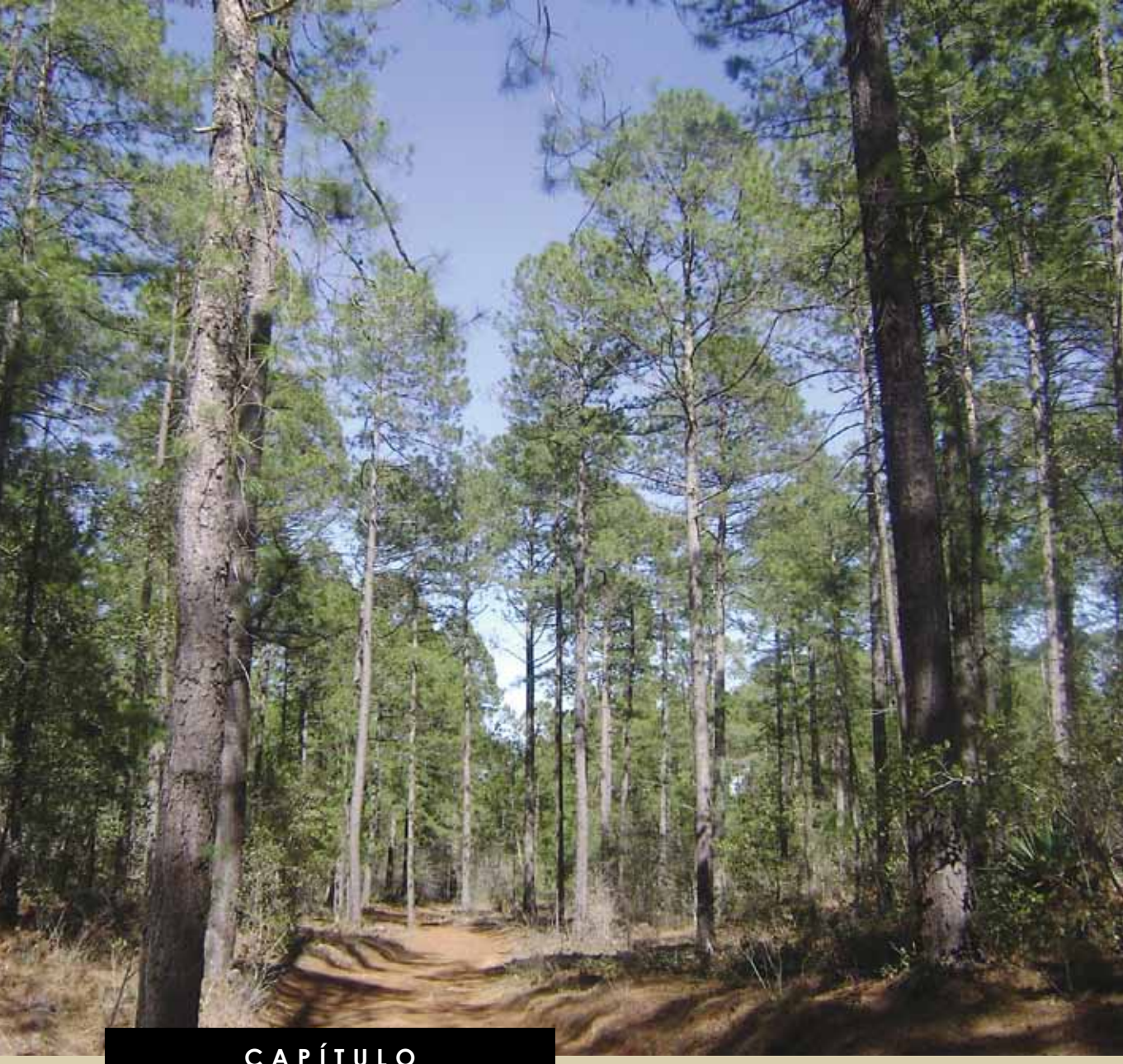
Rodríguez-Laguna, R., J. Jiménez-Pérez, O. Aguirre-Calderón, E. Treviño-Garza y R. Razo-Zárate. 2009. Estimación de carbono almacenado en el bosque de pino-encino en la Reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. Ra Ximhai. 5(3):317-327.

Voluntary Carbon Standard (VCS). 2007. Guidance for Agriculture, Forestry and Other Land Use Projects. Pp. 54.

Yerena, J. I. 2010. Estimación del contenido de carbono total de especies arbóreas y arbustivas en áreas con diferente uso, en una fracción del matorral espinoso tamaulipeco, Linares, N. L. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Forestales – UANL, Linares, N. L., México. Pp. 128.

Yerena, I., J. Jiménez, J. Alanís, O. Aguirre y E. Treviño. 2011. Contenido de carbono en la biomasa aérea en diferentes sistemas de uso de suelo del matorral espinoso tamaulipeco. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. 7(2):71-77.

Yerena–Yamallel, J. I., J. Jiménez–Pérez, O. Aguirre–Calderón y E. Treviño–Garza. 2011. Concentración de carbono en la biomasa aérea del matorral espinoso tamaulipeco. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 17(2): 283-291.



CAPÍTULO

30

MARCO JURÍDICO

DEL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY

María de Lourdes Bello Sánchez[1]

[1]Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp-Semarnat)

lourdes.bellosanchez@gmail.com

Bello-Sánchez, M. 2013. Marco Jurídico del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 357-370.

Marco Jurídico del Parque Nacional Cumbres de Monterrey

María de Lourdes Bello Sánchez

"En muchas culturas, las actividades conservacionistas hacia la naturaleza alcanzan niveles filosóficos e incluso religiosos. Sin embargo, la conservación no es sólo un acto desinteresado, altruista y ético, sino también una actividad consciente y enfocada a la sobrevivencia de la especie humana y su calidad de vida".

Soberón *et al.* (1996)

Las estrategias de conservación equivalentes a las áreas naturales protegidas (ANP) de la actualidad, iniciaron formalmente en 1917 con el surgimiento del artículo 27 constitucional y la emisión del Decreto Presidencial que estableció el primer Parque Nacional (PN) del país, el PN Desierto de los Leones[1] , el cual se decretó por la belleza natural de sus paisajes, el alto interés histórico de sus ruinas y por su potencial para constituir un centro de recreo dada su cercanía a la ciudad de México, reconociéndose como causa de utilidad pública la conservación de sus bosques (DOF, 1917).

Desde esa época hasta los años sesenta del siglo XX, se decretaron diversas ANP fundamentadas principalmente en la Ley Forestal del 5 de abril de 1926, siendo la figura predominante la de los PN, que incluyó a los principales volcanes y cumbres de México, aunque también destaca la creación de zonas protectoras forestales y la creación de diversos refugios para fauna silvestre (Villalobos, 2000).

Lázaro Cárdenas fue el Presidente más activo en este campo, decretando 36 PN con una extensión total de ochocientas mil hectáreas, justificándose dicha actuación por el evidente deterioro de los bosques mexicanos en aquel tiempo.

En este impulso se estableció el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), mediante Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 1939, en el que quedó expresamente establecido en su parte de considerandos, que sus montañas contribuían de manera importante a la alimentación de las aguas de los ríos, formación de manantiales y lagunas de los valles, manteniendo constante su régimen hidráulico al estar cubiertas de vegetación forestal, para evitar la erosión de sus terrenos en declive y para mantener el equilibrio climático de las poblaciones como la ciudad de Monterrey, que cuenta con un clima riguroso, con variaciones frecuentes, que era necesario atenuar para asegurar la buena salud de sus habitantes, así como la belleza natural de estas montañas y su flora y fauna que constituyen un atractivo poderoso para el desarrollo del turismo. Asimismo, fue necesario asegurar por todos los medios posibles la conservación de la vegetación que cubría esos terrenos montañosos, así como reforestar amplias zonas dentro de la cuenca hidrográfica del río Santa Catarina (DOF, 1939).

No obstante estos esfuerzos por proteger algunos recursos naturales, la degradación continuó debido a que muchos de estos decretos sólo fueron de papel, en el caso de los PN se decretaron ignorando o sin tomar en consideración la presencia de habitantes dentro de sus límites, en la mayoría de los casos los propietarios de estas tierras no participaron ni en la conceptualización ni en la operación de los parques, en el caso de expropiaciones los propietarios raramente fueron indemnizados. Por otra parte, no existían recursos económicos suficientes para el mantenimiento de estas zonas y tampoco se contaba con los recursos humanos y la capacidad técnica para hacer efectiva su protección.

Aunado a esto, en una muestra de total desencuentro entre las políticas de protección y las políticas agrarias de la época, la mayoría de tierras se incorporaron al reparto agrario creando una confusión legal respecto del régimen de protección al que estaban sujetas; asimismo, a mediados de los años sesenta se abandonó esta política de conservación de la naturaleza, dando paso a un Programa Nacional de Desmontes y se realizaron costosos proyectos para modificar los ecosistemas, principalmente a los tropicales húmedos (SEMARNAP-INE, 1996,; Villalobos, 2000; Soberón *et al.,* 1996).

[1]El primer antecedente de esta área natural protegida la encontramos en 1876, cuando Sebastián Lerdo de Tejada expropió las tierras del Desierto de los Leones debido a la importancia que revestían para la ciudad de México los manantiales que en esa zona se originaban, lo que pone de manifiesto que en sus inicios los intentos por conservar los recursos naturales se encontraban enfocados en lo que hoy sería entendido como la conservación de servicios ambientales (por ejemplo, el agua, recursos forestales) sin otras consideraciones de tipo ecológico o evolutivo, o bien para regular formas de uso de poblaciones silvestres que podrían agotar determinado recurso (Soberón *et al.,* 1996).

El caso del PNCM no fue la excepción; años más tarde fue necesario modificar sus límites ya que la mancha urbana creció sobre las tierras que éste comprendía, imposibilitando llevar a cabo la conservación de sus recursos naturales.

En la década de los setenta del siglo XX se agudizó el abandono de la política de conservación de los recursos naturales en nuestro país. En el sexenio de Luis Echeverría Álvarez se sufrió un proceso de reversión en las zonas que se encontraban sujetas a algún tipo de protección, abrogándose algunos decretos; asimismo se estableció una compañía para explotar la madera de la selva lacandona y para ubicar a campesinos sin tierras en los remanentes selváticos deshabitados (De la Maza-Elvira, 1999).

Ante ese escenario, la comunidad científica nacional comenzó a externar su preocupación, aumentando la publicación de trabajos florísticos, faunísticos y socioeconómicos; paralelamente, en el ámbito internacional durante la Guerra Fría se generó una conciencia mundial sobre el medio ambiente. La amenaza de una guerra nuclear hizo palpable la posibilidad de que la humanidad desapareciera, lo que originó una valorización de los recursos naturales, además la contaminación, la erosión y la deforestación constituían también una amenaza que implicaba un peligro mayor para el planeta debido a que la causa era indefinida y todos seríamos los responsables (Carmona-Lara, 2002; De la Maza-Elvira, 1999).

De esta nueva concepción del ambiente y la preocupación por protegerlo, surgida principalmente de las conciencias universitarias, emergió una nueva forma de ser y hacer para preservar al planeta. En materia de ANP surgió la figura de reservas de la biosfera en el marco del programa El Hombre y la Biosfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (MAB-UNESCO, por sus siglas en inglés) y en 1978 fue decretada la primera reserva de la biosfera en México, Montes Azules, en el estado de Chiapas (De la Maza-Elvira, 1999).

Durante las siguientes dos décadas, impulsado por importantes grupos académicos de las principales instituciones del país, en alianza con organizaciones de la sociedad civil, así como la participación de grupos regionales y organizaciones no gubernamentales regionales y estatales, se reactivó la creación de ANP. En el marco de la Cumbre de la Tierra en 1992 y la Agenda 21, México asumió importantes compromisos de hacer efectiva la voluntad que los decretos de ANP habían representado en el papel durante 75 años (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009).

Posteriormente, con la adopción del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)[2] se marcó una disyuntiva en el campo del medio ambiente y el desarrollo, enfocando en forma amplia y no sectorial la conservación de la diversidad biológica del planeta y el uso sostenible de los recursos biológicos (Mackenzie *et al.,* 2004). En este instrumento, las partes contratantes, observaron que la exigencia fundamental para conservar la diversidad biológica es la conservación *in situ*[3] de los ecosistemas y hábitats naturales así como mantener y recuperar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales, obligándose a establecer un sistema de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica y elaborar directrices para su selección, establecimiento y ordenación (DOF, 1993)[3].

Gracias a esto, se inició una nueva etapa donde la conservación se enfoca de manera más importante: a conservar la biodiversidad, cuya noción se introdujo en nuestra legislación con las reformas realizadas a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1996, englobando tres niveles que interactúan en la naturaleza: ecosistemas, especies y genes, complementado con los servicios ambientales y ecológicos, además de la incorporación de las comunidades humanas en el modelo de reservas de la biosfera (Soberón *et al.,* 1996).

Con lo que, en la década de los noventa se fortaleció la gestión ambiental a través de la creación del Instituto Nacional de Ecología (INE), que se incorporó a la entonces Secretaría de Desarrollo Social, luego convertida en la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), hoy Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), como un órgano desconcentrado encargado de conducir la política nacional de ecología y protección del medio ambiente, además de desempeñar el papel de autoridad federal normativa y regulatoria en materia ambiental, el que para el ejercicio de sus atribuciones contó con la Unidad Coordinadora de Áreas Naturales Protegidas (DOF, 1996), desde la que se impulsó fuertemente la eventual consolidación de la política ambiental de conservación en México (SEMARNAP-

[2]El CDB fue adoptado en 1992 en Nairobi, Kenia y se abrió a la firma de las partes el cinco de junio de 1992 en Río de Janeiro, Brasil, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. El 13 de junio de 1992 México firmó ad referéndum este Convenio y fue aprobado por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el tres de diciembre de 1992. El instrumento de ratificación fue depositado ante el Secretariado de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993 y finalmente se publicó en el Diario Oficial de la Federación para su debida observancia el siete de mayo de 1993 (Bello-Sánchez, 2008).

[3]La conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas (DOF 1993).

INE, 2000), lográndose en el año 2000 la creación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), órgano desconcentrado de la SEMARNAT, encargada actualmente de dirigir la política nacional en esta materia.

En el presente capítulo se realiza un análisis del marco jurídico en materia de ANP, en el que se sustenta el establecimiento del PNCM, partiendo de sus orígenes y advirtiendo su evolución, analizando posteriormente de manera particular el régimen de protección que impone a través de su declaratoria, para consecuentemente abordar lo relacionado a los litigios que desde su establecimiento se han interpuesto en su contra, para finalmente analizar un caso emblemático por sus aristas sociales, jurídicas y ambientales para este parque nacional, el caso del proyecto urbanístico conocido como Valle de Reyes.

Marco legal vigente

El establecimiento de ANP encuentra su fundamento legal en el párrafo tercero del artículo 27 constitucional que desde su creación en 1917 estipula que: *la Nación tiene en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana*. Por ello contempla que se dictarán las medidas necesarias para establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de preservar y restaurar el equilibrio ecológico, entre otros aspectos.

Desde 1917 hasta el 28 de enero de 1988 que se publicó en el Diario Oficial de la Federación la LGEEPA, la regulación de las ANP estuvo dispersa en ordenamientos jurídicos de carácter forestal primordialmente, aunque también tenían incidencia leyes como caza, agraria, aguas nacionales, entre otras. Esto era así debido a que en esa época el paradigma que se seguía en nuestro país respecto a la protección y conservación del ambiente tenía un enfoque sectorial y no holístico e integral como hoy en día.

En el caso de las ANP se decretaron con el fin de proteger zonas con valor paisajístico, recreativo e hidrológico o para decretar vedas sobre recursos maderables limitadas a un cierto espacio geográfico, sin considerar lo que ocurría fuera de éstas ni su interrelación con otros ambientes, únicamente se pretendía asegurar la producción de madera y de especies que representaban un atractivo comercial (Soberón *et al.,* 1996). Con lo que se explica que el primer decreto del PNCM estuviera fundado en la Ley Forestal del 5 de abril de 1926 y su respectivo Reglamento (DOF, 1939).

Dentro de la LGEEPA se definió de manera incipiente y no clara a las ANP, determinándose que su establecimiento era de interés público y reconociéndose nueve categorías de manejo: Reserva de la Biosfera, Reserva Especial de la Biosfera, Parque Nacional, Monumento Natural, Parque Marino Nacional, Área de Protección de Recursos Naturales, Área de Protección de Flora y Fauna, Parque Urbano y Zona Sujeta a Conservación Ecológica, éstas dos últimas de jurisdicción estatal.

Con sus reformas publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1996 se incorporaron al marco jurídico nacional las disposiciones fundamentales del CDB, así como el concepto de biodiversidad y desarrollo sustentable, aspectos que habían cobrado especial importancia en la agenda ambiental de principios de los noventa.

Asimismo, se fortalecieron los procedimientos para la creación y el manejo de las ANP, lo que incluyó una definición más clara de estas, incorporando de igual forma disposiciones que permiten una mayor participación social tanto en su establecimiento como en su manejo y operación. Por otra parte, se eliminaron y establecieron nuevas categorías de manejo en las que se incluyó a los santuarios en el ámbito federal y, los parques y reservas estatales y las zonas de preservación ecológica de los centros de población en el ámbito estatal, quedando derogado en el ámbito federal lo relativo a reserva especial de la biosfera y parque marino nacional y en el ámbito estatal parque urbano y zona sujeta a conservación ecológica (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009; Azuela *et al.,* 2008; DOF, 1988; DOF, 1996).

Posteriormente, se realizaron reformas a la LGEEPA para incorporar en el ámbito federal a las áreas destinadas voluntariamente a la conservación (DOF, 2008), siendo esta la única ANP de competencia federal que no se establece vía Decreto Presidencial, sino a través de un certificado que expide la SEMARNAT a través de la CONANP (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009).

Con lo que, actualmente en el ámbito federal las categorías de manejo vigentes son: Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Santuarios y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación.

Dichas disposiciones se complementaron el 30 de noviembre de 2000 con la publicación del Reglamento de la LGEEPA en Materia de ANP, en el que quedaron establecidos aspectos específicos respecto de su

administración y manejo, la participación institucional, social y académica en el Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas y los consejos asesores, así como lo relativo a usos, aprovechamientos y autorizaciones, entre otros.

Siendo éste, el marco jurídico aplicable en materia de ANP, al que se suman otros ordenamientos legales como la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley de Aguas Nacionales y la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable, entre otras; así como normas sustantivas del derecho ambiental que no se encuentran codificadas en la ley y se encuentran dispersas en un universo de normas individualizadas que se traducen en permisos, concesiones y autorizaciones, o de normas generales que cambian constantemente como los Reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas (Azuela *et al.,* 2008), las que deberán observarse dependiendo de las obras y actividades a realizar en el territorio de un ANP.

En este contexto, la LGEEPA establece en su artículo 77 que en caso de permisos, concesiones y autorizaciones para obras o actividades que se desarrollen en un ANP, así como en los programas y acciones que afecten su territorio, las dependencias de la administración pública federal, los gobiernos de los estados, del Distrito Federal y de los municipios, deberán considerar las previsiones contenidas en la referida Ley, los Reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas que se expidan en la materia, en los decretos por los que se establezcan las ANP y en los programas de manejo respectivos.

Cobrando especial relevancia las autorizaciones en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), uno de los instrumentos de política ambiental con mayor incidencia en el territorio de un ANP desde las modificaciones realizadas a la LGEEPA en 1996 y posteriormente, en 2005 en las que se estableció que requerirán previamente la autorización en materia de EIA obras y actividades en ANP de competencia de la federación; así como también las autorizaciones en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y las autorizaciones para prestación de servicios turísticos recreativos, entre otras.

En este marco jurídico, las ANP se establecen a través de un decreto que en términos de los artículos 57, 58 y 62 de la LGEEPA es expedido por el titular del Ejecutivo Federal previa elaboración y puesta a disposición del público en general para su consulta del estudio que justifique su expedición, con lo que, una vez establecida un ANP, sólo podrá ser modificada su extensión, los usos del suelo permitidos o cualquiera de sus disposiciones, por la autoridad que la haya establecido, siguiendo las mismas formalidades previstas en la LGEEPA para la expedición de su declaratoria. Siendo definidas en el artículo 44 de dicho ordenamiento legal como: *las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas.*

Quedando establecido en el segundo párrafo de dicho precepto legal los alcances que tiene la creación de un ANP, al determinar que *los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques comprendidos dentro de las áreas naturales protegidas deberán sujetarse a las modalidades que establezcan los decretos por los que se constituyan dichas áreas, así como a las demás previsiones contenidas en el programa de manejo y en los programas de ordenamiento ecológico que correspondan.*

Esta imposición de modalidades a la propiedad deriva del párrafo primero y tercero del artículo 27 constitucional que establecen que la propiedad originaria de las tierras y aguas comprendidas en el territorio nacional corresponde a la nación, quien puede transmitir el dominio de estas a los particulares, con el objeto de constituir la propiedad privada. Sin embargo, la nación podrá también imponer las modalidades que dicte el interés público, así como regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con el objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública y cuidar su conservación, por lo que dictará las medidas que sean necesarias para establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Esto significa que la protección y preservación del medio ambiente y los recursos naturales es de tal importancia por ser de "interés social", que implica y justifica, en cuanto resulten indispensables, restricciones estrictamente necesarias y conducentes a preservar y mantener ese interés, precisa y puntualmente, en las leyes que establecen el orden público.

En este sentido, la fracción II del artículo segundo, de la LGEEPA considera de utilidad pública el establecimiento, protección y preservación de las ANP y, en estas, la imposición de modalidades a la propiedad se justifica en aras de conservar y proteger el medio ambiente en beneficio social, así, las modalidades que implica el establecimiento de un ANP están plenamente justificadas y fundamentadas no sólo en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sino también en la LGEEPA que es una ley de orden público.

Siendo así, para el establecimiento de ANP no siempre es necesario expropiar tierras, pues de confor-

midad con el artículo 63 de la LGEEPA, éstas pueden comprender de manera parcial o total predios sujetos a cualquier régimen de propiedad. Con lo que los propietarios y poseedores de inmuebles en su interior pueden disponer libremente de estos sujetándose únicamente a las modalidades que define su Decreto y demás normas que regulan las actividades que inciden en ellas, lo que se traduce en cumplir las normas que determinan la manera o forma de usarlos y disfrutarlos en beneficio de la colectividad.

Parque Nacional Cumbres de Monterrey

De acuerdo con el artículo 50 de la LGEEPA *los Parques Nacionales se constituirán tratándose de representaciones biogeográficas a nivel nacional, de uno más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones análogas de interés general. En estos sólo se permite la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológicos*.

En este orden, el PNCM es una de las áreas naturales protegidas de competencia federal más importantes del estado de Nuevo León, cuya protección y conservación es relevante dada su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, por la existencia de flora y fauna representativa, así como por su aptitud para el desarrollo del turismo (DOF, 2000).

En él, se pueden encontrar las comunidades florísticas de mayor valor ecológico del estado, desde zonas áridas con especies desérticas, pasando por matorrales con diversos tipos de vegetación, hasta bosques principalmente de pinos y encinos en las partes más altas, bosque de coníferas y latifoliadas, chaparrales, el matorral desértico rosetófilo, el matorral submontano y el bosque de galería así como pastizales y diversas composiciones florísticas a lo largo de ríos y cañadas (DOF, 2000). Además, cuenta con una gran diversidad de especies de flora y fauna silvestre, algunas de ellas enlistadas en alguna categoría de riesgo de conformidad con lo establecido en la NOM 059-SEMARNAT-2010, como lo es el *Ursus americanus* (Oso negro), la *Rhynchopsitta terrisi* (Cotorra serrana oriental) y el *Agave victoria-reginae* (Noa) (Figura 39.1), todas ellas, con categoría de En Peligro de Extinción (SEMARNAP-INE, 2000).

Debido a su cercanía a la ciudad de Monterrey y su área metropolitana, el PNCM, sufre una presión constante en su territorio por parte del desarrollo urbano,



Figura 30.1 *Agave victoria-reginae* (Noa), especie En Peligro de Extinción del PNCM.

lo que justificó la modificación de sus límites en el año 2000, cuando de 246,500 ha se redujo a 177,395-95--45.98 ha, con el objeto de planificar y administrar integralmente el cuidado y uso adecuado de los recursos naturales de la región y proteger las condiciones ambientales para armonizar y dinamizar su desarrollo (SEMARNAP-INE, 2000).

Con lo que el 17 de noviembre del año 2000 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Decreto por el que se declara ANP, con el carácter de PN, la región conocida con el nombre de Cumbres de Monterrey, ubicada en los municipios de Allende, García, Montemorelos, Monterrey, Rayones, Santa Catarina, Santiago y San Pedro Garza García, el cual abrogó el Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 1939 (DOF, 2000).

En esta nueva declaratoria se establece la delimitación actual del PNCM, las modalidades a que se sujeta el uso de sus recursos naturales, los lineamientos generales para su administración y vigilancia, los lineamientos para la realización de acciones de preservación y restauración de los recursos naturales, lo referente a la constitución de su consejo asesor y los lineamientos generales para la elaboración de su programa de manejo.

Quedando establecido en sus artículos séptimo y octavo que en el PNCM no se podrá autorizar la fundación de nuevos centros de población, ni la urbanización de las tierras ejidales, comunales o particulares y que los propietarios y poseedores de inmuebles o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques estarán obligados a la conservación del área (DOF, 2000), lo que significa que para su establecimiento no

se llevó a cabo la expropiación de tierras y por tal motivo en su interior se pueden identificar predios sujetos a distintos regímenes de propiedad.

En congruencia con la LGEEPA, se establece en los artículos décimo primero y décimo segundo que se podrá autorizar la realización de actividades de protección de sus recursos naturales, preservación de los ecosistemas y sus elementos, investigación, recreación, educación ecológica y turismo orientado hacia la observación de la naturaleza, permitiéndose continuar con la realización de las obras y actividades productivas emprendidas por las comunidades que ahí habiten, siempre y cuando éstas, sean compatibles con la LGEEPA, el Decreto, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones aplicables, así como ejecutar las obras relacionadas con el mantenimiento de la infraestructura instalada y aquellas que resulten necesarias para el aseguramiento de los ecosistemas y prevención de riesgos y construir instalaciones utilizando técnicas que no ocasionen algún impacto ambiental significativo o relevante, que respeten el paisaje y la vegetación presente (DOF, 2000).

Asimismo, se establece en el artículo décimo tercero que cualquier proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar en el PNCM deberá contar con la autorización de impacto ambiental correspondiente (DOF, 2000).

Siendo prohibiciones expresas establecidas en el artículo décimo cuarto: I. Modificar las condiciones actuales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de las corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes, salvo aquellas actividades que no impliquen algún impacto ambiental significativo y que cuenten con la autorización correspondiente, así como las necesarias para el cumplimiento del Decreto y del programa de manejo; II. Verter o descargar contaminantes, desechos o cualquier tipo de material nocivo en el suelo, subsuelo o cualquier clase o depósito de agua, sin la autorización que corresponda; III. Usar explosivos sin la autorización de la dependencia correspondiente; IV. Tirar o abandonar desperdicios; V. Realizar aprovechamientos forestales, salvo los autorizados hasta antes de la expedición de la declaratoria; VI. Realizar actividades industriales, sin autorización en materia de impacto ambiental; VII. Cambiar el uso de suelo forestal para actividades agrícolas y ganaderas; VIII. Extraer flora y fauna viva o muerta, así como otros elementos biogenéticos, cuando se realice sin autorización salvo que sea necesaria en la realización de trabajos de sanidad forestal, contingencias y emergencias ambientales o para la repoblación de otras áreas naturales debidamente justificados; IX. Realizar actividades cinegéticas, así como introducir especies vivas exóticas; X. Construir confinamientos de materiales y sustancias peligrosas, sin la autorización correspondiente; XI. La apertura para el aprovechamiento de bancos de materiales dentro del parque nacional; XII. El desarrollo o construcción de campos de golf; XIII. La edificación o construcción de infraestructura; XIV. Realizar aprovechamientos mineros, sin la autorización que en materia ambiental corresponda; y XV. Construir nuevas vías de comunicación, con excepción de los caminos, brechas o senderos que sean necesarios para las comunidades rurales asentadas en el parque nacional, así como para la operación, investigación y vigilancia del área, debidamente justificados y autorizados (DOF, 2000).

Su relevancia entre las ANP, estriba no sólo por su extensión, ya que es el PN terrestre más grande del país, sino porque desde la modificación de sus límites en el año 2000, su declaratoria que no fue expropiatoria, ha sido una de las más combatidas a través de diversos juicios de amparo promovidos por particulares que viendo imposibilitado el deseo por desarrollar urbanamente sus predios han encontrado en esta vía el mecanismo más idóneo para dejar sin efecto las modalidades que dicha declaratoria impone, argumentando básicamente, violaciones a la garantía de audiencia.

Lo que en sus inicios se fortaleció con la visión de algunos juzgadores que consideraban que las declaratorias de ANP representaban un exceso de la autoridad federal al imponer modalidades a la propiedad privada, restringiendo con ello este derecho real. Bajo esta visión, se consideraba que la conservación de los recursos naturales en México, debería realizarse expropiando tierras y no imponiendo modalidades a la propiedad, lo que favorecía en su momento emitir sentencias lisas y llanas que de un sólo tajo dejaba sin efectos esta declaratoria en beneficio del particular que promovía el juicio de amparo, al establecer que, *se concede el amparo y protección de la Justicia de la Unión a la quejosa a fin de que se deje insubsistente el decreto impugnado, única y exclusivamente respecto del inmueble de los peticionarios de garantías*.

Muchos de estos amparos se concedieron sin que los quejosos hubieran probado plenamente ser titulares de los derechos afectados (ver juicio de amparo 1090/2003, promovido por Margaret Ellen Sánchez Beber), no obstante que el interés jurídico y la personalidad son elementos procesales que se estudian de oficio por los jueces de distrito[4].

Con el paso del tiempo, con un mayor conocimiento por parte de los órganos jurisdiccionales de la materia ambiental y una mayor sensibilización respecto de

[4] Jurisprudencia; 9a. Época; T.C.C.; S.J.F. y su Gaceta; VIII, Julio de 1998; Pág. 270; Tesis Aislada VI.2o.C.671 C; 9a. Época; T.C.C.; S.J.F. y su Gaceta; XXIX, Mayo de 2009; Pág. 1075.

la importancia de esta ANP, el sentido de las sentencias se ha modificado y es común encontrar resoluciones que se identifican con el término de "sentencias para efectos", en las que se establece que, *se concede el amparo y protección de la Justicia de la Unión al quejoso para el sólo efecto de que la autoridad responsable la Secretaría de Medio Ambiental y Recursos Naturales desaplique de la esfera jurídica de la impetrante de garantías el decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de parque nacional la región Cumbres de Monterrey y, en caso de iniciar nuevo procedimiento otorgar a ésta la garantía de previa audiencia, a fin de que pueda emitir su opinión en relación a los estudios que proponen la redelimitación del citado Parque en los límites que en él se especifican y esté en posibilidad de aportar pruebas y formular alegatos de su intención*, con lo que hoy en día aún y cuando dejan sin efectos la declaratoria del PNCM en beneficio del particular que promovió el juicio de amparo, se deja abierta también la posibilidad de que la autoridad demandada, previo desahogo de la garantía de audiencia pueda sujetar nuevamente estos predios a las modalidades que dicta el interés público.

Así, de 2000 a 2010 se interpusieron alrededor de 46 juicios de amparo en contra del Decreto por el que se estableció el PNCM, de los que se obtuvieron 11 amparos con sentencia para efectos y 11 con sentencia lisa y llana, siendo quizá el ejemplo más emblemático de esta última la que se relaciona con el controversial caso del proyecto urbanístico Valle de Reyes (Figura 30.2).

En este contexto, a pesar de que los particulares que obtuvieron sentencias de amparo a favor y por tal motivo sus predios se encuentran fuera del régimen de protección del Decreto, desde el punto de vista geográfico, económico, ecológico y social siguen estando vinculados con ella, encontrándose muchos de estos como verdaderas islas al interior del parque, rodeados completamente o en parte por un territorio físico en el que sí son aplicables las modalidades que impone dicha declaratoria, por lo que cualquier obra o actividad que pretendiera desarrollarse en estos sitios se traduciría en un impacto para los ecosistemas del área natural protegida[5].

En este caso, los tribunales federales han reconocido que la CONANP, órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT tiene interés jurídico para concurrir a juicio de amparo como tercero perjudicado cuando tenga interés directo en la subsistencia de actos de autoridad en los que se niegue la realización de obras o actividades en predios cuyos propietarios gozan de los beneficios de estas sentencias y que puedan traducirse en un impacto negativo a los ecosistemas del PNCM, para lo que ha manifestado que: … *la facultad que realiza, estatuida en los artículos 1º, 2º fracción XXI, inciso d), 141, 142 y demás relativos del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, consistente en la preservación y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad en las áreas naturales protegidas justifica el referido interés jurídico y por ende, la manera en que pudiera ser afectado por la resolución que dicte el órgano jurisdiccional, pues al ser un órgano desconcentrado de la Administración Pública Federal tiene la encomienda de vigilar precisamente las áreas naturales a que ha hecho referencia, por lo que, de concederse el amparo y protección de la Justicia Federal al quejoso, en su caso, se llegarían a perjudicar directamente los intereses patrimoniales de la citada comisión, esto es, se afectarían los ecosistemas que por ley han sido declarados patrimonio común de la humanidad, y que se encuentra enmarcados en la línea de administración que ejerce la citada Comisión Nacional en los territorios que han sido decretados como áreas naturales protegidas de competencia Federal*.[6]

Con esta determinación judicial, no sólo se sentó un precedente debido a que se permite a la CONANP participar como tercero perjudicado en juicios de amparo en defensa de los ecosistemas presentes en predios donde la declaratoria de un ANP ha quedado sin efectos, sino que también podría abrir la puerta para que, en caso de requerirse, dicha Comisión promueva directamente ante los tribunales federales, juicios de amparo con el carácter de agraviada cuando por actos de autoridad diversos se autoricen en estos predios obras o actividades que pudieran afectar los ecosistemas del área natural protegida, pues al advertir que de afectarse los ecosistemas que se encuentran enmarcados en la línea de administración que ejerce la citada Comisión y tener estos el carácter de "patrimonio común de la humanidad" se perjudicarían directamente sus intereses patrimoniales, le acredita la afectación patrimonial que en términos del artículo noveno de la Ley de Amparo es necesaria para que las personas mo-

[5]Oficio PNCM/151/2008, (22 de mayo del 2008) por el que la CONANP solicitó a los Magistrados del Primer Tribunal Colegiado en Materia Administrativa del Cuarto Circuito en Monterrey, Nuevo León, ser considerado como tercero perjudicado en el juicio de amparo directo 115/2008, promovido por Banco Mercantil del Norte, Sociedad Anónima, Institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero Banorte.

[6]Acuerdo de fecha 5 de junio de 2008, dictado dentro del juicio de amparo directo 115/2008, promovido por Banco Mercantil del Norte, Sociedad Anónima, Institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero Banorte. Primer Tribunal Colegiado en materia Administrativa del Cuarto Circuito en el estado de Nuevo León.



Figura 30.2
Las 2,394 hectáreas conocidas como Valle de Reyes o Cañón de Ballesteros, municipio de Santa Catarina, Nuevo León.

rales oficiales puedan demandar por esta vía.

Asimismo, en materia de EIA y cambio de uso de suelo en terrenos forestales que involucren a estos predios, la autoridad competente solicita y considera la opinión técnica de la CONANP a efecto de emitir la autorización correspondiente, con lo que es posible mantener la conservación de estos sitios aún y cuando no les aplique el decreto del PNCM.

Destacando que en esta década de litigios y procedimientos administrativos ha sido fundamental la participación de la CONANP y su unidad administrativa Dirección del PNCM, quienes como autoridades demandadas y encargadas de la administración y manejo de esta ANP han aportado los elementos técnicos necesarios, así como invertido recursos humanos en el diseño de estrategias y atención a esta problemática, siendo esta la primera ANP del país que en el año 2007, contó con personal jurídico específicamente contratado para este fin.

Proyecto urbanístico Valle de Reyes

El proyecto urbanístico Valle de Reyes es probablemente el caso más emblemático del PNCM debido a las implicaciones jurídicas, ecológicas y sociales que éste representa. Sus antecedentes en el ámbito de las ANP se remontan al año 2000, cuando a un mes de haberse publicado la declaratoria de este PN, Inmobiliaria Dos Carlos, S.A. de C.V. interpuso una demanda de amparo en su contra[7] con el objeto de dejar sin efectos el Decreto en una porción de 2,394 ha de su propiedad, ubicada en la zona conocida como La Huasteca, en el municipio de Santa Catarina, Nuevo León (Figura 30.2), para que, una vez que quedara fuera de las modalidades de este instrumento pudiera realizar un desarrollo habitacional mixto que incluiría un campo de golf.

Luego de desahogar el proceso respectivo ante el Poder Judicial de la Federación, el 24 de enero de 2002 el Juez Noveno de Distrito en el estado de Nuevo León, hoy Tercero de Distrito en Materia Administrativa en el estado de Nuevo León, dictó una resolución de amparo que causó ejecutoria el 25 de noviembre de 2002, en la que determinó de manera lisa y llana dejar sin efectos el Decreto del PNCM, únicamente por lo que respecta al predio de la Inmobiliaria, con lo que dicho instrumento quedó sin efectos en 2,394 ha que corresponden al sitio conocido como Valle de Reyes o Cañón de Ballesteros.[8]

Con esta resolución judicial Valle de Reyes quedó como una isla al interior del PNCM, rodeado completamente por territorio en el que sí es aplicable el Decreto, guardando una conexidad geográfica y biológica que implica que cualquier obra o actividad que se pretenda llevar a cabo ahí impacte indefectiblemente los ecosistemas que se encuentran bajo protección (Figura 30.3), estando sujeto por el tipo de elementos naturales que lo conforman, como lo es su diversidad ecológica, su cubierta forestal, así como su importancia para alimentación de mantos freáticos, a otros ordenamientos legales de carácter ambiental como la LGEEPA y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

[7]Juicio de amparo 1545/2000, promovido por Inmobiliaria Dos Carlos, Sociedad Anónima de Capital Variable. Juzgado Noveno de Distrito en el estado de Nuevo León, hoy Tercero de Distrito en Materia Administrativa en el estado de Nuevo León.

[8]Sentencia de fecha 24 de enero de 2002 dictada por el Juzgado Noveno de Distrito en el estado de Nuevo León, hoy Tercero de Distrito en Materia Administrativa en el estado de Nuevo León, dentro del juicio de amparo 1545/2000, promovido por Inmobiliaria Dos Carlos, Sociedad Anónima de Capital Variable.

Posteriormente, en el año 2005, este predio se transfirió al fideicomiso irrevocable que la Inmobiliaria Dos Carlos constituyó con Maple Urbanizadora, S.A de C.V. y Banco Mercantil del Norte, S.A., institución de banca múltiple, Grupo Financiero Banorte, mediante contrato de fecha 15 de agosto (Figura 30.4), en el que se otorgó el carácter de fiduciaria a Grupo Financiero Banorte, quedando como responsable del cuidado y administración de los bienes, comprometiéndose en dicho contrato a obtener las autorizaciones que se requirieran para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, incluyendo las de carácter ambiental, ya sea en el ámbito federal, estatal o municipal.[9]

Cabe mencionar que en las intenciones de realizar un desarrollo urbano en Valle de Reyes involucró en su momento a la administración municipal de Santa Catarina, Nuevo León, de la que se recuerda que un Alcalde interino a tres días de concluir su gestión, el 28 de octubre de 2006, en una sesión extraordinaria de Cabildo que duró 12 minutos, aprobó el *Plan de Desarrollo Sustentable de La Huasteca 2006-2030* (PDUH)[10] (Campos-Garza, 2008; Reporte Índigo, 2007), que de manera específica preveía el desarrollo urbano de una superficie de 2,481.20 ha en el Cañón de Ballesteros y una superficie adyacente de 1,846.49 ha en el Cañón de la Huasteca, esta última en territorio protegido por el Decreto del PNCM, así como la perforación de una parte del Cañón de Ballesteros para construir un túnel de 600 m que conectaría esa zona con la avenida Morones Prieto (Cámara de Diputados, 2007).

De esta manera y con base en la zonificación del PDUH, estando Grupo Financiero Banorte a cargo del proyecto urbanístico Valle de Reyes, el 14 de febrero de 2007 presentó ante la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del municipio de Santa Catarina, Nuevo León, una solicitud de autorización de factibilidad para el desarrollo del fraccionamiento habitacional mixto Valle Sur, que tendría una densidad promedio de cinco viviendas por hectárea, con respecto del área del inmueble que se localiza en el Cañón de Ballesteros; no obstante a ello, un día después, el 15 de febrero de 2007 el Ayuntamiento de ese municipio, a través de la sesión extraordinaria de cabildo 09/2007-I revocó el PDUH, respondiendo el 17 de mayo de 2007 a la institución bancaria que no era procedente otorgar la factibilidad solicitada toda vez que este instrumento había sido revocado y el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Santa Catarina 2000 – 2020, que era el vigente, consideraba la zona como un Área de Preservación Ecológica en donde no era permitido desarrollar un fraccionamiento habitacional.[11]

Ante la revocación del Acuerdo por el que se aprobó el PDUH, Grupo Financiero Banorte presentó juicio de amparo[12], argumentando, entre otros aspectos, que la revocación de dicho plan afectó derechos que había adquirido con motivo de su aprobación, esto es, afectó su derecho a realizar un desarrollo urbano en la zona, juicio en el que la CONANP participó como tercer perjudicado y en el que finalmente se resolvió que si bien el ayuntamiento de Santa Catarina aprobó el referido PDUH, el acuerdo por medio del que se aprobó no culminó con su proceso de creación, pues acorde con lo establecido en la Ley de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y de Desarrollo Urbano del estado de Nuevo León, para que este cobrara vigencia debió publicarse en el Periódico Oficial del Estado, hecho que no sucedió, por lo que no generó ningún derecho en favor de la institución fiduciaria, determinándose por tal motivo que carecía de interés jurídico para combatir la revocación del plan.[13]

De esta manera, mediante resolución judicial se reconoció que el PDUH nunca surtió efectos jurídicos, cerrándose la posibilidad desde ese momento para que el municipio de Santa Catarina, con base en este instrumento, pudiera emitir alguna autorización de desarrollo urbano en los polígonos que comprendía, entre ellos el Cañón de Ballesteros.

La institución fiduciaria también combatió vía judicial la negativa de autorización para la factibilidad de desarrollar el fraccionamiento habitacional mixto Valle Sur emitida el 17 de mayo de 2007 por el municipio de Santa Catarina, ante el Tribunal de lo Contencioso Administrativo del estado de Nuevo León, juicio en el que se resolvió declarar la nulidad para efectos de la resolución impugnada en los términos siguientes: *...Con fundamento en las consideraciones de derecho expuestas con anterioridad, esta Sala Superior declara la NULIDAD PARA EFECTOS de la resolución impugnada de fecha 17- diecisiete de mayo del año 2007-dos*

[9] Escritura pública 9690 de fecha 15 de agosto de 2005, inscrita en el Registro Público de la Propiedad el 11 de noviembre de 2005 no. 1593, vol. 120, libro 64, sección propiedad, unidad Santa Catarina, Nuevo León.

[10] Acuerdo de Cabildo 246 derivado de la sesión extraordinaria 24/2006-III, celebrada por el Ayuntamiento de Santa Catarina, Nuevo León, el 28 de octubre de 2006.

[11] Oficio SEDUOP 700/2007, del 17 de mayo de 2007, Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Municipio de Santa Catarina, Nuevo León.

[12] Juicio de amparo 396/2007, promovido por Grupo Financiero Banorte, Juzgado Primero de Distrito en Materia Administrativa en el estado de Nuevo León.

[13] Resolución constitucional del 31 de diciembre de 2007, dictada por el Juzgado Primero de Distrito en Materia Administrativa en el estado de Nuevo León, dentro del juicio de amparo 396/2007 promovido por Grupo Financiero Banorte.

mil siete, para que el Secretario de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Municipio de Santa Catarina, Nuevo León, emita una nueva resolución a través de la cual se resuelva la solicitud formulada por el apoderado legal de Banco Mercantil del Norte, S.A., Institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero Banorte, referente a la factibilidad de urbanización para el desarrollo urbano de un fraccionamiento habitacional mixto, respecto al inmueble con superficie de 2,394 hectáreas que se localizan en el Cañón de Ballesteros, en el municipio de Santa Catarina, Nuevo León, conforme a los lineamientos establecidos en la presente resolución, esto es, aplicando la ley de ordenamiento territorial de los Asentamientos Humanos y de Desarrollo Urbano del estado de Nuevo León y ordenamientos aplicables al caso dejando de aplicar el "Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Santa Catarina, 2000 – 2020"; sin que sea válido reiterar la inaplicabilidad del "Plan de Aprovechamiento Sustentable de la Huasteca 2006 – 2030", en atención a su revocación u otras aducidas en el presente juicio y que hayan sido materia de estudio en el presente fallo como fundamento dentro del nuevo acto que se emita.[14]

Con esta resolución se obligó al municipio de Santa Catarina a emitir una nueva determinación en la que debía aplicar la Ley de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y de Desarrollo Urbano del estado de Nuevo León y dejar de aplicar el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Santa Catarina 2000–2020[15] y el PDUH. Lo que implicaba que, al no poder basarse en el Plan de desarrollo vigente y únicamente poder aplicar la Ley de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y de Desarrollo Urbano del estado de Nuevo León, el municipio tendría que elaborar un dictamen técnico con base en el que se debía informar al interesado la viabilidad o no de urbanizar el sitio. Lo que significaba también que, con base en este dictamen, el municipio podría negar nuevamente la factibilidad de desarrollar el Cañón de Ballesteros.

Con lo que, a fin de que estuviera en posibilidad de emitir el dictamen correspondiente, el 18 de abril de 2008, mediante oficio SEDUOP/0336/2008, el Secretario de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del municipio de Santa Catarina solicitó a la CONANP emitir una opinión respecto de la factibilidad de urbanizar el sitio. La CONANP que hasta entonces había intervenido en los juicios promovidos por la institución

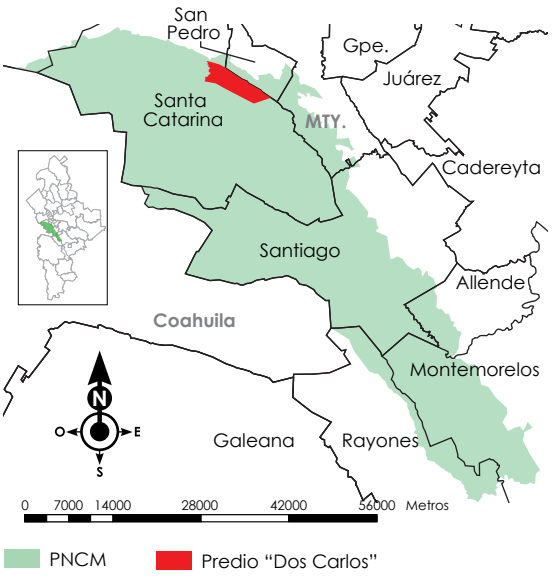


Figura 30.3 Ubicación del predio Valle de Reyes con respecto al PNCM.

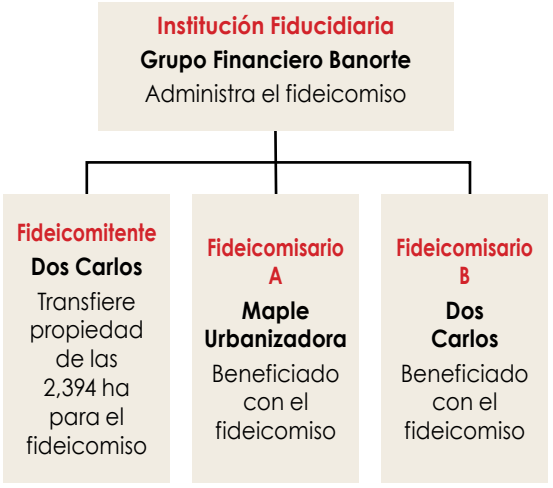


Figura 30.4 Esquema correspondiente al contrato de fideicomiso que constituyó Inmobiliaria Dos Carlos con Maple Urbanizadora y Grupo Financiero Banorte para el predio de 2,394 ha conocido como Valle de Reyes.

[14] Juicio contencioso administrativo 371/2007, promovido por Grupo Financiero Banorte ante el Tribunal de lo Contencioso Administrativo del estado de Nuevo León y juicio de amparo 115/2008, promovido por Grupo Financiero Banorte ante el Primer Tribunal Colegiado en Materia Administrativa en el estado de Nuevo León.

[15] El juzgador ordenó no aplicar el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Santa Catarina 2000 – 2020 por que estimó que tampoco cumplió con las formalidades previstas en la Ley de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y de Desarrollo Urbano del estado de Nuevo León, esto es, no se publicó en el Periódico Oficial del Estado, sin embargo, dicha publicación si se realizó.

fiduciaria con el carácter de tercero perjudicado, envió entonces al alcalde del municipio de Santa Catarina una opinión con la que le hizo llegar los argumentos técnicos y jurídicos que era necesario considerar en el dictamen técnico que tendría que elaborar para resolver la solicitud de factibilidad, manifestando que de las consideraciones legales y técnicas vertidas en dicho documento se desprendía que no era viable que ese municipio la autorizara, toda vez que de emitirse una resolución favorable se contravendrían dispositivos legales contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como en los ordenamientos legales que derivan de ésta.

Tomando en consideración, entre otros aspectos, que si bien la declaratoria del PNCM ya no le era aplicable a este inmueble, éste se encontraba como una isla en su interior, subsistiendo como una zona de influencia[16] y, por tal motivo, toda obra o actividad que se pretendiera llevar a cabo en ese lugar impactaría el resto del ANP, considerando que un desarrollo como el que se pretendía llevar a cabo traería aparejados diversos aspectos como el desarrollo de infraestructura urbana[17] que forzosamente tendría que ser suministrada a través del territorio comprendido dentro del PNCM, por lo que las actividades asociadas a esta no se podrían aislar del ANP en cuyo régimen de protección está prohibida la urbanización de tierras, dependiendo la factibilidad de urbanizar el Cañón de Ballesteros en gran medida de la posibilidad de brindar los servicios correspondientes.[18]

No obstante las recomendaciones de CONANP y el gran descontento expresado por la sociedad civil, ya sea de manera independiente u organizada, en la que participaron habitantes de La Huasteca en el municipio de Santa Catarina, así como estudiantes y miembros de organizaciones ambientalistas del estado de Nuevo León, el 7 de mayo de 2008 el municipio de Santa Catarina, no obstante que jurídicamente pudo haber determinado lo contrario, otorgó la autorización de factibilidad de urbanización solicitada por Grupo Financiero Banorte, misma que actualmente se encuentra vigente y que constituye sólo una de varias autorizaciones que será necesario tramitar en dado caso que se pretenda urbanizar el predio.

Posteriormente, en represalia por las diversas actuaciones que la CONANP realizó a fin de evitar que el municipio de Santa Catarina otorgara la factibilidad de desarrollo urbano solicitada, la institución fiduciaria interpuso el 28 de julio de 2008 denuncia de repetición del acto reclamado ante el Juzgado Tercero de Distrito en Materia Administrativa en el estado de Nuevo León, por considerar que el entonces Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el Director del PNCM, el Titular de la Unidad Jurídica de la Dirección Regional Noreste y Sierra Madre Oriental y la entonces Directora de Asuntos Jurídicos, incurrieron en la repetición del acto reclamado mediante juicio de amparo indirecto 1545/2000, en donde se otorgó la protección de la justicia federal a Inmobiliaria Dos Carlos para dejar sin efectos el Decreto del PNCM únicamente por lo que respecta al predio de su propiedad; es decir, consideraron que con las actuaciones que dichos funcionarios realizaron se aplicó reiteradamente en su perjuicio el decreto del PNCM.

La repetición del acto reclamado es una forma de incumplimiento de las ejecutorias del juicio de amparo que se presenta cuando hay concordancia entre dos actos de autoridad, uno impugnado en amparo y contra el que ya se otorgó la protección de la justicia federal y otro, que es emitido con posterioridad al cumplimiento de esa sentencia (Del Castillo, 2009), siendo importante para que se configure dicha repetición, la coincidencia o concurrencia de los siguientes elementos: causas de la decisión, motivos, fundamento jurídico, garantías violadas y, sujetos, es decir, el nuevo acto debe perseguir el mismo objeto que el anterior, debe fundamentarse en los mismos preceptos legales que el anterior, debe implicar las mismas garantías violadas que el anterior y debe ser emitido por la misma autoridad y dirigido hacia los mismos sujetos que el anterior.

Los actos de incumplimiento de sentencia son graves al dejarse de acatar un mandamiento judicial que pretende restablecer el orden constitucional, por lo que si se resuelve que se actualizó la repetición del acto reclamado, el Juez de Distrito que conoció del asunto remitirá el expediente a la Suprema Corte de Justicia de la Nación para su análisis y, si esta última, estima que es inexcusable el incumplimiento, impondrá la sanción que refiere el artículo 107 fracción XVI de nuestra Carta Magna, separar a la autoridad de su cargo y consignarla al Juez de Distrito que corresponda.

Grupo Financiero Banorte trató de fundar la repetición de acto reclamado en diversos oficios emitidos por

[16] De conformidad con el artículo 3º fracción XIV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas, se entiende como zona de influencia de un área natural protegida, a las superficies aledañas a su poligonal que mantienen una estrecha interacción social, económica y ecológica con ésta.

[17] Infraestructura urbana: las redes y sistemas de tuberías, ductos, canales, cables y obras complementarias necesarias para la distribución y suministro de agua potable y sus tomas domiciliarias, energía eléctrica, alumbrado público, el desalojo del drenaje sanitario de las edificaciones y el desalojo del drenaje pluvial de un centro de población o parte de él (artículo 5º de la Ley de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano del estado de Nuevo León)

[18] Oficio PNCM/129/2008, de fecha 2 de mayo de 2008. Archivos Dirección PNCM.

los funcionarios, en los que se solicitó ante autoridades judiciales se considerara a la CONANP como tercero perjudicado en defensa de los ecosistemas presentes en el PNCM, en opiniones que se realizaron ante instancias gubernamentales en las que se concluyó que la factibilidad de urbanizar el Cañón de Ballesteros no era procedente y, en declaraciones en prensa.

Con todo lo anterior, el 11 de febrero de 2010, el Juez Tercero de Distrito en Materia Administrativa en el Estado de Nuevo León resolvió declarar infundada la denuncia de repetición del acto reclamado promovida por la institución fiduciaria, considerando que para determinar si las autoridades incurrieron en repetición de acto reclamado debía realizar un examen comparativo entre el acto declarado inconstitucional y el que se denunció como reiterativo de éste, previendo en este caso que el acto denunciado como reiterativo, consistente en que la autoridad responsable con todas sus actuaciones dejó de observar que los inmuebles propiedad del fideicomiso no forman parte del PNCM debido a que intervino en diversos juicios y emitió diversas opiniones, no constituyen una repetición del acto original.

Esto, porque cuando se concedió el amparo y protección a la quejosa, se realizó medularmente por que la autoridad en una relación de supra subordinación violó sus garantías individuales, lo que en el caso concreto no aconteció, debido a que la autoridad al pretender participar en diversos procesos judiciales en ejercicio de sus funciones no se encontraba en una relación de supra subordinación con respecto a Grupo Financiero Banorte, sino que se encontraba actuando en una relación que se asemejaría entre particulares, por lo cual no se configuró violación de garantía alguna en perjuicio de la institución fiduciaria, además, de no existir identidad en las causas, motivos y fundamentos entre el primer acto reclamado y los nuevos actos.

Con lo que se sentó un precedente judicial para la conservación de los recursos naturales de las ANP, porque si bien existe el caso que por vía judicial se ordene dejar insubsistente el Decreto de alguna de éstas, en beneficio de personas específicas, esto no implica que la autoridad en la materia deba abstenerse de intervenir respecto de los inmuebles objeto de la ejecutoria de amparo cuando las obras o actividades que se pretendan llevar a cabo afecten los ecosistemas que se encuentren dentro del régimen de protección de la declaratoria. La participación de la autoridad en materia de ANP se torna relevante entonces para conservar los ecosistemas presentes en estos predios, ya sea a través de estrategias de tipo judicial o bien emitiendo opiniones y recomendaciones en procedimientos administrativos como la evaluación del impacto ambiental o el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en donde habrá de exponer las razones técnicas y jurídicas que impidan el desarrollo de proyectos que afecten su territorio.

Conclusiones

Las ANP, son, probablemente, el instrumento de conservación más sólido en nuestro país, su desarrollo coincide con la evolución de la legislación ambiental en México, partiendo en sus inicios de una idea de protección de elementos naturales importantes para la sociedad por razones de explotación comercial como la forestal, hasta convertirse en una propuesta integral de conservación de biodiversidad *in situ* que reconoce e incluye la participación de las comunidades humanas.

Con el establecimiento de ANP se imponen modalidades a la propiedad en aras de cumplir con un interés público, quedando obligados a su cumplimiento los propietarios, poseedores o titulares de derechos sobre tierras, aguas y bosques comprendidos en éstas.

Se requiere fortalecer este esquema de conservación mediante mecanismos que mejoren los procedimientos institucionales que conllevan al establecimiento de ANP, ya que, al ser los decretos instrumentos a través de los cuales se imponen restricciones a la propiedad, resulta necesario asegurar por todos los medios el respeto a las garantías individuales de los particulares afectados, sobre todo la que se relaciona con la garantía de audiencia.

El desarrollo urbano de las ANP es una amenaza que se acentúa en sitios con una fuerte presión por el crecimiento de las ciudades o por el desarrollo del turismo, en tal sentido es necesario fortalecer la relación intergubernamental para prevenir la adopción de Planes de Desarrollo Urbano que afecten los territorios de las ANP.

El PNCM es una de las áreas naturales protegidas amenazadas por el desarrollo urbano, lo que implicó que en el año 2000 se modificaran sus límites, reduciéndose la extensión original con que fue creada en 1939. Desde su establecimiento ha sido una de las más combatidas en juicio de amparo para dejar sin efectos la declaratoria y poder llevar a cabo desarrollos inmobiliarios como el proyecto Valle de Reyes también denominado Valle Sur.

Se ha reconocido en tribunales federales que la autoridad en materia ANP puede acudir a juicio con carácter de tercero perjudicado, así como también emitir opiniones a diversas instituciones gubernamentales cuando por obras o actividades que se pretendan realizar en predios que cuenten con una resolución judicial que deje sin efectos la declaratoria, se pueda afectar el territorio que si se encuentra bajo régimen de protección, sin que esto implique un desacato a la resolución constitucional ejecutoriada que pueda ser

sancionado dentro del esquema de repetición de acto reclamado.

Con lo que, probablemente, en estos doce años el PNCM se ha convertido, en uno de los paradigmas a seguir en materia de justicia ambiental en nuestro país, por la defensa que en los tribunales se ha realizado para conservar sus ecosistemas, logrando precedentes judiciales que a nivel nacional son relevantes por representar un camino jurídico viable para lograr la conservación de otras ANP con presiones similares.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración en la elaboración del presente trabajo a Jacobo Santander Monsalvo y Sadot Edgardo Ortiz Hernández.

LITERATURA CITADA

Azuela A., M. A. Cancino, C. Contreras y A. Rabasa. 2008. Una década de transformaciones en el régimen jurídico del uso de la biodiversidad, p. 259-282. En: CONABIO (Eds.) Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad, México. Pp. 295.

Bello-Sánchez M. de L. 2008. Análisis jurídico del caso de la contaminación genética del maíz en la sierra norte de Oaxaca. Tesis de licenciatura. Facultad de Derecho, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. Pp. 24.

Bezaury-Creel J. y D. Gutiérrez-Carbonell. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México, p. 385-431. En: CONABIO (Eds.) Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Pp. 819.

Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión, LX Legislatura, Comisión de Medio Ambiente 2007. Punto de acuerdo relativo al Plan de Desarrollo y Aprovechamiento Sustentable de la Huasteca en Nuevo León", México.

Campos-Garza L. 2008. Los González Parás: mentiras y ecocidio. Proceso 1651, México, D.F.

Carmona-Lara, M. del C. 2002. Derechos en relación con el Medio Ambiente. 2ª Ed. Cámara de Diputados, LVIII Legislatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pp. 70.

De la Maza-Elvira, R. 1999. Una historia de las Áreas Naturales Protegidas en México, p. 15-68 En: SEMARNAP-INE (Eds.) Gaceta Ecológica 51, México. Pp. 88.

Diario Oficial de la Federación. (DOF). 1917. Diario Oficial de la Federación. 27 de noviembre de 1917.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 1939. Diario Oficial de la Federación. 24 de noviembre de 1939.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 1993. Diario Oficial de la Federación. 07 de mayo de 1993.

Diario Oficial de la Federación. (DOF) 1996. 13 de diciembre de 1996.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2000. Diario Oficial de la Federación. 17 de noviembre de 2000.

Mackenzie R., F. Burhenne-Guilmin, A. G. M. La Viña y J. D. Werskman. 2004. Guía explicativa del Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la Biotecnología, serie Política y Derecho Ambiental No. 46. Unión Mundial para la Naturaleza. Pp. 318.

Reporte Índigo. 2007. No. 45. El valle de los nuevos reyes.

Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca e Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT-INE). 1996. Programa de áreas naturales protegidas de México 1995 – 2000, México, Primera Edición. Pp. 137.

Soberón J., E. Ezcurra y J. Larson. 1996. Áreas protegidas y conservación in situ de la biodiversidad en México, p. 3-13. En: SEMARNAP-INE (Eds.) Gaceta Ecológica 41, México. Pp. 80.

Villalobos, I. 2000. Áreas naturales protegidas: instrumento estratégico para la conservación de la biodiversidad, p. 24-34. En: SEMARNAT (Eds.) Gaceta Ecológica 54, México. Pp 80.



CAPÍTULO

31

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Magdalena Rovalo Merino[1], José Pérez Cantú[1], Salvador Valenzuela Pérez[1] y Mauricio de la Maza Benignos[1]

[1]Pronatura Noreste A.C.
Loma Larga 235, CP 64710. Monterrey, N.L.
mrovalo@pronaturane.org

Rovalo-Merino, M., J. Pérez-Cantú, S. Valenzuela-Pérez y M. de la Maza-Benignos. 2013. Restauración Ecológica, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 371-383.

Restauración Ecológica

Magdalena Rovalo Merino, José Pérez Cantú, Salvador Valenzuela Pérez y Mauricio de la Maza Benignos

31.1 EL CONCEPTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

El término restauración se ha aplicado de forma indistinta para diversas actividades de reforestación o de regeneración natural; conceptos que aunque similares sólo representan una parte de la restauración ya que difieren en las metas específicas que persiguen en cada caso. Hoy, dentro del marco general de la conservación de la biodiversidad, la restauración ecológica ha experimentado un nuevo pulso de interés. Este nuevo empuje busca, sobre todo, poder reaccionar -a tiempo y en las escalas correctas- ante el grave deterioro que han sufrido numerosos ecosistemas y procesos ecológicos. Para ello, pretende aprovechar, como coadyuvantes, los conocimientos científicos, socioeconómicos y humanísticos actuales. En esta nueva fase, la propia diversidad de ecosistemas en el planeta igualmente ha significado que los enfoques, métodos y técnicas para la restauración ecológica sean muy variados (Sánchez *et al.,* 2005)

La revista Ecological Restoration en su guía para someter artículos, enuncia como parte de su línea editorial, el entendimiento de restauración ecológica como un conjunto de esfuerzos diversos y multidisciplinarios que consideran aspectos ecológicos, sociales y culturales, entre otros. Por su parte, la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER) define restauración ecológica como una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (SER, 2004). A grandes rasgos, el término de restauración se da a todo aquel proceso ecológico cuya finalidad es recuperar las condiciones ambientales que prevalecieron en un sitio dado, y que por alguna causa se vieron afectados negativamente, soliendo ser las condiciones históricas punto de partida ideal para restaurar (SER, 2004).

Probablemente, las primeras acciones de restauración ecológica con este enfoque preciso, reportadas en la literatura fueron concretadas por Aldo Leopold, en 1935, en 25 hectáreas de praderas de Wisconsin, EE.UU. Por tal motivo, Leopold es reconocido como uno de los pioneros en la materia.

En la actualidad, la ciencia de la restauración ecológica tiene una amplia aplicación, tanto para el rescate de áreas afectadas por causas de orden natural como huracanes, tormentas eléctricas, incendios, avenidas y derrumbes, entre otras; como por causas de orden antropogénico como contaminación, incendios, erosión, tala, uso urbano y desmontes, por mencionar algunas. No obstante que la restauración continua siendo una técnica naciente, que en muchos lugares aún se desconoce o no se aplica, ésta, cada día gana más terreno en el ámbito de la conservación, no solamente por su importancia en la recuperación y preservación del patrimonio natural de una región, sino por su relevancia en la recuperación de los bienes y servicios ambientales que los ecosistemas aportan a las comunidades locales, por las posibilidades que brinda en la generación de fuente de empleo, y como motivo para la participación comunitaria, y componente en el proceso de educación ambiental. En esencia, restaurar un ecosistema, es devolverle en el tiempo, su estructura, composición, diversidad de especies y funcionamiento, en función de su potencial restante de la manera más cercana posible a su estado original.

31.2 PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) está localizado entre las coordenadas geográficas 26°31´00" de Latitud norte y 100° 17´20" Longitud este. Se ubica en el estado de Nuevo León, formando parte territorial de ocho municipios: Allende, García, Montemorelos, Monterrey, Rayones, Santa Catarina (con localidades como La Huasteca), Santiago (Potrero Redondo, El Manzano, Laguna de Sánchez y El Cercado) y San Pedro Garza García (La Sierra de Chipinque) con una superficie total de 177,395-95-45098 hectáreas (DOF, 2000).

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) considera al PNCM como de alto valor para la conservación, ya que se presentan zonas alternadas de bosques de pino y chaparral en condición primaria; así también le asigna una categoría alta en su función como corredor biológico ya que une áreas de bosques templados con áreas más secas al norte. Además de que puede funcionar como un límite de distribución de hábitats pues representa una barrera orográfica natural hacia ambientes interiores más secos (Arriaga *et al.,* 2000).

A pesar de ello, el PNCM ha sido afectado por la deforestación, el sobrepastoreo y los incendios forestales al grado que en algunas zonas, el suelo ha quedado expuesto a la erosión con las consecuencias que esto acarrea. Es por ello que la pérdida de vegetación, debe considerarse de mayor importancia ya que la consecuente pérdida de suelos que dicho proceso detona, ha generado una gran cantidad de áreas degradadas. En una estimación hecha para determinar las Áreas Promisorias para el Mecanismo de Pago por Servicios Ambientales (APROMSA, CONAFOR, 2011 sin publicar), se encontró que el 2.39% del área del PNCM se encontraba totalmente degradada, mientras que el 31.88% estaba en riesgo de degradación, las cifras se presentan en la Tabla 31.1 y se ilustran en la Figura 31.1.

Los Dioses Viejos le dijeron a un macehual:
Es menester que tus hijos conozcan nuestro mensaje de vida. Nuestra palabra está escrita en esta mazorca de maíz pinto; has de esforzarte en entenderla y usar de ella.
El hombre, contento, tomó la mazorca y echó a correr, pero en su prisa tropezó y la mazorca se desgranó en el suelo.
El macehual, súbitamente lloroso, quiso componerla; Pero no logró restaurar el orden original de los granos.
Había destruido el mensaje antes de entenderlo. Por eso hoy, los descendientes de ese hombre sabemos muy poco y enfrentamos un destino tan incierto.

Óscar Sánchez (2005)
Nuevos relatos antiguos (cuentos inéditos)

El Undécimo Mandamiento

Heredarás tu Santa Tierra como su fiel sirviente, conservando de generación en generación sus recursos y su productividad. Salvaguardarás tus campos de la erosión, evitarás que se sequen las aguas vivientes de tu heredad. Protegerás tus florestas de la desolación y tus colinas del excesivo pastoreo por los rebaños,

De manera que tus descendientes puedan disfrutar de eterna abundancia.

Si fallares en esa servidumbre a la tierra, tus heredades fructificarán en campos pedregosos y estériles y en barrancas inaprovechables.Tus descendientes disminuirán y vivirán en la pobreza o desaparecerán de la faz de la tierra.

Walter ClayLowdermilk

Tabla 31.1 Superficie del PNCM en base a su condición de degradación.

Tipo de áreas	ha	%
Degradadas	4,237	2.39
En riesgo de degradación	56,549	31.88
Susceptibles para ser incluidas en Pagos por Servicios Ambientales	74,898	42.22
Centros de población, áreas agrícolas y áreas de gran pendiente	41,711	23.5
Total del PNCM	**177,395**	**100.0**

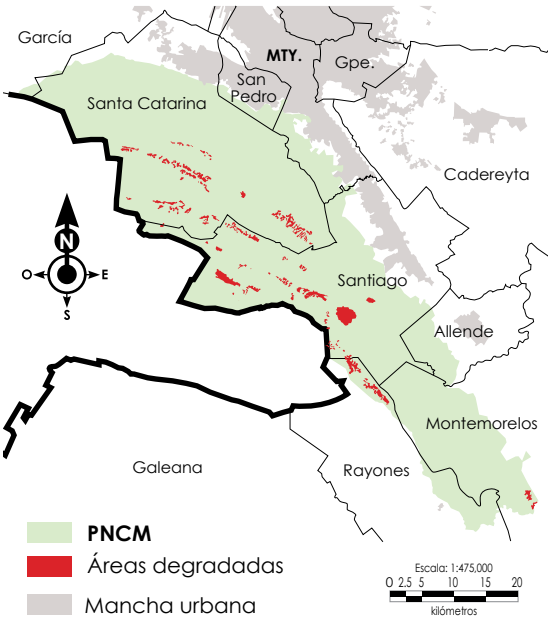


Figura 31.1 Áreas degradadas en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

31.3 ¿POR QUÉ SON IMPORTANTES LOS SUELOS?

De acuerdo a Cotler *et al.* (2007), el suelo es un cuerpo natural, distribuido como un continuo en el paisaje, con variaciones determinadas por las condiciones litoclimáticas, el drenaje, la historia geomorfológica y el uso de la tierra. Por ende, los suelos no son uniformes, sino más bien presentan una gran variedad de estructuras, texturas y clases que se ven reflejadas en las formas, tipos de vegetación, uso y demás atributos visibles que conforman el paisaje.

El suelo constituye un sistema abierto, con entradas de tipo atmosféricas y como resultado del intemperismo de las rocas y salidas que pueden ser superficiales, en forma de escurrimiento y erosión e internas como infiltración o percolación hacia capas más profundas.



Figura 31.2 Cárcavas en el predio El Refugio en Santa Catarina, N.L., dentro del PNCM.

Por otro lado, en el cuerpo mismo del suelo se producen una serie de transformaciones que involucran la presencia de microorganismos, agua, raíces, intercambio de gases, descomposición y neoformaciones, entre muchos otros procesos.

En todos los ecosistemas, los suelos cumplen con importantes funciones de las cuales se derivan los servicios ambientales, indispensables para la vida humana (Cotler *et al.,* 2007). Su función más conocida es la de soporte y suministro de nutrientes a las plantas. De ahí que la degradación del suelo esté considerada como el mayor problema ambiental que amenaza la producción mundial de alimentos y una de las principales amenazas para el desarrollo sostenible de los terrenos agrícolas (Castillo, 2004). El suelo cumple con otras funciones igualmente trascendentes como la de constituir un medio filtrante que permite la recarga de los acuíferos, influyendo también en la calidad del agua. Asimismo, constituye el medio donde se realizan los ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de los compuestos orgánicos. Como resultado de este proceso, se estima que el contenido de carbono almacenado en el primer metro del suelo es 1.5 veces mayor a aquel acumulado en la biomasa (Sombroek *et al.,* 1993), constituyendo la tercera reserva más importante de carbono (Lal, 1999). Este "secuestro" de carbono en el suelo, reduce su liberación a la atmósfera CO_2, uno de los principales gases invernadero que son responsables del cambio climático (Kern y Johnson, 1993). Desafortunadamente, como sociedad cada vez más urbanizada, hemos perdido el contacto directo con la naturaleza. En el quehacer cotidiano, las personas perdemos de vista la importancia de los suelos para nuestra sobrevivencia y prosperidad.

En general, todo uso de la tierra, que modifica el tipo y la densidad de las poblaciones vegetales originales y/o que dejan al descubierto la superficie del suelo, propicia su degradación, tal como sucede con los incendios y con la tala inmoderada sin restitución. El efecto erosivo del agua inicia cuando la vegetación es removida. Esto deja al suelo desnudo y expuesto a la acción de la energía cinética de las gotas de lluvia (Morgan, 1986). Luego, en función de las características del suelo como textura, estructura y contenido de materia orgánica, así como del relieve, se presentan alteraciones en la capacidad de infiltración, propiciando el escurrimiento superficial, causante de la erosión hídrica. Los cambios en los patrones de precipitación causados por el cambio climático afectan también la condición del suelo, especialmente en su humedad y escorrentía (SWCS, 2003).

En el caso de precipitaciones pluviales intensas, como las que se viven recientemente en el PNCM, y tomando como ejemplo específico lo ocurrido durante el huracán Alex en julio de 2010, al perderse la capacidad de infiltración del suelo, se pierden grandes cantidades del mismo, que bajan en forma de deslaves y se pierden en los ríos como el Santa Catarina. Este bien natural de la nación ya no es recuperable, pero además disminuye la vida de las presas e incrementa el costo de purificación del agua.

La erosión, causas, tipos y su restauración

En general, se habla de degradación del suelo cuando se disminuye su capacidad de mantener las plantas que lo protegen. Si ésta conlleva el desplazamiento de las partículas del suelo se presenta la erosión que puede ser hídrica o eólica, mientras que si se produce el deterioro interno del suelo se habla de degradación química o física (Figura 31.2).

Tipos de erosión

La erosión es el desprendimiento y movimiento de las partículas de suelo por efecto de las fuerzas erosivas (viento o agua). El suelo es desprendido y transportado

de un lugar y depositado en otro. Aunque la erosión puede controlarse, es imposible detenerla completamente. De acuerdo con CONAFOR (2008) se considera laminar cuando se presenta en capas delgadas por el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial. Puede ser muy efectiva en el proceso de erosión, debido a que puede cubrir grandes áreas. Puede remover gradualmente nutrientes y materia orgánica. La erosión en cárcavas es la remoción del suelo por el flujo concentrado del agua en pequeños surcos o arroyuelos.

31.4 TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN QUE SE HAN EMPLEADO EN EL PNCM

El proceso de restauración inicia con el reconocimiento del área y la identificación de los tipos de erosión, su extensión y grado de afectación. Con esta información se delinean las técnicas y prácticas de restauración que deberán contemplarse en el programa de restauración (Matos, 2009; Cuevas *et al.,* 2007; Sol *et al.,* 2002). Es casi imposible que la restauración se dé únicamente con el establecimiento de obras para el control de la erosión, de igual manera, la reforestación se ve obstaculizada, generalmente, si no se establecen previamente o a la par con ésta, obras de mejoramiento de suelos; por lo que la restauración debe realizarse conjuntamente con obras de recuperación de suelos además de la respectiva reforestación. En el PNCM se han empleado diversas técnicas de restauración de suelos, de acuerdo a la Comisión Nacional Forestal, (CONAFOR, 2008) las cuales se describen a continuación:

A. OBRAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN LAMINAR

Terrazas de formación sucesiva

Son terraplenes que se forman por el movimiento del suelo entre los bordos de tierra. Éstos, detienen el suelo que proviene del área entre terrazas, construyendo un canal de desagüe aguas abajo del bordo. Sirven para retener el suelo, favorecen una mayor retención de humedad y el desarrollo de especies forestales y vegetación natural, disminuyen la longitud de la pendiente y por tanto la erosión del suelo (Figura 31.3).

En el PNCM se han utilizado en el predio El Refugio del municipio de Santa Catarina para terrenos agrícolas abandonados que presentaban tanto erosión eólica como hídrica.



Figura 31.3 Panorámica de la parte alta de la comunidad de San Antonio de la Osamenta (dentro del PNCM), mostrando en primer plano, pérdida de la cubierta vegetal y erosión laminar.

Terrazas de muro vivo

Son terraplenes que se forman gradualmente, a partir del movimiento de suelo que se presenta en terrenos de ladera y es retenido por setos de diversas especies de árboles o arbustos que se establecen siguiendo curvas a nivel. Su función es de reducir la velocidad de los escurrimientos, propician la formación de terrazas evitando la aparición de cárcavas, aportan materia orgánica al suelo.

En el caso del PNCM se ha utilizado esta técnica tanto en el municipio de Santiago como en Santa Catarina, utilizándose especies como el maguey y el nopal.

Terrazas individuales

Son terraplenes de forma circular, trazados en curvas a nivel de un metro de diámetro en promedio. Se utilizan asociadas a la reforestación, ubicándose la planta a reforestar en el centro de la terraza. Permiten el control de la erosión, retienen y conservan la humedad en áreas localizadas favoreciendo el aprovechamiento de fertilizantes cuando estos son aplicados para estimular la reforestación. Incrementan la supervivencia de árboles en la reforestación, acelerando el desarrollo de las plantas.

Se han utilizado en el PNCM casi en todos los sitios donde se ha realizado la reforestación.

Zanja trinchera (tinas ciegas)

Son excavaciones en curvas a nivel de 0.4 metros de ancho x 0.4 metros de profundidad y 2 metros de longitud, en promedio, trazadas a "tres bolillo" y separadas con tabique divisor de 2 metros de largo. También se les denomina zanjas ciegas. Retienen azolves, conservan la humedad en áreas localizadas al favorecer una mayor infiltración del agua favoreciendo con esto el desarrollo de las plantas (Figura 31.4).

Figura 31.4 Predio El Refugio de Santa Catarina, N.L.





Sistema de zanja bordo

Son un conjunto de zanjas y bordos continuos que se construyen siguiendo curvas a nivel, en donde el volumen de excavación se coloca aguas abajo para formar el bordo. Las zanjas y los bordos disponen de diques divisores para controlar la velocidad del flujo de agua. Disminuye la velocidad de escurrimiento, favoreciendo una mayor infiltración del agua lo que permite retener humedad permitiendo el desarrollo de las plantas.

Acomodo de material vegetal muerto

Consiste en formar cordones a nivel de material vegetal muerto resultante del aprovechamiento forestal, podas, pre-aclareos, aclareos y material incendiado. El acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural.

En el PNCM se ha utilizado luego de presentarse situaciones adversas como el incendio del 2008 en que se empleó esta técnica en el municipio de Santiago en diversos sitios, asimismo se ha utilizado en áreas afectadas por plagas de descortezadores en Santiago y Santa Catarina, N.L. (Figura 31.5).



Figura 31.5 Comunidad de San Antonio de la Osamenta, Santa Catarina, N.L.

Barreras de piedra en curvas a nivel

Son un conjunto de rocas colocadas de manera lineal en curvas a nivel y de manera perpendicular a la pendiente para retener suelo en zonas con presencia de erosión hídrica laminar. Normalmente se utiliza una sección cuadrangular de 30 centímetros x 30 centímetros. Su función es de aumentar la cantidad de agua infiltrada, así como disminuir la erosión hídrica laminar favoreciendo la disponibilidad de agua para vegetación forestal, mejorando la calidad del agua.

En el PNCM se ha utilizado esta técnica en áreas de ladera con degradación ocasionada por el sobrepastoreo en el municipio de Rayones, en la localidad de La Cebolla.

B.OBRAS PARA EL CONTROL DE EROSIÓN EN CÁRCAVAS

Presas de morillos

Es una estructura conformada con postes o troncos de diámetros mayores a 10 centímetros. Esta estructura se usa temporalmente y se construye en sentido transversal a la dirección del flujo de corrientes superficiales, en cárcavas pequeñas y angostas. Disminuye la erosión hídrica, controla azolves y detiene el crecimiento de las cárcavas (Figura 31.6).

En el PNCM se ha utilizado en lugares en donde no hay disponibilidad de piedra, como en el caso de El Refugio en Santa Catarina, N.L.



Figura 31.6 Comunidad Canoas, Santa Catarina, N.L.

Presas de piedra acomodada

Es una estructura construida con piedras acomodadas, que se coloca transversalmente a la dirección del flujo de la corriente y se utiliza para el control de la erosión en cárcavas, reteniendo el suelo al mismo tiempo que incrementa la calidad del agua permitiendo el flujo normal de los escurrimientos superficiales, también conocidas como presas filtrantes.

Esta es la técnica más empleada en el PNCM para el control de cárcavas y la disminución de la velocidad de los escurrimientos. Se ha empleado tanto en Rayones, Santa Catarina y Santiago con muy buenos resultados, limitándose únicamente a contar con las piedras para construir la presa.

Estabilización de taludes

Se denomina estabilización de taludes al despalme o recubrimiento practicado en taludes laterales de cárcavas, cauces intermitentes, caminos, arroyos o ríos para evitar o disminuir la erosión y permitir el desarrollo de la vegetación. Si se logra evitar el crecimiento lateral de la cárcava al estabilizar y cubrir los taludes longitudinales de la misma, se propicia el establecimiento de la vegetación.

En el PNCM se ha utilizado esta técnica en la zona de Santa Catarina en cárcavas que se presentan en áreas de cultivo abandonadas.



Figura 31.7 Comunidad Llanitos, Santa Catarina, N.L.

Cabeceo de cárcavas

Es el proceso mediante el cual se realizan acciones en la parte inicial de una cárcava para evitar su crecimiento en longitud aguas arriba, es decir, para prevenir y detener la erosión remontante. Dicha actividad consiste en el recubrimiento con material inerte como piedras, cemento (comúnmente, denominados rápidos) o material vegetal muerto. Todas ellas, son estructuras que tienen la finalidad de amortiguar la energía de caída de la escorrentía.

Zanjas derivadoras de escorrentía

Desde el punto de vista de la conservación de suelos, las zanjas derivadoras se construyen con una sección lo suficientemente amplia para controlar y desalojar el agua de escorrentías de los caminos, las parcelas o las cárcavas. Las zanjas funcionan interceptando el agua y la conducen hacia lugares donde no provoquen daños como lagos, arroyos o cárcavas estabilizadas.

En el PNCM se ha utilizado esta técnica en el municipio de Santa Catarina para la protección de áreas degradadas desviando los escurrimientos a los arroyos presentes a los lados de éstas.

Tabla 31.2 Obras de restauración realizadas en el PNCM de 2006 a 2012.

Tipo de obra	Cantidad
Obras de conservación de suelos en general	1,756.1 ha
Mantenimiento de obras de suelos	120 ha
Terrazas individuales	216 ha
Acomodo de material vegetal muerto	875 km
Barreras de piedra en curvas a nivel	45 km
Terrazas de muro vivo	90 km
Cabeceo de cárcavas	200 m^3
Zanjas trincheras o tinas ciegas	15,500 tinas
Sistema de zanja bordo	9 km
Represas de piedra acomodada	1,072 m^3

Fuente: CONAFOR, CONANP, CPDANL, SEDESOL y Pronatura Noreste A.C.

En la figura 31.8, se muestra la localización de las acciones de conservación de suelos y también aquellos sitios dentro del PNCM en los que ha llevado a cabo la reforestación.

Viveros y reforestación

La reforestación en el PNCM se ha enfocado a las especies de coníferas ya que los encinos presentan una gran capacidad de regeneración natural e incluso los encinares tienden a crecer después de eventos de degradación como incendios y plagas, llegando a ocupar las áreas donde existían previamente pinos. Las especies que se han utilizado para esta actividad son las siguientes:

- *Pinus cembroides*
- *Pinus pseudostrobus*
- *Pinus greggi*

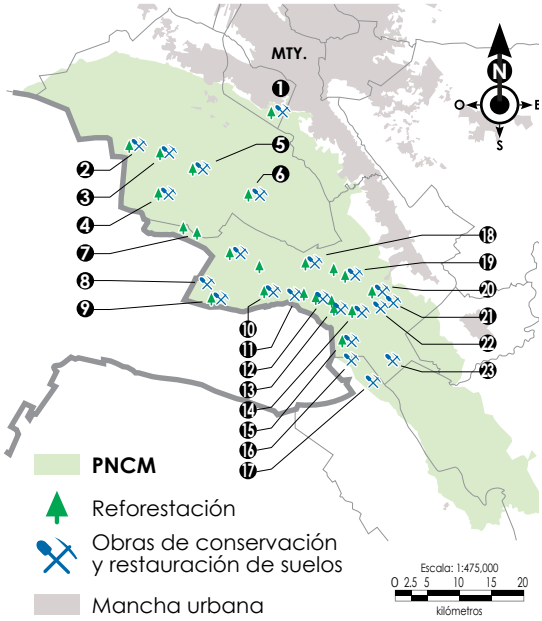
Viveros

Con la presencia de incendios forestales de gran magnitud, en los años 1998 y 2008, se ha hecho evidente la necesidad de producir planta suficiente y de calidad para la reforestación, lo que ha propiciado que se establezcan seis viveros dentro del Parque. En su establecimiento ha sido notoria la falta de material vegetativo para reforestar, ya que aunque puede existir el germoplasma, éste no se colecta. Durante el año de 2011, la Dirección del PNCM financió un estudio para el establecimiento de áreas semilleras, identificándose un total de cinco rodales en las comunidades de San Antonio de la Osamenta y el predio El Refugio en el Municipio de Santa Catarina, ambos en Nuevo León, para las especies de *Pinus cembroides* y *Pinus greggii*, respectivamente. En el caso de las comunidades de San Sebastián y Laguna de Sánchez en el municipio de Santiago se identificaron rodales para las especies de *Pinus pseudostrobus* y *Pinus teocote* para la primera, y *Pinus pseudostrobus* para la segunda, con lo que se espera asegurar la procedencia del germoplasma. Al 2012, se han colectado con apoyo de la CONANP un total de 177.5 kg de semilla.

Por otro lado, el Vivero de la Zona Militar del Área Metropolitana de Monterrey en Escobedo N.L., ha venido produciendo anualmente, entre dos y tres millones de árboles para todo el estado, de los cuales del año 2006 al 2011, se han plantado 1,538,480 pinos en el PNCM, de las especies propias del área.

Asimismo, la CONANP ha establecido cinco viveros forestales dentro de sus programas de apoyo en el PNCM, los cuales se encuentran en las comunidades de Laguna de Sánchez y San José de las Boquillas del municipio de Santiago, y en El Pajonal y San Antonio de la Osamenta en Santa Catarina, además, del de Las Caleras en el municipio de Rayones, N.L.

Figura 31.8 Sitios de reforestación y obras de conservación y restauración de suelos en el PNCM.



1	Chipinque	**12**	Laguna de Sánchez
2	EL Refugio	**13**	El Tejocote
3	Llanitos	**14**	La Carroñera
4	San Antonio de la Osamenta	**15**	EL Hondable
5	Canoas	**16**	Lagunitas
6	El Pajonal	**17**	La Cebolla
7	El Álamo	**18**	San Juan Bautista
8	Las Adjuntas	**19**	Ciénega de González
9	Mesa de Ábrego	**20**	El Manzano
10	La Peñita	**21**	La Nogalera
11	San Isidro	**22**	Puerto Genovevo
		23	Potrero Redondo

Pronatura Noreste participó como asesor en la construcción del vivero en San Antonio de la Osamenta, Municipio de Santa Catarina, Nuevo León, cuya principal función es la reproducción de especies forestales (pinos, encinos, oyamel, etc.), así como especies de magueyes, cactáceas y suculentas en riesgo de extinción.

Dentro de estos viveros apoyados por la CONANP se han producido de 2009 a la fecha un total de 199,000 plantas.

Con el apoyo inicial de la SEMARNAT y posteriormente, de la Fundación Coca Cola, se estableció un vivero comunitario en Laguna de Sánchez, el cual ha venido funcionando desde 2008 asesorado por Pronatura Noreste. Actualmente, cuenta con una capacidad de 150,000 plantas y ha dado empleo permanente a seis



Figura 31.9 Vivero del grupo de mujeres "Unidas para la Conservación" de la Comunidad de Laguna de Sánchez, Santiago, N.L.

mujeres que se han constituido legalmente con el nombre de "Mujeres Unidas para la Conservación". Al año 2012 han producido un total de 280,000 plantas (Figura 31.9).

Reforestación

Desde el año 2006 se han llevado a cabo en el PNCM trabajos de reforestación a la par con los trabajos de conservación de suelos. La densidad de reforestación ha sido en promedio de 1,000 plantas por hectárea. La Tabla 31.3 muestra las hectáreas reforestadas en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey durante el período de 2006 al 2012 por la CONAFOR, CONANP y Pronatura Noreste y sus donantes. Las obras de conservación requeridas fueron apoyadas por diferentes dependencias, entre ellas la CONAFOR, CONANP, SEDESOL, la Corporación para el Desarrollo Agropecuario y Pronatura Noreste y sus donantes.

En la Figura 31.10 se observan en forma conjunta las áreas degradadas, las obras de conservación de suelos y los sitios de reforestación entre 2006 y 2012.

31.5 CONCLUSIONES

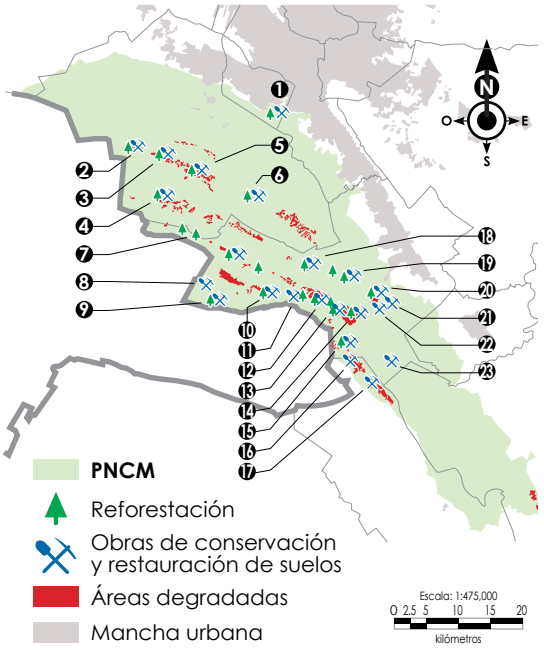
El PNCM ha sufrido diversos tipos de afectaciones tanto naturales como antropogénicas, es decir, incendios, talas inmoderadas, cambios de uso de suelo hacia modalidades no sustentables, que lo han llevado a tener un 2.4% de su superficie con áreas muy degradadas, 32.0% en riesgo de degradación y 42.2% susceptibles a recibir pago por servicios ambientales, es decir, en muy buenas condiciones. Sin embargo, el 34.4%, es decir, la tercera parte del PNCM requiere de restauración ecológica, ya que esta área protegida capta gran parte del agua que se consume en el Área Metropolitana de Monterrey.

Como se ha observado a lo largo de este capítulo, los logros en hectáreas de obras de conservación de suelos y reforestación son significativos pero insuficientes. A la fecha, se ha restaurado y reforestado el 40% de las áreas muy degradadas. Sin embargo, debe considerarse que estos trabajos requieren de mantenimiento y de una importante inversión económica, siendo a la vez una considerable fuente de empleo para los habitantes de las comunidades dentro del PNCM. El objetivo final es lograr un área protegida con comunidades vegetales totalmente restablecidas, brindando a la comunidad metropolitana servicios ambientales de captura de agua, retención de suelos y mejoras en el paisaje a la vez que como atractivo turístico genera ingresos a sus propios habitantes.

Tabla 31.3 Superficies reforestadas en el estado de Nuevo León de 2006 a 2012.

Localidad	Hectáreas
Santa Catarina	
Canoas	130
El Pajonal	170
El Refugio	47
Llanitos	25
San Antonio de la Osamenta	240
Total	**612**
Santiago	
Ciénega de González	21
Comunidad de Laguna de Sánchez	60
Copropiedad Ciénega de González	101
Ejido Laguna de Sánchez	160
El Álamo	21
El Hondable	6
El Manzano	160
El Rincón de la Ciénega	66
El Tejocote	10
La Camotera	2
La Ciénega	90
La Peñita	7
Laborcitas y El Tejocote	22
Las Cuevitas	15
Llano Largo	57
Mesitas Coloradas	20
P.P. Mesa de Abrego	50
San Isidro	10
San Juan Bautista	120
Total	**998**
San Pedro	
Parque Ecológico Chipinque	130
Total	**130**
Gran total	**1,740**

Fuente: CONAFOR, CONANP, CPDANL, SEDESOL y Pronatura Noreste A.C.



1	Chipinque	**12**	Laguna de Sánchez
2	EL Refugio	**13**	El Tejocote
3	Llanitos	**14**	La Carroñera
4	San Antonio de la Osamenta	**15**	EL Hondable
5	Canoas	**16**	Lagunitas
6	El Pajonal	**17**	La Cebolla
7	El Álamo	**18**	San Juan Bautista
8	Las Adjuntas	**19**	Ciénega de González
9	Mesa de Ábrego	**20**	El Manzano
10	La Peñita	**21**	La Nogalera
11	San Isidro	**22**	Puerto Genovevo
		23	Potrero Redondo

Figura 31.10 Sitios de reforestación y establecimiento de obras de conservación y restauración de suelos, y ubicación de áreas degradadas en el PNCM. Período 2006-2012.

31.6 LITERATURA CITADA

Arriaga, L., J. M. Espinosa, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. 2000. Coordinadores. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Castillo, V. M. 2004. La estrategia temática para la protección del suelo: un instrumento para el uso sostenible de los suelos en Europa. Ecosistemas XIII (1): enero-abril.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2008. Manual Operativo para la Restauración y Conservación de Suelos. Coordinación General de Conservación y Restauración de Suelos, Gerencia de suelos. México. Pp. 75.

Cotler, H., S. Cortina, E. Sotelo, J. Domínguez, L. Quiñones, y M. Zorrilla. 2007. La conservación de suelos como interés público. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT, México. Gaceta Ecológica 83: 5-71.

Cuevas, L., R. Cardoza, J. S. García, J. Carreón, J. A. Guerrero, J. Herrera, J. C. González, H. Olarte, M. Hernández, M. L. Lira, J. Quintero, L. Nieves, D. Tejeda, C. Sartorius y M. Vázquez.. 2007. Protección, restauración y conservación, Manual de Obras y Prácticas. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) 3a ed. Pp. 298.

Diario Oficial de la Federación. (DOF). 2000. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de parque nacional, la región conocida con el nombre de Cumbres de Monterrey, ubicada en los municipios de Allende, García, Montemorelos, Monterrey, Rayones, Santa Catarina, Santiago y San Pedro Garza García, Estado de Nuevo León.

Kern, J. S., y M. G. Johnson. 1993. Conservation tillage impacts on national and atmospheric carbon levels. Soil Science Society of America Journal 57: 200-210.

Lal, R. 1999. Global carbon pools and fluxes and the impact of agricultural intensification and judicious land use, 45-55 En: World Soils Resources Report, Prevention of land degradation, enhancement of carbon sequestration and conservation of biodiversity through land use change and sustainable land management with a focus on Latin America and the Caribbean. Proceedings of an IFAD/FAO Expert Consultation, FAO. Pp. 113.

Matos, J. 2009. Curso regional. Propuesta metodológica para llevar a cabo la restauración de ecosistemas degradados. En: Conservación de Áreas Importantes para Plantas en América Latina y el Caribe. Sto. Domingo, República Dominicana. Pp. 27.

Morgan, R. P. C. 1986 Soil Erosion and Conservation. Longman Scientific & Technical, PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) 2000. Annual Review, Nairobi, Kenia. Pp. 298.

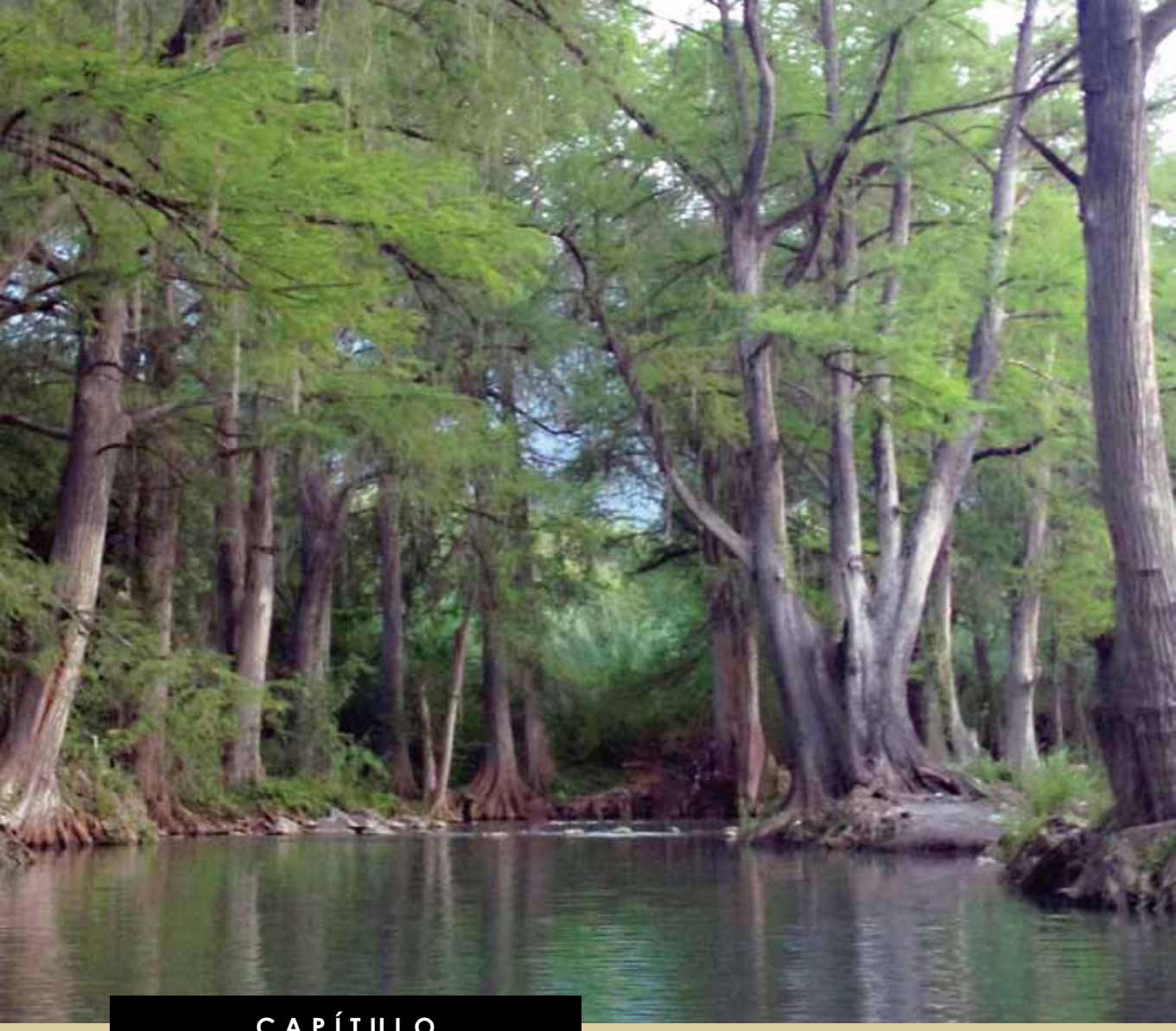
Sánchez, O., E, Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez, y D. Azuara, editores. 2005. Temas sobre Restauración. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. U.S. Fish&WildlifeService, Unidos para la Conservación, A.C. Pp. 2257.

Society for Ecological Restoration International. Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. (SER). 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org.

Sol, S. A., C. E. Zenteno, L. F. Zamora y E. Torres. 2002. Modelo para la restauración ecológica de áreas alteradas. Kuxulkab – 48 (14) Vol. VII. Revista Divulgación UJAT. México.

Sombroek, W. G., F. O. Nachtergaele y A. Hebel. 1993. Amounts, dynamics and sequestering of carbon in tropical and subtropical soils. Ambio (12)7: 417-426.

Soil and Water Conservation Society. (SWCS). 2003. Conservation implications of climate change: soil erosion and runoff from cropland. Soil and Water Conservation Society. Pp. 24.



CAPÍTULO

32

EL PAGO DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES

COMO INSTRUMENTO DE LA POLÍTICA PÚBLICA EN MÉXICO

Juan Luis Ruiz G.[1], Manuel Calderón P.[1] y Eduardo Alanís R.[2]

[1]Comisión Nacional Forestal, Gerencia Estatal de Nuevo León (Conafor-Semarnat)

[2]Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

ruizjl_79@yahoo.com.mx

Ruiz-González, J., M. Calderón-Piña y E. Alanís-Rodríguez. 2013. El Pago de los Servicios Ambientales como Instrumento de la Política Pública en México, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 385-390.

El Pago de los Servicios Ambientales como Instrumento de la Política Pública en México

Juan Luis Ruiz González, Manuel E. Calderón Piña y Eduardo Alanís R.

Los servicios ambientales (SA) o también denominados ecosistémicos, son considerados como los beneficios tangibles e intangibles que los diferentes ecosistemas brindad a la sociedad ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable. En consecuencia la base de los SA se encuentra en los componentes y procesos que integran los ecosistemas. Entre los principales SA destacan:

- La regulación del clima y el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.
- La provisión de agua en calidad y cantidad suficientes.
- La generación de oxígeno.
- Control de la erosión; generación, conservación y restauración de suelos.
- Captura de carbono y asimilación de diversos contaminantes.
- Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y las formas diversas de vida.
- Polinización de las plantas y control biológico.
- La degradación y reciclaje de los desechos orgánicos.
- La belleza del paisaje y la recreación.

¿Por qué son importantes los SA del bosque?

La subsistencia y desarrollo de toda sociedad dependen del aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales. Sin embargo, el ser humano en su carrera por conquistar y poseer, ha provocado la extinción de muchas especies animales y vegetales, y ha deteriorado su entorno natural; en muchos casos de manera irreversible. Por ello, cada vez es mayor la importancia de fomentar la conciencia sobre la relación que existe entre los recursos naturales, la salud planetaria y la especie humana. Actualmente, la naturaleza y su conservación son pilares del desarrollo sustentable y revisten importancia vital para ciudadanos, pueblos y gobiernos.

Derivado de lo anterior, es imprescindible llevar a cabo una valoración justa de los ecosistemas y los SA que éstos prestan, ya que dicha valoración permitiría que los seres humanos que habitan las comunidades indígenas y rurales mejoren su calidad de vida y conserven su riqueza natural, además de que las poblaciones urbanas comprendan que tanto su calidad de vida como sus actividades económicas dependen del estado que guardan los recursos naturales. Por ello, es un acto de sentido común que los usuarios (beneficiarios) de estos servicios ambientales contribuyamos a revertir los procesos de deterioro que los propios seres humanos hemos provocado, entre ellos, el cambio climático.

Los SA influyen directamente en el mantenimiento de la vida, generando beneficios y bienestar para las personas y las comunidades (Bermúdez *et al.,* 2000). La producción de los SA se sustenta en el buen funcionamiento de los ecosistemas, cuyos componentes y funciones dan lugar a éstos. Los bosques y el agua son los principales protagonistas del desarrollo de la vida en los ecosistemas: los primeros por fungir como los productores de una gran cantidad de funciones, y el agua por ser el líquido conductor, regulador y portador de la vida.

Los pagos por servicios ambientales surgen dentro del marco de la Cumbre Mundial de Naciones unidas por el Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kioto (PK) como parte de los mecanismos que se establecieron para contrarrestar los diversos problemas ambientales que amenazan a las poblaciones y la biosfera.

A fin de proteger la capacidad de provisión de los servicios ambientales hidrológicos, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2012) en el año 2003 puso en marcha el Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, conocido también por sus siglas PSAH, el cual se constituyó principalmente como un esquema de pagos para compensar o retribuir a los propietarios de los terrenos cuyos ecosistemas brindad los servicios ambientales, principalmente de tipo hidrológico y de conservación de la biodiversidad; lo que propicia la conservación de los bosques y selvas del país.

El programa se encuentra bajo la operación de la CONAFOR quien funge como la instancia coordinadora y responsable de canalizar los pagos a beneficiarios, monitorear y evaluar la operación del mismo.

Los recursos para el pago por los servicios ambientales provienen del Fondo Forestal Mexicano (FFM), mismo que tiene por objetivo facilitar el financiamiento y fortalecimiento productivo de los actores en el sector forestal.

Sin embargo y con motivo de ampliar el espectro en materia de apoyo por PSA, en el año 2004 CONAFOR creó un nuevo concepto de apoyo dentro de esta importante línea de conservación. El programa de Servicios Ambientales por Captura de Carbono, Biodiversidad y Sistemas Agroforestales (CABSA) se instituyó como un esquema de financiamiento adicional de conservación de los ecosistemas que se encuentran en peligro, así como de iniciar con la venta de certificados de carbono y prácticas de reconversión de sistemas agroforestales.

Desde su creación, el programa de PSA se ha distinguido por otorgar hasta por cinco años consecutivos el apoyo, lo que ha incrementado la conciencia ecológica y una mejor calidad de vida a los proveedores del servicio, así como en casos de mayor éxito un desarrollo comunitario para establecer un manejo sustentable de sus predios que les ha redituado económicamente.

Si bien es cierto que el programa ha presentado ciertos cambios a nivel operativo, su esquema básico permanece. Geográficamente, se han seleccionado con mayor certeza las áreas prioritarias gracias al manejo de los sistemas de información geográfica (SIG), lo que ha llevado a dirigir los apoyos a las áreas que se requieren conservar.

Para el caso del estado de Nuevo León, con énfasis en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), desde la creación del PSA se ha manejado que la totalidad de la superficie que comprende el Parque se incluya dentro de las zonas elegibles o prioritarias del estado. Actualmente, las 177,395 hectáreas que comprende el Parque son consideradas de vital importancia para la preservación de sus macizos boscosos y de la biodiversidad, la captura de contaminantes y la belleza escénica.

Desde el año 2003 a la fecha se han recibido de manera ininterrumpida un total de 106 solicitudes de apoyo por el programa de PSA, resultando en 36 beneficiarios al interior del PNCM. La figura 32.1, muestra la distribución de los solicitantes y beneficiarios por ejercicio fiscal.

A partir del año 2007, se observó un incremento en el número de solicitudes, no así en el número de beneficiarios. Lo anterior debido al incremento en el presupuesto para el programa a nivel nacional. Derivado de lo anterior, se realizaron promociones por radio, televisión y diversos medios de comunicación y que dieron como resultado mayor afluencia de solicitantes.

La superficie asignada para el interior del PNCM se muestra en la figura 32.2. Desde la implementación del programa en Nuevo León, a la fecha se han aprobado un total de 29,323 hectáreas, de las cuales el 47% ya han concluido con los cinco años de vigencia del apoyo, lo que se traduce en el cumplimiento por parte de los proveedores del servicio ambiental de mantener o mejorar la cubierta arbórea. Las restantes 15,473.2 hectáreas se encuentran actualmente en ejecución.

Para el caso de los recursos asignados para los beneficiarios al interior del PNCM, la figura 32.2 muestra por año de ejecución los montos asignados para la conservación de la superficie boscosa y la implementación de actividades de conservación y restauración ecológica. Es importante destacar que además de la superficie propuesta y aprobada, el incremento en el monto asignado presenta diferencia debido al valor de la hectárea en relación al salario mínimo vigente en el Distrito Federal (SMVDF), el cual cada año presenta variación.

Otro aspecto importante a considerar, es en cuanto al pago por los tipos de servicios ambientales que se otorgan para predios del PNCM. Derivado del análisis cartográfico de las áreas prioritarias publicadas por CONAFOR año con año y en las cuales se encuentra establecido geográficamente en que área elegible de servicio ambiental se encuentra la superficie propuesta, se designa si el apoyo es por servicios ambientales hidrológicos, por conservación de biodiversidad o bien, para realizar proyectos de captura de carbono. La figura 32.2, muestra la distribución de la superficie asignada al interior del PNCM por concepto de apoyo, en donde destaca que del total de la superficie comprometida, el 78% recibe apoyos para la provisión de los servicios ambientales hidrológicos y el mantenimiento de la cobertura arbórea.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son considerados espacios representativos de uno o varios ecosistemas fundamentales para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales, debido a que son importantes reservorios genéticos, paisajísticos y de bienes y servicios ambientales. No sólo aportan en términos ambientales y de conservación, también lo hacen en el ámbito económico y social. En ese sentido, las ANP son un elemento de apoyo para el desarrollo sostenible. Para el caso del PNCM, es importante mencionar que desde el 2003 a la fecha, se ha asignado el 30% del presupuesto total de recursos disponibles en Nuevo León por estos conceptos vía CONAFOR. La figura 32.3, presenta la distribución de los recursos asignados a las actividades de conservación y mantenimiento de los servicios ambientales para el PNCM. Solamente los predios ubicados en la parte del PNCM que incluyen los municipios de Allende, Montemorelos, Santiago, San Pedro y

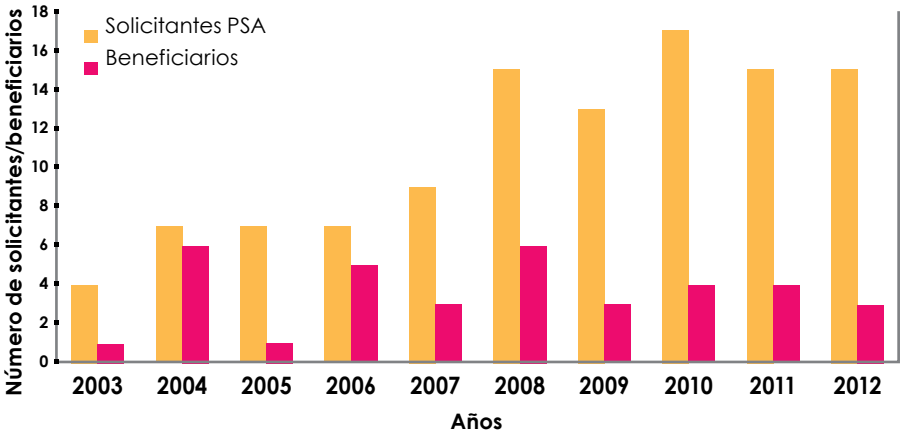


Figura 32.1 Número de solicitudes y de apoyos del Programa de Servicios Ambientales de CONAFOR dentro del PNCM.

Santa Catarina representan cerca de $50 millones de pesos asignados en relación al resto de la superficie en otros municipios, lo que enfatiza la importancia de este importante macizo montañoso para el estado y todo el país.

Los ecosistemas naturales del PNCM proveen una serie de valiosos servicios ambientales que, debido a una deficiente administración o a la carencia de incentivos económicos para conservarlos, con frecuencia acaban degradándose y en el peor de los casos perdiéndose.

El pago por servicios ambientales abarca acuerdos privados, planos de financiamiento y programas gubernamentales innovadores que son estructurados sobre la premisa que los ecosistemas naturales prestan servicios valiosos y, si son comercializados correctamente, pueden contribuir a la conservación de las fuentes de los servicios ambientales y generar ingresos adicionales para aquellas personas que quieran participar de estos esquemas de apoyo gubernamental.

A nivel global, regional y local, existe un aumento en la demanda y disposición a pagar por servicios ambientales. Hoy en día, el comprador de un servicio ambiental a menudo no es el mismo beneficiario de éste. La mayoría de los programas de PSA hasta ahora están liderados por el sector público, tanto a nivel nacional como internacional, aunque el sector privado se ha involucrado cada vez más en el pago por promover el suministro de servicios ambientales.

El PSA es una herramienta de política ambiental que se ha vuelto cada vez más importante tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo. Múltiples mecanismos de PSA están funcionando actualmente alrededor del mundo. La sociedad está cada vez más consciente de la importancia de los servicios ambientales para su bienestar, por lo que tanto el sector público como privado están invirtiendo recursos para su aplicación.

El sector privado es una fuente importante recursos para incrementar el financiamiento externo de los programas de PSA, especialmente, en los países desarrollados. Los dos mercados globales de servicios ambientales: reducciones de la emisión de carbono y conservación de la biodiversidad, se presentan como los de mayor potencial para atraer nuevas corrientes de financiamiento al sector agrario, también de los países en desarrollo. Sin embargo, a nivel local y por la importancia que representan las cuencas hidrológicas que comprende el PNCM, el desarrollo de los mercados de servicios ambientales hidrológicos aparecen como el esquema a implementar para los proveedores localizados en la parte alta de la cuenca. Este mecanismo consiste en ofertar los servicios ambientales hidrológicos de provisión del agua en calidad y cantidad a los usuarios del mismo y considerados como potenciales compradores.

Problemática para el desarrollo de un mercado de servicios ambientales

El PSA es un concepto relativamente reciente en nuestro marco legal, presente exclusivamente en las leyes y programas de gobierno en materia ambiental y de desarrollo rural sustentable. La legislación federal civil, mercantil, agraria y penal no prevé los servicios ambientales en particular, con lo cual aparece un espacio de indefinición y grandes inconsistencias entre los ordenamientos legales, sobre todo cuando se intenta precisar la propiedad de los recursos, capacidad legal de la toma de decisiones sobre los mismos y la obligatoriedad de los particulares para realizar un uso sostenible. En nuestro marco jurídico, existen dos planteamientos diferentes que coexisten y en algunos casos se contraponen: 1) La propiedad del estado sobre los recursos naturales y su responsabilidad absoluta para su conservación y uso sustentable y 2) La corresponsabilidad de las personas físicas o morales con la

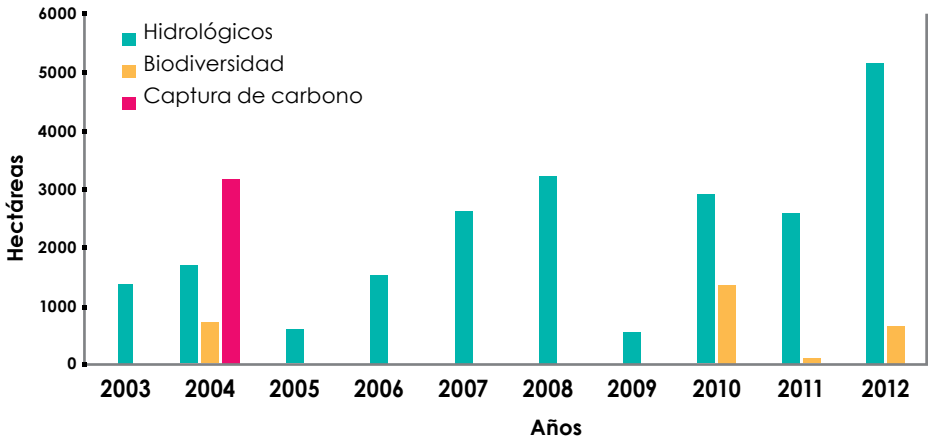
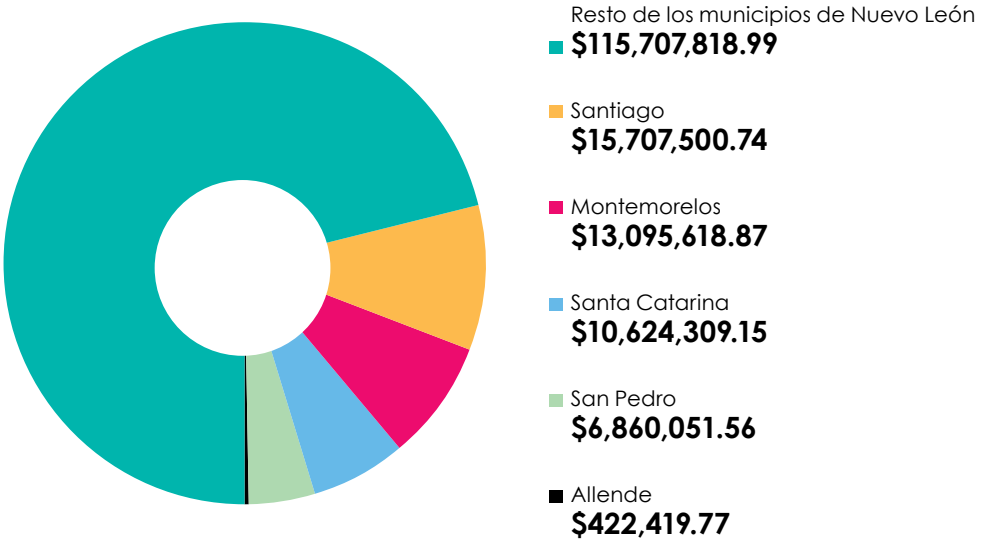


Figura 32.2 Distribución de superficie aprobada (hectáreas) por concepto de apoyo del Programa de Servicios Ambientales de CONAFOR para el PNCM.

Figura 32.3 Distribución del presupuesto total en el estado (millones de pesos) del año 2003 a 2012 correspondiente al Programa de Pago por Servicios Ambientales de CONAFOR para el PNCM.



Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Por otro lado, el desconocimiento del valor económico -sobre todo, de los servicios ambientales intangibles- ha contribuido a su deterioro, por lo cual una valoración adecuada de los beneficios ofrecidos por los recursos naturales como bienes no ambientales con precio y mercado, así como de los bienes ambientales sin precio, sin mercado y no transables, facilita el diseño e implementación de políticas acordes a las necesidades de la población urbana y rural, salvaguardando la naturaleza y los sistemas productivos que posibilitan el desarrollo.

Otro de los aspectos que obstaculiza el esquema de PSA es la pobreza en las comunidades rurales. La pobreza es una causa importante de la degradación del ambiente; por lo tanto, si se recompensa a los productores marginados por adoptar sistemas de producción compatibles con la protección del ambiente se pueden lograr la conservación ecológica junto con una reducción de la pobreza. Desafortunadamente, muchos factores que evitan o limitan la participación en un programa de PSA se relacionan con la pobreza: incertidumbre en la tenencia de la tierra, falta de título de propiedad, propiedad agrícola pequeña y falta de acceso a créditos, litigios entre ejidos y comunidades por los límites geográficos, entre otros. Es necesario establecer y diseñar los programas de PSA para maximizar la reducción de la pobreza y minimizar los posibles efectos negativos sin perjudicar el logro de las metas ambientales del programa.

Actualmente, el reto principal se encuentra en incrementar el conocimiento, la conciencia y los motivos para preservar los recursos naturales. Debe de continuar el proceso de generación de cultura ambiental que logre detener el deterioro de los ecosistemas en

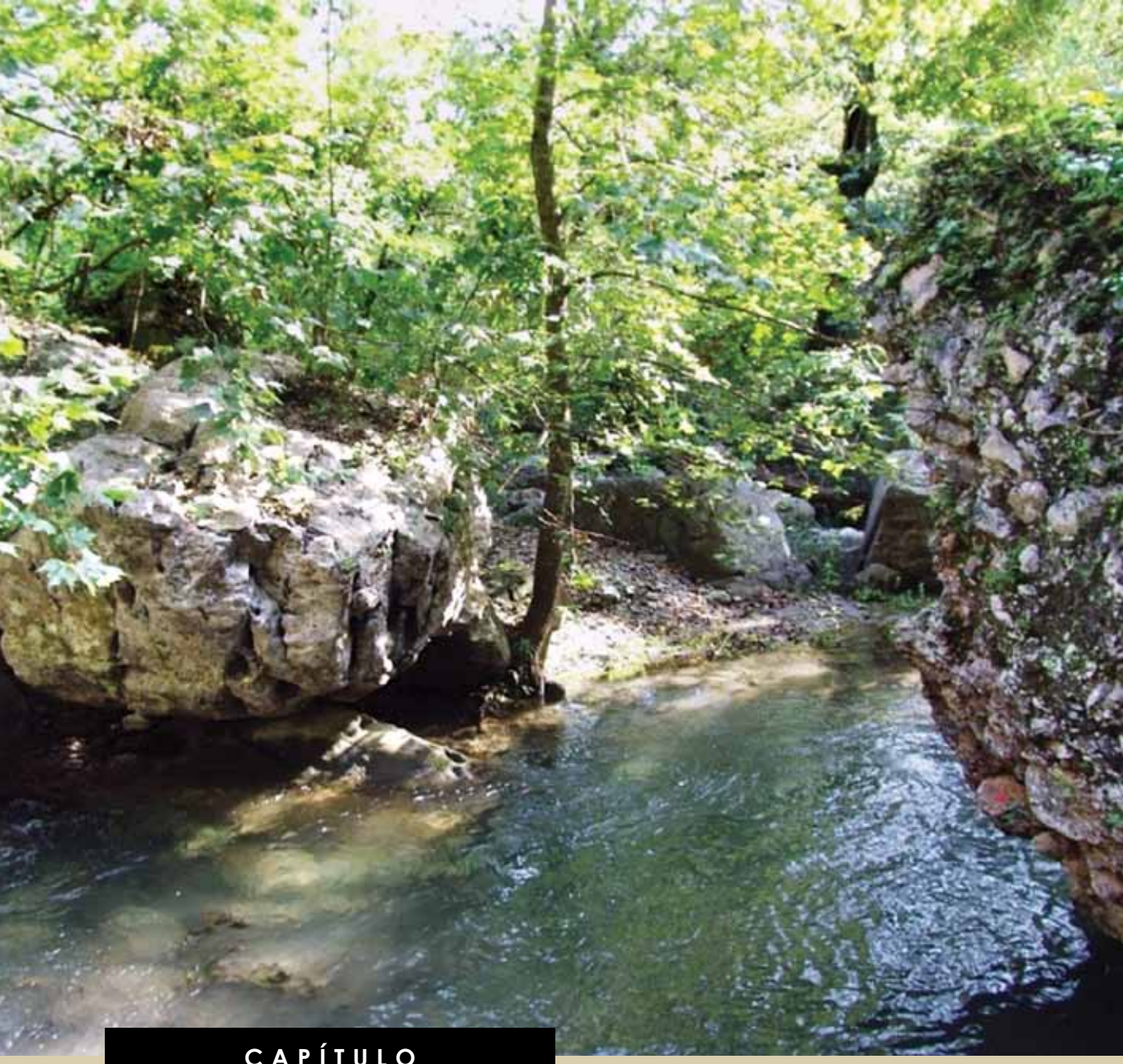
materia de preservación y, de esta manera, atenuar o incluso revertir el proceso del calentamiento global y consecuente cambio climático.

Teniendo en cuenta que el PNCM es considerado un importante generador de oxigeno pues beneficia a los más de cuatro millones de habitantes del Área Metropolitana de Monterrey, siendo asimismo, fuente de captación de agua y recarga de mantos acuíferos indispensables para abastecer a la ciudad; además de proporcionar hábitat a gran número de especies animales y plantas, los beneficiarios de los servicios ambientales son quienes de primera mano tienen la necesidad de asegurar su protección para garantizar principalmente el abastecimiento del vital líquido para las futuras generaciones, así como mitigar el efecto del cambio climático.

LITERATURA CITADA

Bermúdez, F., D. Garita y J. Rodríguez. 2000. El Bosque como proceso fundamental de los servicios ambientales. Universidad Nacional Autónoma, "Campus Omar Dengo", Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Escuela de Ciencias Ambientales, Costa Rica.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2012. Pago por Servicios Ambientales del Bosque. www.conafor.gob.mx.



CAPÍTULO

33

SERVICIOS ECOLÓGICOS

Y BIENESTAR HUMANO

Adriana N. Correa S.[1] y Alfredo Mayén M.[2]

[1]Instituto Tecnológico
y de Estudios Superiores de Monterrey,
Centro de Calidad Ambiental.
Ave. Eugenio Garza Sada 2501 sur, CP 64849.
Col. Tecnológico, Monterrey, N.L.
[2]Comisión Nacional Forestal
(Conafor-Semarnat)

ancs@itesm.mx

Correa-Sandoval, A. y A. Mayén. 2013. Servicios Ecológicos y Bienestar Humano, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 391-404.

Servicios Ecológicos y Bienestar Humano

Adriana Nelly Correa Sandoval y Alfredo Mayén Mena

33.1 INTRODUCCIÓN

El Área Metropolitana de Monterrey (AMM) es privilegiada al contar con el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) en sus inmediaciones. La presencia de esta área natural protegida (ANP) permite a sus habitantes disfrutar desde lo evidente, como es la belleza de las montañas o la moderación del clima, hasta funciones quizá menos obvias como la captación de agua para recarga de acuíferos. El entender la importancia de esta área en cuanto a captación y flujo de agua fue uno de los criterios que llevaron a su decreto original en 1939 como Parque Nacional, en una decisión de Estado que beneficia a la sociedad en su conjunto.

Dicho decreto mencionaba textualmente: *"… que las montañas culminantes del territorio nacional, que forman la división de sus principales valles ocupados por ciudades populosas y que, a la vez, constituyen la división de las cuencas hidrográficas que por su extensión contribuyen de manera considerable a la alimentación de las aguas de los ríos, formación de manantiales y lagunas de los propios valles, manteniendo constantemente su régimen hidráulico, si están cubiertas de vegetación forestal, como deben estarlo, para evitar la erosión de sus terrenos en declive y para mantener el equilibrio climático de las poblaciones que como la Ciudad de Monterrey, cuenta con un clima riguroso, con variaciones frecuentes, que es necesario atenuar para asegurar la buena salud de sus habitantes, para cuyo objeto es necesario que las montañas culminantes que rodean dicha población sean protegidas de manera eficaz en sus bosques, pastos y yerbales".*

Han pasado más de setenta años y el argumento es aún vigente. Resulta cada vez más claro que la calidad de vida en las ciudades depende fuertemente de la existencia y salud de las áreas naturales.

Los ecosistemas saludables e íntegros, a través de sus procesos, nos brindan a los humanos beneficios que nosotros hemos llamado servicios ecosistémicos o ecológicos. Los seres humanos formamos parte de los sistemas naturales. La salud humana depende de la salud de los ecosistemas (Chivian y Bernstein, 2008). Para comprender el concepto y poder continuar gozando de estos beneficios, es indispensable tener una visión de sistema. Comprender que se trata, no de elementos separados, sino de interacciones y flujos. Flujos de materia, de energía y de información, en que los elementos como el carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno que forman nuestros cuerpos, en algún momento formaron parte de la atmósfera, la lluvia, el suelo, las plantas, algún microbio, pez o ave.

Dentro del programa de conservación y manejo del PNCM (CONANP, En Prensa), destacan los objetivos de "conservar la continuidad a los ciclos y procesos naturales, la belleza escénica y en particular, la captación del recurso hídrico", y de "integrar a los propietarios, pobladores y usuarios del Parque en las acciones de planeación, conservación y desarrollo a fin de mantener la integridad de los ecosistemas, así como para mejorar la calidad de vida de los pobladores". Dicho programa refiere que el 50% del agua que abastece a los habitantes del AMM, es captada en el PNCM.

A nivel mundial, el ciclo biogeoquímico del carbono es quizá el más comprendido en los años recientes, por su papel en el cambio climático. El PNCM tiene un gran potencial en cuanto a moderación climática a nivel global, por su función ecológica en cuanto a balance de gases en la atmósfera. Además, es de importancia mayúscula la función del Parque en cuanto a moderación climática a nivel regional y local,

Aunque el concepto de servicios ambientales es reciente, podemos considerar que la idea comienza a consolidarse desde el siglo pasado. Fue en 1864, cuando George Perkins Marsh publicó su libro Man and Nature, en el que se cuestiona por primera vez la idea de que los recursos naturales sean infinitos (Marsh, 1864). Como resultado de una reunión en el Massachusetts Institute of Technology, que tenía como objetivo evaluar los problemas ambientales críticos (SCEP y Matthews, 1970), 50 expertos mundiales publicaron una lista de los servicios ambientales que se verían afectados en caso de un deterioro en el funcionamiento de los ecosistemas. Dicha lista incluía, entre otros: control de plagas, polinización por insectos, producción pesquera, regulación del clima, retención de suelo, control de inundaciones, formación de suelo, reciclaje de materia y composición de la atmósfera.

En el Programa del Medio Ambiente (PMA) 1995-2000, el Gobierno de México, a través de la SEMARNAP, mencionaba la importancia de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales, incluyendo los recursos biológicos y la biodiversidad. El Sistema de Cuentas Nacionales reconocía la importancia y el valor económico de los recursos biológicos e incorporaba a la contabilidad nacional los costos y beneficios de su uso y de su degradación o agotamiento, en términos de la capacidad futura de la economía y de la sociedad (INEGI, 1996). La falta de esta valoración ha permitido que durante mucho tiempo se hayan tomado decisiones basadas sólo en indicadores de mercado (en caso de existir información) o con base en las necesidades primarias de desarrollo. Uno de las aportaciones más importantes de este programa fue el reconocer que la riqueza de la nación posee una dimensión ecológica, de la cual generalmente, no se toma en cuenta su valor instrumental como los servicios ecológicos. Reconocía también, la necesidad de delimitar y proteger las áreas que nos brindan estos servicios, para que podamos seguir gozando de ellos en el futuro. El PMA mencionado, establecía que "para desarrollarse en forma sustentable, la sociedad tendrá que cuidar, entre otras cosas, de no comprometer el sustrato biofísico del que depende el desarrollo, para transmitir a las generaciones futuras una riqueza que, en todas sus dimensiones, no sea inferior a la que estuvo a disposición de la población actual" (De Alba y Reyes, 1998).

Robert Costanza y colaboradores (1996), en un primer intento por contabilizar la percepción del valor total de los servicios ecológicos del mundo, reunieron toda la información disponible hasta la fecha. Su trabajo integró valores de mercado y la "disponibilidad a pagar" registrada a través de diversos estudios. Los resultados se presentan agrupados por biomas. En el caso de bosques templados, el artículo reporta que la percepción de valor documentada hasta el momento de su estudio era de US $302 ha/año, e incluía los servicios ecológicos de regulación climática, formación de suelo, tratamiento de desechos, controles biológicos, producción de alimentos, materias primas, recreación y valores culturales. El valor económico total percibido para toda la biósfera es de US $33 trillones ($10^{12}$). La publicación de este trabajo causó gran polémica debido al alto valor reportado, en comparación con el Producto Interno Bruto (PIB) global.

La importancia del PNCM y su biodiversidad tiene reconocimiento internacional al haber sido incorporada por la UNESCO al Programa Man and Biosphere como Reserva de la Biosfera en 2006. En el Programa de Conservación y Manejo del mismo PNCM se puede ver aplicado el concepto actual de conservación, que implica la protección, el manejo sostenible y la recuperación de los ecosistemas y su biodiversidad, los procesos y servicios ecológicos.

Es indispensable mencionar que los sistemas naturales y la biodiversidad, se pueden valorar desde distintas perspectivas, de lo material a lo intangible; valores materiales sí, pero también éticos, culturales y espirituales. Realizar investigación sobre temas de valoración económica es indispensable para reconocer los costos de la degradación y los beneficios de la conservación.

Existen diferentes metodologías para tratar de conocer la percepción de valor que se atribuye a los ecosistemas y su biodiversidad. Quienes trabajamos en valoración económica de servicios ecológicos, debemos tener muy presente y transmitir con toda claridad, que los resultados que obtenemos son solamente indicadores del valor económico, no "el valor", puesto que en última instancia, no hay dinero que pueda sustituir a la Naturaleza.

En palabras de Grant y colaboradores (1997): "Aquellos planes de manejo de los recursos naturales basados en una buena base de información biológica, fracasarán si se excluyen los factores económicos que modifican la demanda por esos recursos. Del mismo modo, los planes de manejo basados sólo en información sobre factores económicos fracasarán cuando se excedan aquellos límites biológicos que se ignoraron en el diseño". A esta reflexión podemos agregar que es indispensable considerar también la dimensión social. Es sólo comprendiendo la integralidad de los aspectos ambientales, económicos y sociales, que podemos pretender un desarrollo durable.

La biodiversidad tiene valores que son difíciles o imposibles de medir con precios de mercado. Tradicionalmente, se han tomado decisiones sin considerar los valores ecológicos y menos aun las implicaciones sociales de los costos de la degradación ambiental. La inestabilidad de un ecosistema en el corto plazo puede ser parte esencial de su estabilidad a largo plazo. En 1974, Geist (citado por Gowdy, 1997) calculó en 70,000 millones de dólares el total del beneficio económico resultante de proteger la vida silvestre de todos los parques nacionales de EE.UU. para el turismo. Gowdy (1997) refiere un estudio realizado por T. Power para el Parque Nacional de Yellowstone, donde se encontró que las actividades recreativas generaban ingresos mucho mayores que actividades como minería, silvicultura y ganadería. Las conclusiones del estudio indicaban que la preservación de la integridad ecológica y de la biodiversidad no sólo no están en conflicto con el bienestar económico local, sino que son esenciales para éste.

Steinhoff y colaboradores, publicaron en 1987 un recuento de los diferentes valores que se han reconocido a la vida silvestre, desde 1947 hasta 1987. En su trabajo, describen un método de clasificación de los valores que los humanos percibimos de los ecosistemas y su biodiversidad (Figura 33.1), mismos que pueden resumirse de la siguiente manera:

1) Valor de uso

a) Valor de uso directo

i) Uso de consumo directo. Se atribuye valor a la biodiversidad cuando se le utiliza directamente como recurso, por ejemplo, como materia prima para alimento o construcción.

ii) Uso productivo directo. Se percibe valor en la biodiversidad cuando se utiliza, por ejemplo, el material genético de una variedad silvestre para mejorar la resistencia a enfermedades o plagas de las variedades comerciales de la especie.

b) Valor de uso indirecto:

i) No-consumo. Se atribuye valor a un área natural cuando puede ser utilizada sin que implique su consumo, como en el caso de actividades de recreación que derivan beneficios en sitios dedicados al turismo de observación; además de los beneficios económicos sociales y ambientales que se derivan de conservar las cuencas hidrológicas.

2) Valor de no uso

i) De opción. Se percibe valor en un área natural aun cuando no se decida utilizarla por el momento, considerando que quizá se le podrá dar uso en el futuro.

ii) De herencia. Se percibe valor en un área natural con sus ecosistemas y biodiversidad, que pueden ser heredados a generaciones futuras.

iii) De existencia. Muchas personas perciben valor en áreas naturales y su biodiversidad aun cuando decidan no darle uso ellos mismos ni otorgarlo a sus descendientes. Esta percepción de valor puede motivar a algunas personas a apoyar organizaciones de conservación.

La Comisión de Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, por su parte, como se puede ver en la Tabla 33.1, ordena los servicios ecológicos de acuerdo a si se trata de provisión o abastecimiento, regulación, soporte, o bien, servicios culturales (CONABIO, 2006).



Figura 33.1 Diferentes valores percibidos de los ecosistemas y su biodiversidad. Modificado de Steinhoff *et al.* (1987).

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM) fue convocada por el Secretario General de las Naciones Unidas Kofi Annan en el año 2000. Iniciada en 2001, tuvo como objetivo "evaluar las consecuencias del cambio en los ecosistemas para el bienestar humano, y establecer las bases científicas de las acciones necesarias para mejorar la conservación y el uso sostenible de dichos sistemas, de forma que continúen proveyendo los servicios que sostienen todos los aspectos de la vida humana". El Consejo de la EEM declaró en 2005 que "Todas las personas del mundo dependen de la naturaleza y de los servicios de los ecosistemas para poder llevar una vida decorosa, saludable y segura" (OMS, 2005).

El balance final de la EEM es que la actividad humana está ejerciendo una presión tal sobre las funciones naturales de la Tierra que ya no puede darse por seguro que los ecosistemas del planeta vayan a mantener la capacidad de sustentar a las generaciones futuras. Al mismo tiempo, la evaluación muestra que, con las acciones apropiadas, es posible revertir la degradación de muchos servicios de los ecosistemas en los próximos 50 años, aunque evidencia que los cambios requeridos en las políticas y en la práctica son sustanciales y lamentablemente no están en curso en la actualidad. Asimismo, el estudio concluye que "La productividad de los ecosistemas dependerá de las políticas que se apliquen, incluidas las relativas a inversiones, comercio, subsidios, impuestos y regulación".

Algunos de los estudios revisados por la EEM, muestran que la madera y la leña constituyen aproximadamente un tercio del valor económico atribuido a los bosques en países del Mediterráneo, mientras que productos forestales no maderables, actividades recreativas, caza, protección de cuencas, captura de carbono y utilización pasiva, representan el resto, llegando en algunos casos hasta el 69%. Éste, no suele ser el caso en México, donde aún no se reconoce el valor de los usos de no consumo.

33.2 SERVICOS ECOLÓGICOS Y BIENESTAR HUMANO

José Sarukhán, Miembro del Comité Directivo de la EEM, menciona que ésta va más allá del clásico enfoque multidisciplinario limitado a las ciencias naturales, ya que incluye los elementos social, económico y cultural, relacionando el estado y la conservación de los ecosistemas -con la biodiversidad como un componente central- al bienestar social. La EEM busca elevar la percepción de que es necesario valorar en las cuentas nacionales a los servicios que los ecosistemas prestan a la sociedad (Sarukhán, 2008). Como se observa en la Tabla 33.2, la disminución de la desigualdad social, el bienestar humano y un futuro de desarrollo sostenible, dependen fundamentalmente del manejo racional y la conservación de los ecosistemas del planeta.

Como observa Correa-Pérez (2012), el esfuerzo de CONABIO, en este sentido es en extremo valioso; sin embargo, a nivel mundial, el conocimiento en esta área es aún incipiente y se requiere de mucha mayor profundización para comprender en detalle los vínculos entre los sistemas naturales, su manejo y los efectos sociales resultantes de su alteración.

Ecoturismo

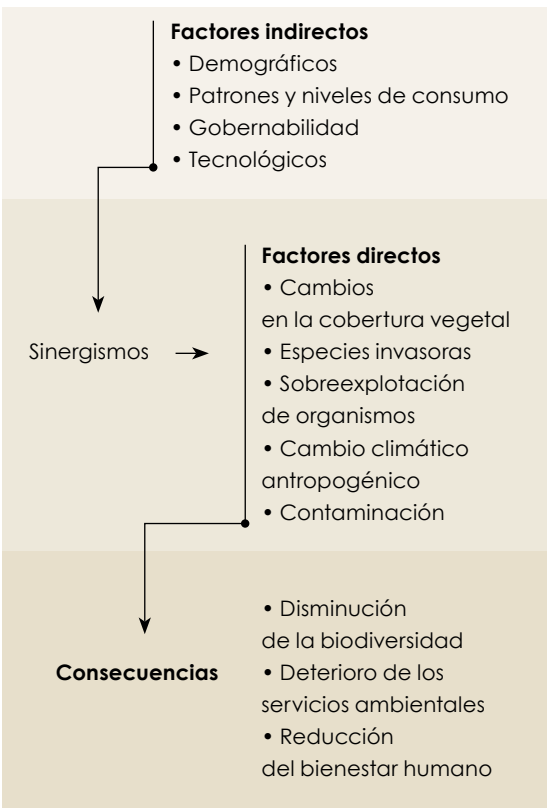
La UICN (Unión Mundial para la Naturaleza) define al ecoturismo como "aquella modalidad turística ambientalmente responsable consistente en viajar o visitar áreas naturales sin causar relativamente ningún disturbio, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisaje, flora y fauna silvestres) de dichas áreas, así como cualquier manifestación cultural (del presente y del pasado) que puedan encontrarse ahí, mediante un proceso que promueva la conservación, tenga bajo impacto ambiental y cultural y propicie un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales". El ecoturismo puede convertirse en un factor significativo para conservar el medio ambiente, siempre y cuando esté bien adaptado al medio y a la sociedad locales mediante la cuidadosa planificación y gestión de las actividades considerando los factores ecológicos, sociales y económicos de la región (Díaz-Ordaz y Robles, 2000).

Vincular el turismo con la conservación requiere según Groom *et al.,* (1997), que la utilidad económica de los inversionistas corra paralela a cuando menos tres metas adicionales. Ellos afirman que "un programa de turismo-conservación debe extender –idealmente- los beneficios económicos del desarrollo a una base amplia de la población humana mediante el empleo, percepciones de compensación o el desarrollo de servicios sociales." Asimismo, proponen

Tabla 33.1 Beneficios que recibimos de los ecosistemas. Tomado de CONABIO (2006).

Servicios de provisión o abastecimiento	
Alimentos	Madera y fibras
Agua dulce	Combustible
Servicios de regulación	
Del clima (protección contra eventos externos, como inundaciones)	Regulación de polinizadores
	Enfermedades
Control de erosión	Purificación del agua
Servicios de soporte	
Reciclado de nutrientes	Formación de suelo
	Productividad primaria
Servicios culturales	
Estéticos	Espirituales
Recreativos	Educativos

Tabla 33.2 Factores directos e indirectos responsables de los cambios en la biodiversidad, sus servicios ambientales y las consecuencias para el bienestar humano. Tomado de CONABIO (2006).



apoyar la investigación de los efectos de la actividad humana y crear en los visitantes el deseo de contribuir al sostenimiento del ANP después de su visita, ya sea mediante donativos o promoción. Son actividades muy comunes en modelos de ecoturismo: las veredas interpretativas (con información acerca de la flora y fauna del lugar), observación de fauna migratoria, residente o endémica de los diferentes lugares, equitación, vela y ciclismo. En algunos casos, ciertas actividades en vehículos de motor podrían llegar a ser demasiado ruidosas y contaminantes como para incluirse dentro del concepto de ecoturismo.

Polinización

De acuerdo a la FAO (2012) aproximadamente el 35% de los cultivos agrícolas dependen para su polinización de insectos, aves o murciélagos; este servicio ecológico beneficia también a plantas medicinales.

La actividad comercial agrícola o forestal usualmente requiere que los individuos crezcan o florezcan al mismo tiempo o presenten características similares de tamaño, color o sabor; esto es, cierta uniformidad genética que a la vez implica alta vulnerabilidad ante enfermedades, plagas o cambios en temperatura, humedad o cualquier otra condición ambiental. Debido a que en las ANP se mantienen procesos ecológicos como la reproducción sexual de las plantas con flores, a través de la polinización y gracias a la diversidad genética resultante, que es clave para la resistencia a enfermedades y plagas y para la adaptación de poblaciones a cambios ambientales, y debido también a que es indispensable mantener poblaciones silvestres de las especies que se utilizan de manera comercial, la polinización es uno de los servicios ecológicos más relevantes provistos por las áreas protegidas. Por ello, la conservación de la salud e integralidad de los ecosistemas del PNCM es clave para la salud de los sistemas naturales y agrícolas de las áreas circundantes. El Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Nuevo León (Gobierno de Nuevo León, 2010) evidenció la polinización como uno de los servicios ecológicos de mayor prioridad y vulnerabilidad ante los escenarios de cambio climático en el estado.

Especies de importancia medicinal o alimenticia

Entre las especies con potencial medicinal del PNCM se encuentran: *Poliomintha* spp. (orégano), *Tagetes lucida* (hierbanís), *Chrysactinia* mexicana (falsa damiana) y *Equisetum laevigatum* (cola de caballo).

Asimismo, se encuentran especies con propiedades alimenticias en forma directa o como materia prima para la fabricación de jaleas: *Crataegus* spp. (tejocotes), *Celtis pallida* (granjeno), *Prunus arménica* (chabacano); también especies cultivadas para tales fines como *Pyrus malus* (pera), *Cydonia oblonga* (membrillo) y *Prunus pérsica* (durazno).

Tabla 33.3 Especies de flora del PNCM en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010		Distribución
Agave victoria-regina	P	Peligro de extinción	Endémica
Picea martinezii (pinabete de Nuevo León)	P	Peligro de extinción	No endémica
Pinus catarinae (piñón de Catarina)	Pr	Protección especial	Endémica
Escobaria roseana (biznaga Escobar de espinas doradas)	Pr	Protección especial	Endémica
Coryphantha poselgeriana (biznaga partida de Poselger)	A	Amenazada	Endémica
Mammillaria plumosa (biznaga plumosa)	A	Amenazada	Endémica
Echinocereus reichenbachii (órgano pequeño de colores)	A	Amenazada	Endémica

Especies de importancia forestal

Es importante reiterar la relevancia del PNCM para la conservación de poblaciones silvestres que mantengan la diversidad genética y eventualmente puedan enriquecer la de plantaciones en sitios fuera del ANP. Dentro del polígono del PNCM se presentan especies de importancia comercial como: *Quercus* spp. (encinos), *Pinus* spp. (pinos), *Cupressus arizonica* (cedro), *Juniperus deppeana* (enebro).

La Tabla 33.3, muestra las especies de flora presentes en el PNCM e incluidas con alguna categoría de riesgo de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres (DOF, 2010). La protección del PNCM permite el servicio ecológico de la conservación *in situ* de esta biodiversidad amenazada, de una manera tal que se mantienen procesos ecológicos vitales.

Vegetación riparia

Como se ha mencionado, los servicios ecológicos son producto del funcionamiento de ecosistemas sanos e íntegros. No ocurren de manera aislada, están vinculados entre sí, puesto que son el resultado de procesos de sistemas, de manera integral. Esto es particularmente evidente cuando se analiza la función ecológica de la vegetación riparia, que retiene suelo, permite la infiltración de agua, la recarga de acuíferos, la moderación de escurrimientos superficiales y la retención de sedimentos; contribuyendo así al control de inundaciones. Aunado a ello y a la belleza escénica, la vegetación riparia cumple la función de ser corredores biológicos de primera importancia, contribuir al balance de gases en la atmósfera y a la moderación climática global y local, además de proporcionar alimento, refugio y hábitat para la fauna y constituir corredores biológicos por excelencia. En programas de ordenamiento territorial como el de Cuenca de Burgos y el de Laguna Madre de Tamaulipas, los modelos de servicios ecológicos consideran la vegetación riparia como uno de los criterios más relevantes a proteger, por la importancia de los beneficios que brindan para el bienestar humano en el corto, mediano y largo plazo.

Control de inundaciones

Los servicios ecológicos están ligados entre sí y son resultado, como hemos dicho, del funcionamiento de ecosistemas sanos e íntegros. Al analizar el ciclo hidrológico y los ciclos biogeoquímicos observamos que agua, suelos, atmósfera y biodiversidad se encuentran indisolublemente vinculados; por ello hablamos de sistemas, de eco-sistemas. La salud de los ecosistemas en las cuencas de captación, en particular su cubierta vegetal, se verá reflejada en su capacidad de infiltración, de recarga de acuíferos, y en la calidad, cantidad y velocidad de los escurrimientos superficiales. El suelo con su cubierta vegetal natural, se verá protegido de la energía cinética de la precipitación; además de tener, gracias a las raíces y comunidad biótica, la estructura y porosidad que facilitarán la infiltración. Por otra parte, los suelos deforestados reciben todo el impacto de la precipitación y se hacen vulnerables a la erosión. Así, la misma intensidad y cantidad de lluvia, en el mismo lugar, pero que ha sido desprovisto de su cubierta vegetal, provocará la disgregación y arrastre de suelos, mayor volumen y velocidad de escurrimientos superficiales y mayor arrastre de sedimentos. Esto se traduce en inundaciones y azolvamiento aguas abajo, además de una notable disminución en la recarga de acuíferos. Es claro entonces que la diferencia entre el agua como recurso y el agua como desastre dependerá en gran medida del manejo que nosotros los humanos demos a las cuencas de captación, como es el caso del PNCM.

A nivel mundial, el reconocimiento de esta función y servicio ecológico ha llevado a acuñar el término "infraestructura verde" (TNC, 2005; GRITT, 2007; EPA, 2010), en proyectos que buscan conectar ANP, recuperar funciones hidrológicas y ecológicas y reducir los impactos de la fragmentación y pérdida de ecosistemas.

A nivel estatal, es cada vez más relevante reconocer, apreciar y conservar la capacidad de nuestras cuencas para la infiltración de precipitaciones, recarga de acuíferos, retención de suelos y moderación de escurrimientos superficiales.

Servicios ecológicos y cambio climático

El Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Nuevo León (Gobierno de Nuevo León, 2010), en su capítulo sobre manejo adaptativo para la conservación de ecosistemas y biodiversidad ante el cambio climático (Cabral *et al.,* 2010) identifica los tres servicios ecológicos de mayor prioridad de conservación para Nuevo León: ciclo hidrológico, retención de suelos y polinización. Para ello, se diseñó y aplicó una metodología en la cual se solicitó a los expertos participantes identificar los objetos de conservación considerando los criterios de vulnerabilidad ante los retos del cambio climático, los factores climáticos de mayor afectación, los atributos ecológicos más vulnerables, la hipótesis de cambio previsto y la prioridad de conservación.

A continuación se presentan, adaptadas de Cabral et al. (2010), algunas de las estrategias generales de manejo para enfrentar los retos del cambio climático propuestas por el grupo de trabajo, que tienen relación con el PNCM:

Ciclo hidrológico

- Identificarlas principales causas y puntos de alteración de captación y flujo de agua en las cuencas del estado y, con base en el análisis de los escenarios prospectivos de modelación climática y disponibilidad de agua, ubicarlos ecosistemas más vulnerables a estas alteraciones en el marco del cambio climático.
- Con base en un análisis de cambio de uso de suelo y prospectivas de erosión, diseñar programas de restauración específicos para los sistemas identificados como más vulnerables.
- Proponer medidas para corregir las alteraciones que impiden la infiltración y la buena calidad de las escorrentías superficiales.
- Involucrar a los dueños de la tierra en el desarrollo de planes de manejo para la conservación de

la vegetación riparia y los ecosistemas de media y baja montaña.
- Realizar diagnósticos de la condición actual de la vegetación riparia, en especial los sabinales.
- Manejar integralmente las cuencas, para evitar deterioro en el caudal ecológico.
- Implementar un manejo integrado de los cauces en las partes altas de las cuencas, con el fin de mantener el flujo aguas abajo y recuperar las condiciones de humedad que mantienen a la vegetación riparia.
- Crear un programa coordinado entre autoridades federales, estatales, municipales que involucren a los vecinos y sociedad civil, para la recuperación y protección de la funcionalidad hidrológica y ecológica de los lechos de los ríos, cauces secos, arroyos y cañadas.
- Crear un comité interdisciplinario dentro del gobierno responsable de evaluar las solicitudes municipales de las obras públicas de canalización de las escorrentías superficiales (urbanas y rurales), con el objetivo de controlar la práctica indiscriminada de recubrimiento con concreto de lechos de los ríos, cañadas, arroyos intermitentes, laderas, entre otros.

Retención de suelo
- Identificarlas principales causas de degradación y pérdida de suelo.
- Con base en un análisis de cambio de uso de suelo y prospectivas de erosión, proponer programas de restauración en las zonas identificadas como prioritarias.

Polinización
- Diseñar e implementar un programa estatal para la conservación de los polinizadores que conjunte esfuerzos de los sectores público y privado involucrados en la producción agrícola y la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Este programa debe incidir en actividades de investigación y monitoreo, en la implementación de medidas que contribuyan a mitigar la declinación de los polinizadores a través de diversas actividades estratégicas que involucren a la academia, los gobiernos locales, los productores agrícolas y la sociedad en general.
- Promover el manejo integrado de plagas y enfermedades en plantas para reducir el uso de plaguicidas agroquímicos.
- Adecuar la legislación en cuanto al uso de pesticidas y actualizarla ante el contexto del cambio climático.
- Identificar y proteger los corredores de néctar requeridos por los polinizadores durante sus migraciones.
- Analizar las acciones específicas recomendadas por la FAO para la conservación de los polinizadores e implementar las que apliquen a Nuevo León.
- Realizar programas de sensibilización y educación ambiental sobre la importancia de los polinizadores a nivel municipal, coordinados por el Gobierno del Estado y asesorados por universidades, dependencias ambientales federales y Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC), dirigidos al sector agrícola, a escuelas y a la sociedad civil.

Retención de suelos y salud humana
En su conferencia magistral para la Cátedra Andrés Marcelo Sada en el año 2002, Paul Ehrlich, mencionó que el suelo, la biodiversidad y la disponibilidad de agua dulce son las tres formas de capital natural que estamos perdiendo de manera más acelerada. Uno de los grandes problemas causados por la pérdida del servicio ecológico de retención de suelos, es la liberación de partículas a la atmósfera. Los efectos a la salud causados por partículas suspendidas en la atmósfera varían dependiendo del diámetro de la partícula, pues éste determina qué tan profundo pueden penetrar. Las partículas entre 7 y 11 micras irritan las vías respiratorias altas, las que miden entre 4.7 y 7 micras llegan a nivel de faringe y facilitan infecciones y alergias, mientras que las menores a una micra pueden causar mayor daño, pues penetran hasta los alvéolos pulmonares y pueden afectar el intercambio gaseoso (Morales-Aguilera, 2001; Bravo *et al.,* 1992). Todas ellas pueden desencadenar reacciones asmáticas. Además, no sólo las partículas en sí mismas causan irritación y favorecen enfermedades, sino que pueden llevar adsorbidas sustancias con las que hayan tenido contacto durante su transportación por el aire, incluso cancerígenos (Vogel *et al.,* 1996).

En el Instituto de Efectos sobre la Salud de Cambridge, Massachusetts, se realizó un estudio que demuestra que el aumento en los niveles de partículas suspendidas en el aire es causa de muerte prematura y mayor necesidad de hospitalización para personas de edad avanzada y con enfermedades crónicas de corazón y pulmón. Otros estudios demuestran que inhalar partículas menores a 2.5 micras (PM 2.5) puede agravar casos de asma y otros trastornos respiratorios, llegando a causar incluso la muerte prematura (Fialka, 1999).

Usos de la vegetación
A partir del siglo pasado, la extracción y venta de madera comenzó a ser una actividad importante para el ejido

La Trinidad y las comunidades de Laguna de Sánchez y de San Antonio de la Osamenta dentro del PNCM. En 1842, algunos propietarios particulares ya explotaban para uso comercial las maderas del Parque.

Dentro de las prácticas comunitarias de manejo del bosque, se encuentran aquellas efectuadas en las áreas incendiadas, donde, según Madero-Farías (2000), 69% de la población realiza prácticas de reforestación, 1% las utiliza, 13% las abandona y 3% usa la madera. Esta última práctica evita posteriores incendios, además de proveer materias primas que sirven como combustible y material de construcción.

Los recursos forestales no maderables pueden agruparse en cinco categorías según el uso que se les da: vegetales alimenticios, plantas medicinales, vegetales para otros usos; animales alimenticios y animales silvestres para otros usos.

De las especies vegetales alimenticias, algunas tienen demanda en el mercado, como el pino piñonero, cuyas semillas son recolectadas por 56% de la población del Parque (Madero-Farías, 2000.) debido al valor comercial que representa su cosecha, y el maguey, del cual se colecta su tallo (piña) para elaboración de mezcal y miel de maguey (Noriega *et al.,* 2000).

No existe un registro histórico acerca del uso local de las plantas medicinales de la región (orégano, poleo, laurel, etc.), pero a partir de las últimas décadas se ha observado un comercio incipiente.

En cuanto a los vegetales con usos varios, la madera de encino constituye uno de los combustibles más importantes, ya sea como leña o carbón. La siembra de árboles para sombra -muchos de los cuales son de especies nativas-, es una práctica común.

Entre las especies de matorral más utilizadas como fuente de leña y carbón están: barreta, abrojo, mezquite, ocotillo y ébano; tenaza y chapote son utilizados, en primer lugar, para la carpintería, mientras que crotón, chapotillo, barreta, panalero y guayacán son las especies más utilizadas como alimento de ganado.

El mismo efecto se produce en las asociaciones de encinares y coníferas. En cañones y cerros donde la vegetación de encinos y pinos es densa es común encontrar tocones de ambos géneros que han sido derribados y trozados en el mismo sitio. En los cañones es frecuente presenciar el apilamiento de trozas de encino y pino con diámetros menores a los permitidos para producción maderera.

Debido al valor comercial que representa la cosecha de la semilla de coníferas y a que su recolección no es supervisada, la extracción excesiva (temporada e intensidad) perjudica la capacidad de regeneración del bosque, empobreciéndolo, ya que se cosecha la semilla de mejor calidad, privando al bosque de ella (Flores-Olvera, 1983).

Apreciación, Valoración, Reciprocidad

Cuando el estado reconoce la importancia que para la sociedad representan los beneficios que brinda la conservación de un área, el gobierno puede decretar su protección legal, de manera que se impida la realización de actividades que puedan poner en riesgo su capacidad para seguir proporcionando los beneficios que llevaron a su protección. Sin embargo, en algunos países ese decreto va acompañado de la compra de tierras, mientras que en otros -como México- la propiedad de la tierra se mantiene (sea privada, comunal, estatal o federal). Así, los dueños de la tierra en áreas ANP, tienen la obligación legal de conservar la capacidad de sus propiedades de seguir brindando servicios ecológicos a la sociedad, mientras que los ciudadanos que reciben estos beneficios tradicionalmente no tienen incentivos legales para corresponder en reciprocidad al beneficio recibido.

Entre las herramientas legales de protección de tierras privadas se puede destacar la Servidumbre Ecológica, que es un contrato entre al menos dos propietarios, en virtud del cual uno o los dos limitan voluntariamente los usos sobre sus terrenos, con el objeto de conservar la capacidad de éstos se seguir prestando servicios ecológicos (Gutiérrez-Lacayo *et al.,* 2002).

Existe otra serie de instrumentos cuya finalidad es incentivar la conservación. Los instrumentos económicos nacen de la Reforma a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en 1996. Los artículos 21 y 22 de la LEGEEPA definen los instrumentos económicos que estimulan la participación de la sociedad en la protección al medio ambiente. Se considera instrumentos económicos a los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el ambiente.

A nivel mundial, también existen ejemplos notables de intentos por incentivar la conservación. En la quinta reunión de la Conferencia de la Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica, en Kenya (CBD, 2005), se adoptó la perspectiva del ecosistema (The Ecosystem Approach). Se trata de una estrategia para el manejo integrado de la tierra, el agua y los recursos vivos, que promueve la conservación y el uso sostenible de manera equitativa. Con este enfoque ecosistémico, se intenta evitar los incentivos perversos, que alientan la degradación de la biodiversidad y resultan en el derroche del dinero público en acciones que están en conflicto con los objetivos de uso sostenible.

En 2003 dio inició en México el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA) Hidrológicos, como un importante esfuerzo por "reducir la conversión de la cobertura forestal por medio de una compensación económica a los dueños de los bosques" (Chagoya e Iglesias, 2009) (Figura 33.2).

En este sentido, el Subprograma de Manejo del Programa de Conservación y Manejo del PNCM de la CONANP, "sugiere buscar el pago de incentivos con el fin de que determinados actores conserven un recurso natural particular" y menciona que el valor del incentivo económico óptimo será el que iguale el costo de oportunidad que "se iguale a la suma de los valores ambientales producidos a la sociedad por ese recurso".

En la práctica, el monto establecido por el PPSA de la CONAFOR en México ha quedado lejos de los costos de oportunidad reales que enfrentan los dueños de predios proveedores de servicios ecológicos. La iniciativa gubernamental de reconocer, apreciar y pagar por los servicios ambientales aportados por los ecosistemas ha sido en extremo importante, indispensable y loable. Sin embargo, es necesario que seamos los ciudadanos, beneficiaros de dichos servicios, quienes reconozcamos los costos económicos de la degradación de los ecosistemas y los beneficios de su conservación, y estemos dispuestos a invertir en dicha conservación.

Afortunadamente, existen importantes e innovadoras iniciativas ciudadanas, como por ejemplo los Fondos de Agua, que buscan asegurar la protección de las cuencas de captación. En el marco del Foro Mundial del Agua 2012, en Marsella, se dio a conocer el Manual Fondos de Agua: Conservando la Infraestructura Verde. Guía de Diseño, Creación y Operación (Calvache *et al.,* 2012), que reúne las experiencias de The Nature Conservancy y sus socios en la creación de esta herramienta de conservación. Algunas de las acciones de conservación incluyen la creación y fortalecimiento de los sistemas de ANP públicas, la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales, el apoyo financiero y técnico de sistemas agrícolas y pecuarios más amigables con el medio ambiente, así como mejoras en la productividad y proyectos comunitarios.

En abril de 2011 se reunieron en Cali, Colombia, representantes de 10 países de América Latina para compartir experiencias y lecciones aprendidas de casos exitosos como Agua Somos, Fondo de Agua de Bogotá, Fondo Nacional del Agua -FONAG- en Quito. Un caso particularmente exitoso es el Fondo de Agua por la Vida y la Sostenibilidad, del Valle del Cauca, en Colombia, donde se protegen las microcuencas que drenan al Río Amaime mediante el trabajo colaborativo de los dueños de las tierras altas y los usuarios del agua cuenca abajo, financiado por las asociaciones de productores de caña (Vallejo y Arias, 2012). En este caso prevalece la visión de sistema y trabajo colaborativo, lo que permite la armonización entre la calidad de vida, la calidad ambiental y el desarrollo económico y social.

Otro ejemplo exitoso es el de la ciudad de Nueva York, Estados Unidos, que protege la cuenca que le abastece de agua, e invierte en la conservación de la salud de sus ecosistemas forestales. Se trata de un esfuerzo colaborativo en el cual participan entre otras organizaciones, The Nature Conservancy (TNC), el Centro de Conservación y Desarrollo de Catskills, el Departamento de Conservación Ambiental del estado de Nueva York, el Departamento de Protección Ambiental de la Ciudad de Nueva York (DEP), el Instituto de Espacios Abiertos (Open Space Institute, USA) y los propietarios privados de las tierras. Todos los actores colaboran en la conservación de los ríos, las represas y los arroyos de las cuencas que abastecen a la ciudad y a sus ríos urbanos, contribuyendo a la salud y bienestar de las comunidades humanas y naturales.

Como observan Mellillo y Sala (2008), no siempre fue así. Hace algunos años, la calidad del agua que recibía la ciudad había disminuido hasta llegar por debajo de los estándares permitidos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés). Las autoridades de la ciudad encontraron que se requería una inversión inicial de entre seis y ocho mil millones de dólares en plantas de tratamiento, más, aproximadamente, US $300 millones de dólares anuales en costos de operación. Un análisis más profundo hizo evidente que una inversión única de mil millones de dólares en la restauración de la cuenca de Catskills, devolvería a ésta su capacidad de brindar los servicios ecológicos de purificación que se buscaba con las plantas de tratamiento. En 1977 se reunieron los fondos necesarios para compra de tierras, implementación de servidumbres ecológicas, subsidios a sistemas de purificación y compensación a otros propietarios por restricción en otros usos.

Este caso ilustra cómo los ciudadanos organizados pudieron proteger su abasto de agua al conservar su cuenca, ahorrando miles de millones de dólares en el proceso. Al hacerlo, protegieron también otros servicios ecológicos de relevancia, como el control de inundaciones, el balance de gases en la atmósfera y la belleza escénica, lo cual genera beneficios adicionales, tanto económicos como sociales y, evidentemente, ambientales.

Programa Federal de Pago por Servicios Ambientales

A partir de 2003, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) inició la promoción de pagos por servi-

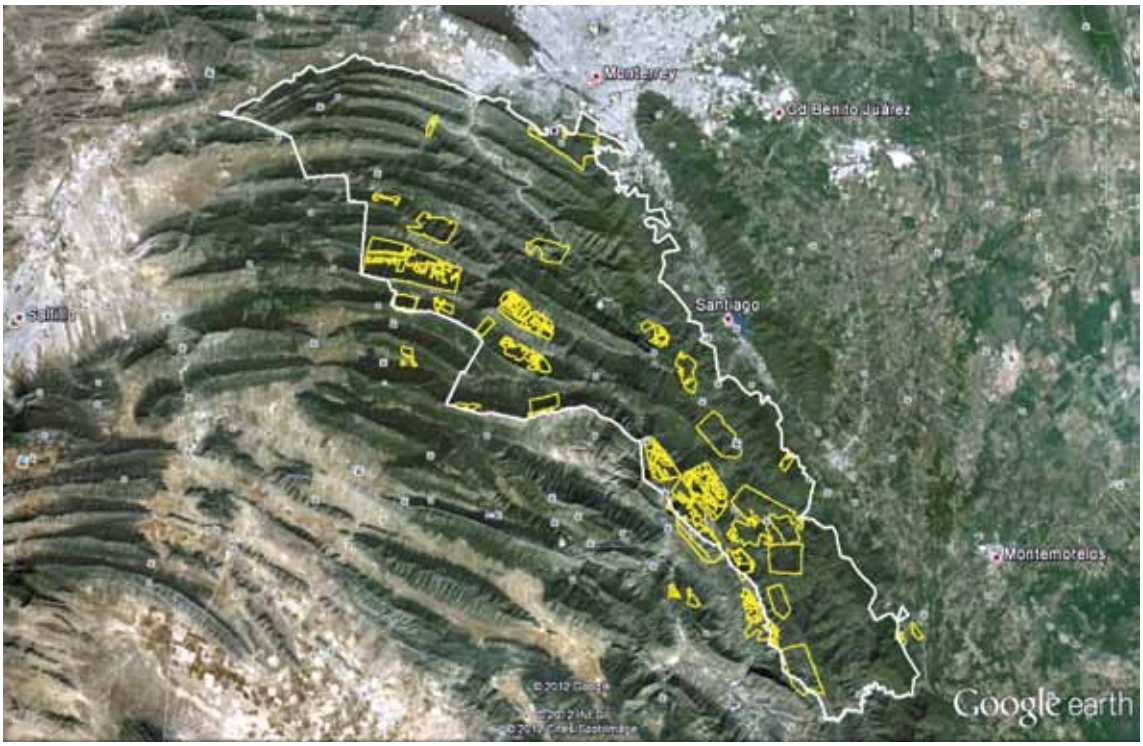


Figura 33.2 Predios que han sido sujetos de apoyos por servicios ambientales en el PNCM y su zona de influencia, de 2003 al 2012.

cios ambientales hidrológicos con programas anuales, mediante diversas convocatorias:

1. Acuerdo que establece las reglas de operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. Diario Oficial, viernes 3 de octubre de 2003.
2. Acuerdo que establece las reglas de operación para el otorgamiento de pagos del Programa para desarrollar el mercado de servicios ambientales por captura de carbono y los derivados de la biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales (PSA-CABSA). Diario Oficial, miércoles 24 de noviembre de 2004.
3. Acuerdo por el que se modifica el diverso que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos, publicado el 3 de octubre de 2003. Diario Oficial, viernes 18 de junio de 2004.
4. Acuerdo por el que se expiden las Reglas de Operación de los Programas de Desarrollo Forestal de la Comisión Nacional Forestal 2006. Diario Oficial, jueves 16 de febrero de 2006.
5. Convocatorias anuales 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2012 del Programa ProÁrbol.

A través de estos mecanismos y en atención a las bases señaladas en ellos, la CONAFOR ha asignado, dentro del perímetro del PNCM, los pagos por servicios ambientales (Tabla 33.4 y Figuras 33.2 y 33.3).

La mayor parte de los pagos asignados por concepto de servicios ambientales han sido realizados con cargo a recursos de la CONAFOR programados para tal fin, sin embargo, en virtud de no contar con presupuesto suficiente para satisfacer toda la demanda de pagos, así como para consolidar este programa nacional, la institución ha promovido la creación de mecanismos locales de pago por servicios ambientales para compensar con recursos económicos de los usuarios de servicios ambientales a dueños y poseedores de los terrenos forestales en donde se generan, y así lograr que se realicen actividades de buen manejo y conservación, para mantener o mejorar los servicios ambientales de interés.

Uno de los mecanismos propuestos se denomina de fondos concurrentes, mediante el cual se convoca a usuarios de los servicios ambientales para que realicen aportaciones económicas que se destinan para financiar actividades de buen manejo para conservar y restaurar los ecosistemas forestales

Para coadyuvar en el caso del PNCM, se han creado dos fondos concurrentes, con Chipinque y con Pronatura Noreste, mediante los cuales se han cubierto los pagos señalados en la Tabla 33.4.

Tabla 33.4 Predios del PNCM beneficiados
por el Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de CONAFOR.

Simbología: A Allende. **M** Montemorelos. **R** Rayones. **SP** San Pedro. **SC** Santa Catarina. **S** Santiago.

Año de apoyo	Predio Beneficiado	Municipio	Concepto	Superficie aprobada (ha)	Status
2003	Parque Ecológico Chipinque	SP	Hidrológicos	1,449.9	Finiquitado
2004	Vitro Parque El Manzano	S	Hidrológicos	516.0	Finiquitado
2004	Comunidad San Juan Bautista	S	Hidrológicos	296.0	Finiquitado
2004	Ejido Laguna de Sánchez	S	Hidrológicos	434.0	Finiquitado
2004	Ejido La Trinidad	M	Hidrológicos	516.0	Finiquitado
2004	Comunidad San Antonio De La Osamenta	SC	Captura de Carbono	3,236.00	Finiquitado
2004	Ejido El Pajonal	SC	Protección de la Biodiversidad	800.00	Finiquitado
2005	Ejido Laguna de Sánchez	S	Hidrológicos	666.0	Finiquitado
2006	Ejido Laguna de Sánchez	S	Hidrológicos	400.0	Finiquitado
2006	Comunidad San Juan Bautista	S	Hidrológicos	156.0	Finiquitado
2006	Comunidad El Álamo	S	Hidrológicos	600.0	Finiquitado
2006	PP. Los Cuartones	S	Hidrológicos	271.34	Finiquitado
2006	PP. Mesa De Ábrego	S	Hidrológicos	192.46	Finiquitado
2007	Ejido La Trinidad	M	Hidrológicos	589.82	Finiquitado
2007	Comunidad El Álamo	S	Hidrológicos	200.00	Finiquitado
2007	Ejido Pablo L. Sidar	R	Hidrológicos	1,901.26	Finiquitado
2008	Ejido Laguna de Sánchez	S	Hidrológicos	164.03	Finiquitado
2008	Ejido La Trinidad	M	Hidrológicos	1,188.53	Finiquitado
2008	PP. El Refugio	SC	Hidrológicos	100.00	Finiquitado
2008	P.P. El Tejocote	S	Hidrológicos	60.85	Finiquitado
2008	PP. Mesa del Rosario y El Manzano	S	Hidrológicos	111.65	Finiquitado
2008	Parque Ecológico Chipinque[1]	SP	Fondos Concurrentes	1,675.02	4a. anualidad de 8 Totales
2009	Ejido Laguna de Sánchez	S	Hidrológicos	267.72	4a. Anualidad
2009	Ejido La Trinidad	M	Hidrológicos	200.00	4a. Anualidad
2009	PP. Mata De Huaje	A	Hidrológicos	159.75	4a. Anualidad
2010	Ejido La Trinidad	M	Hidrológicos	1,562.10	3a. Anualidad
2010	Ejido Pablo L. Sidar	R	Conservación de la Biodiversidad	1,429.55	3a. Anualidad
2010	Ejido Laguna de Sánchez	S	Hidrológicos	586.79	3a. Anualidad
2010	Comunidad San Juan Bautista	S	Hidrológicos	829.89	3a. Anualidad
2010	PP. El Refugio[1]	SC	Fondos Concurrentes	749.35	1a. Anualidad de 5 Totales
2011	Comunidad San Sebastián	S	Hidrológicos	423.61	2a. Anualidad
2011	Ejido Laguna de Sánchez	S	Hidrológicos	854.31	2a. Anualidad
2011	PP. Loma Alta	SC	Conservación de la Biodiversidad	114.65	2a. Anualidad
2011	Comunidad Mauricios	S	Hidrológicos	1.396.43	2a. Anualidad
2012	Ejido El Pajonal	SC	Conservación de la Biodiversidad	745.02	1a. Anualidad
2012	Ejido La Trinidad	M	Hidrológicos	1,876.92	1a. Anualidad
2012	Comunidad San Antonio De La Osamenta	SC	Hidrológicos	3,351.42	1a. Anualidad
	[1]Fondo Concurrente		**TOTAL APROBADO PNCM**	**30,072.40**	

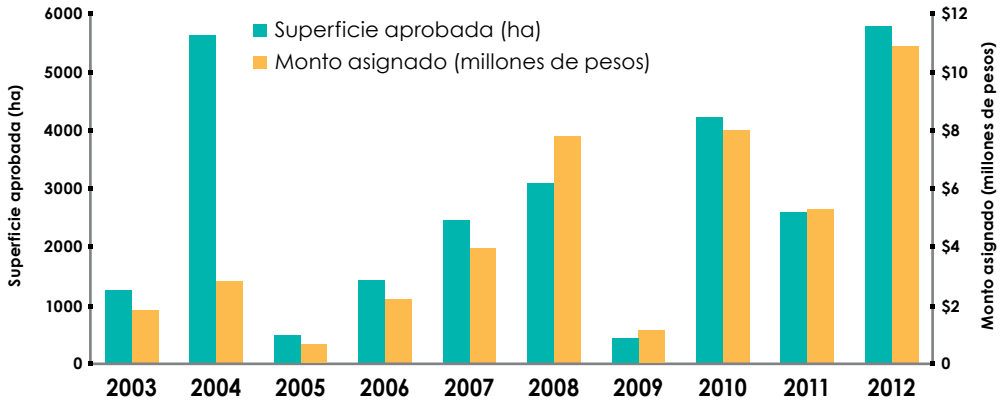


Figura 33.3 Programa de Pago por Servicios Ambientales en el PNCM; superficie aprobada y monto asignado de 2003 a 2012.

33.3 CONCLUSIONES

Así como es un privilegio disfrutar de los servicios ambientales y la impresionante belleza de la naturaleza del PNCM para todos los neoloeneses como sociedad, representa también el compromiso de contribuir de alguna manera a su conservación, si queremos seguir disfrutando en el largo plazo de los beneficios que nos brinda esta área natural protegida.

Es sólo entendiendo los vínculos entre el funcionamiento de los ecosistemas y nuestra propia calidad de vida, que lograremos incorporar la conservación como una prioridad en los procesos de toma de decisiones y aspirar a lograr la sustentabilidad del desarrollo.

33.4 LITERATURA CITADA

Bravo A., H., R. Sosa Echeverría y R. Torres. 1992. Los criterios y metodologías para medir la calidad del aire. En: Restrepo, I. (Coord.). La contaminación atmosférica. Comisión Nacional de Derechos Humanos. México.

Cabral, H., I. March, N. Correa y M. Manzano. 2010. Manejo adaptativo para la conservación de ecosistemas y biodiversidad ante el cambio climático en Nuevo León. En: Programa de Acción ante el Cambio Climático para el estado de Nuevo León (PACCNL). Gobierno del Estado de Nuevo León, México.

Calvache, A., S. Benítez y A. Ramos. 2012. Fondos de Agua. Guía de Diseño, Creación y Operación. The Nature Conservancy, Fundación FEMSA, Banco Interamericano de Desarrollo. Consultado en http://conserveonline.org/library/fondos-de-agua-conservando-la-infraestructura-0/view.html

Chagoya, J. y L. Iglesias. 2009. Esquema de pago por servicios ambientales de la Comisión Nacional Forestal, México. In. Sepúlveda, C. Ibrahim, M (Ed.). Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas. Capítulo 10: (pp. 189-204). Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Chivian, E. y A. Bernstein (Eds). 2008. Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity. Oxford University Press. New York. Pp. 541.

CONABIO. 2006. Segundo Estudio de País: Capital natural y bienestar social. Consultado en http://www.conabio.gob.mx/2ep/index.php/Capital_natural_y_bienestar_social

CONANP. (En Prensa). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Pp. 179.

Convention on Biological Diversity (CBD). 2005. Ecosystem Approach. The Conference of the Parties, Fifth Meeting. Nairobi, Kenya, 15 - 26 May 2000. Consultado en: http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7148

Correa-Pérez, J. 2012. Comunicación Personal. Morelia, Michoacán.

Costanza, R., R. D'Argel, R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Parueto, R. Raskin, P. Sutton y M. Van Der Belt. 1977. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. Vol. 387, 15 May 1997. Pp. 253-260.

De Alba, E. y M. E. Reyes. 1998. Valoración económica de los recursos biológicos del país. En: CONABIO. La Diversidad Biológica de México, estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp. 211-234.

Díaz-Ordaz, O. y A. G. Robles. 2000. Ecoturismo. En: Enkerlin-Hoeflich, E., G. Cano, A.N. Correa y A.G. Robles (Eds.) Ambiente y Desarrollo en el Siglo XXI: Lecciones y Acciones. Grupo Editorial Iberoamérica. México. Pp. 209-212.

DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial. Jueves 30 de diciembre de 2010.

EPA. 2010. Green Infrastructure Case Studies. Recuperado de: http://www.epa.gov/owow/NPS/lid/gi_case_studies_2010.pdf.

FAO. 2012. Biodiversity for a world without hunger. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en: http://www.fao.org/biodiversity/biodiversity-home/en/

Fialka, J.J. 1999. EPA is urged to accelerate its study of heath effect of tiny soot particles. Wall Street Journal. Aug. 19, 1999. WSJ-3529-49. New York.

Flores-Olvera, R. 1983. Notas autoecológicas del "pino piñonero" (Pinus cembroides Zuccarini) en Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, México.

Gobierno de Nuevo León. 2010. Programa de Acción Ante el Cambio Climático 2010-2015. Secretaría de Desarrollo Sustentable, N.L.; SEMARNAT, Delegación N.L; Instituto Nacional de Ecología; Centro de Calidad Ambiental, Tecnológico de Monterrey; Embajada Británica de México.

Gowdy, J. M. 1997. The value of biodiversity: markets, society and ecosystems. Land Economics (H.G. Wilson SSA). Feb 1997. Vol. 73. Pp. 25-41.

Grant, W. E., S. L. Marín y E. K. Pedersen. 1997. Ecología y Manejo de Recursos Naturales: Análisis de Sistemas y Simulación. IICA. Costa Rica.

GRITT. 2007. North West Green Infrastructure Guide. Green Infrastructure Think Tank Warrington, UK. Recuperado de: http://www.greeninfrastructurenw.co.uk/resources/GI_Giude_Sept_07.pdf

Groom, M. J., R. D. Podolsky y C. A. Munn. 1997. El turismo como aprovechamiento sostenido de la vida silvestre: un caso práctico en Madre de Dios, en el sureste de Perú. En: Robinson, J. G., K. H. Redford y J. E. Rabinovich (Eds.) Uso y Conservación de la Vida Silvestre Neotropical. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 459-482.

Gutiérrez-Lacayo, M, Bacmeister, A. Ortiz-Martínez, G. de Korez, G. Ortiz-Reyes y Montesinos, C. 2002. Herramientas legales para la conservación de tierras privadas y sociales en México. Pronatura, AC. México, DF. Pp. 145.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1996. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 1985-1992. México.

Madero-Farías, A. 2000. Local Attitudes, Knowledge and Values Regarding Natural Resource Use in the Range of the Maroon-Fronted Parrot in Northeastern Mexico. (Actitudes, conocimiento y valores locales con respecto a uso del recurso natural en la gama del loro en del noreste de México). Tesis de Maestría. Texas A&M University.

Marsh, G. 1864. Man and Nature. University of Washington Press. Pp. 472.

MEA. 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Reports. Consultado en http://www.maweb.org

Mellillo, J. y O. Sala. 2008. Ecosystem Services. In: Eric Chivian and Aaron Bernstein (Eds). Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity. Oxford University Press. New York. Pp 102-103.

Morales-Aguilera, G. 2001. Comunicación personal. Monterrey, N.L.

Noriega, J., E. C. Enkerlin-Hoeflich, D. F. Lozano-García. 2000. Ordenamiento Ecológico y Modelos para el Desarrollo Sostenible de la Sierra Madre Oriental para los estados de Coahuila y Nuevo León. Centro de Calidad Ambiental, ITESM, Monterrey, México.

OMS. 2005. Ecosistemas y Bienestar Humano: Síntesis sobre Salud. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. World Health Organization. Organización Mundial de la Salud.

Sarukhán K. J. 2008. Ecosistemas del Planeta: Evaluación del milenio. Conferencia Magistral de la Cátedra Andrés Marcelo Sada del Tecnológico de Monterrey. 6 de mayo, 2008. Consultado en: rtsp://videouv.itesm.mx/ondemand/7/507/7652/3e53ce7c/source-video.itesm.mx/educont/uve/consulta/cams/jsarukhan.rm

SCEP y W. H. Matthews (Eds.). 1970. Man´s Impact on the global environment, Report on the Study of Critical Environmental Problems. MIT Press. Cambridge Mass. USA.

Steinhoff, H. W., R. G. Walsh, T. J. Peterle y J. M. Petulla. 1987. Evolution of the valuation of wildlife. En: Decker, D. J. y G. R. Goff (Eds.). Valuing wildlife economic and social perspectives. Boulder, CO: Westview Press. Pp. 34-48.

The Health Effects Institute. June 2000. Report 94 – National Morbidity, Mortality and Air Pollution Study. Cambridge, Massachusetts. http://www.healtheffects.org/news.htm

The Nature Conservancy (TNC). 2005. Green Infrastructure — Linking Lands for Nature and People. Case Studies. Recuperado de: http://www.conservationfund.org/our-conservation-strategy/focus-areas/green-infrastructure/case-studies/

Vallejo, M y J. Arias. 2012. Informe Técnico Final Proyecto: Desarrollo de programas de gestión ambiental comunitaria rural para el establecimiento de aislamientos para protección de microcuencas que drenan el Río Amaime. ASOAMAIME. NIT815.000.105-1

Vogel, E., G. Morales-Aguilera, A. Álvarez y M. Hernández. 1996. Chemical contaminants associated to solid particulates: their effects on children's respiratory health in Nuevo Laredo, Tamps. SCERP Technical Conference.



CAPÍTULO

34

PARQUE ECOLÓGICO CHIPINQUE

Lillian Willcockson A.[1], Silvia Rivera B.[1], Javier Olivares A.[1], Emmanuel A. Salazar[1] y Javier Galicia C.[1]

[1]Parque Ecológico Chipinque A.B.P. Carretera a Chipinque km 2.5, Valle de San Ángel, CP 66261 San Pedro Garza García, N.L.

lwillcockson@chipinque.org.mx

Willcockson-Álvarez, L., S. Rivera-Bazaldúa, J. Olivares-Alanís, E. Alonso-Salazar y J. Galicia-Castillo. 2013. Parque Ecológico Chipinque, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 405-409.

Parque Ecológico Chipinque

Lillian Willcockson A., Silvia Rivera B., Javier Olivares A., Emmanuel A. Salazar y Javier Galicia C.

La grandeza del Parque Ecológico Chipinque no recae únicamente en su imponente montaña o su representativa "M". A través de sus caminos y veredas encontramos un bosque imponente que nos invita a revivir recuerdos, sentimientos y valorar el esfuerzo humano y natural por hacer y seguir logrando que Chipinque respire para nosotros.

El Parque Ecológico Chipinque A.B.P. (PECh) se localiza en el estado de Nuevo León, México; dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), es un área natural protegida de índole privada, el cual posee una extensión territorial de 1,791 hectáreas en los municipios de San Pedro Garza García y Monterrey. Está ubicado en una fracción de la Sierra Madre Oriental, con elevaciones orográficas que varían entre los 730 y 2,200 msnm; presenta una topografía abrupta y una vegetación característica del bosque templado con presencia de encinos y pinos, además de algunos manchones de matorral submontano en las partes bajas.

La posición geográfica y la altitud en la que se encuentra nos permite presenciar fenómenos naturales propios de esta región, como la migración de la mariposa monarca que cada octubre se hace presente cubriendo el cielo con el paso de miles de mariposas que sobrevuelan, se alimentan y descansan en el PECh.

Otro de los espectáculos que pueden verse en esta zona son las heladas que cambian el color de la sierra del verde al blanco. Éstas, sin embargo, no son una constante pero cuando se presentan despiertan tal fascinación que el parque se llena de visitantes.

La principal misión del PECh es el conservar la biodiversidad por medio de un sistema de manejo integrado y mediante mecanismos reguladores, promoviendo al mismo tiempo una cultura de respeto y aprecio por la naturaleza; garantizando a las futuras generaciones este invaluable patrimonio natural. Lograr un equilibrio sustentable entre la conservación del ecosistema y la vocación deportiva, recreativa, educativa y cultural del Parque.

Los objetivos son muy claros tales como la visión de ser un modelo a nivel mundial, en la administración de áreas naturales protegidas, autosustentables y autofinanciables.

Integración del Patronato

El carácter emprendedor del regiomontano ha sido el motor para implementar la conservación de un verdadero parque ecológico en el estado de Nuevo León, lo cual exigió el diseño de un plan de manejo donde los seres humanos interactuaran de forma ordenada con el ambiente.

Para lograr lo anterior, en 1992 se instauró un Patronato integrado por el Gobierno del estado de Nuevo León y la iniciativa privada (representada por VITRO, CEMEX, FEMSA, ALFA, CYDSA, GRUPO IMSA ahora TERNIUM y PULSAR) y en el año de 2003 se une el municipio de San Pedro Garza García, N.L., constituyéndose así el PECh con el fin de proteger y preservar por siempre y para uso exclusivo de conservación una de las zonas de mayor importancia ecológica con que cuenta el Área Metropolitana de Monterrey (AMM).

El PECh está constituido como una Asociación de Beneficencia Privada (A.B.P.), sin fines de lucro y todas sus aportaciones son destinadas a su objetivo social el cual es la conservación de los recursos naturales, educación ambiental y brindar a las familias y comunidad en general, un lugar para el deporte, recreación y sano esparcimiento, así como despertar el interés turístico de los visitantes.

Todo este trabajo se ve reflejado gracias al esfuerzo de todas y cada una de las personas que laboran en el PECh desde la Dirección General de donde se desprenden los distintos departamentos tales como: Operaciones, Educación Ambiental, Investigación y Manejo de los Recursos Naturales, Comunicación e Imagen, Administración y Recursos Humanos, Guardaparques, Voluntarios y Colaboradores que integran la estructura organizacional del PECh.

Consejo Consultivo Ciudadano

El Consejo Consultivo Ciudadano está integrado por representantes de la sociedad con diferentes intereses tanto deportivos, financieros, educativos, procuración de fondos, culturales etc. pero con una finalidad en común: el bien del PECh. Integrado desde 1993, este consejo es un órgano que sirve de apoyo y asesor para el Consejo Directivo del Patronato y la Dirección General del PECh, el cual tiene entre sus funciones el coadyuvar mediante hacer propuestas y la evaluación de planes, actividades y la procuración de fondos para

proyectos, permitiendo así el alcanzar la misión, visión y objetivos de la asociación.

Conservación de los recursos naturales

Como bien es sabido uno de los principales objetivos del PECh es la conservación de los recursos naturales, a través de un manejo adecuado de los mismos, dentro de sus ambientes, de tal forma que produzca el mayor beneficio para las actuales y futuras generaciones; los principales propósitos de dicho objetivo son mantener los procesos ecológicos y biológicos, para asegurar la diversidad de las distintas especies de flora y fauna, así como los servicios ambientales que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable tales como: la captación y provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; protección de la biodiversidad, los ecosistemas y formas de vida; el paisaje y la recreación, entre otros.

Es importante mencionar que el PECh, se encuentra contiguo al AMM, por lo cual juega un papel fundamental; no sólo por la enorme cantidad de servicios ambientales que provee sino que también es de gran valor para los neoleoneses además de que proporciona atractivos naturales, un ambiente limpio y la oportunidad de realizar actividades recreativas y deportivas.

Bajo la premisa y en el entendido de que no se puede conservar lo que no se conoce, el PECh cuenta con un Departamento de Investigación y Manejo de Recursos Naturales (DIMRN) encargado de llevar a cabo el monitoreo y evaluación de los recursos naturales del área. El objetivo de este departamento es generar información actual y fidedigna de los elementos bióticos y abióticos del PECh para lograr la armonía entre la operación del parque y la conservación de los ecosistemas.

El primer estudio científico del que se tiene registro en esta área del PNCM corresponde al año 1978, pero no es sino hasta la constitución del PECh en 1992 cuando se intensifica la investigación sobre los aspectos naturales de esta zona. Los primeros estudios estuvieron orientados a la descripción de los elementos naturales del PECh. A través de los años se ha incrementado el número de investigaciones y se han establecido programas de monitoreo y evaluación, que han permitido conocer mejor los recursos naturales y poder preservarlos en buen estado, a pesar de la cercanía del parque con el AMM y el uso diario de sus visitantes.

Actualmente, el DIMRN diseña, coordina e implementa proyectos de investigación sobre los recursos naturales, dando prioridad a las problemáticas ambientales y determinando las acciones adecuadas para su solución. El DIMRN también trabaja en coordinación con universidades y centros de investigación para generar estudios de alto nivel; ejemplo de esto son las más de 100 publicaciones (tesis, artículos y ponencias en congresos nacionales e internacionales) sobre investigaciones realizadas en el PECh.

El PECh cuenta con diferentes convenios de colaboración educativa y científica con la Universidad Autónoma de Nuevo León y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, además de un convenio de parques hermanos con el U.S Fish and Wild Life Service de Texas.

Flora y tipos de vegetación

El PECh tiene una gran importancia ecológica debido a que alberga cinco tipos de vegetación de los 14 que se presentan en el PNCM, por tal motivo es crucial mantener actualizada la información del ecosistema a través de los trabajos de investigación. En el inventario de especies vegetales se tienen registradas 264 especies de plantas, pertenecientes a 82 familias de las cuales cinco se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, encargada de identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo de extinción. Estas especies son: maguey huasteco (*Agave bracteosa*), agave noa (*Agave victoria-reginae*), corona de San Pedro (*Cornus florida*), sotol de Monterrey (*Dasylirion berlandieri*), laurel (*Litsea glaucescens*) y orquídea (*Laelia anceps*).

Los tipos de vegetación más importantes por su amplia distribución son: el bosque de pino-encino, en el cual la especie más representativa es el pino blanco (*Pinus pseudoestrobus*) y el bosque de encino-pino, cuyas especies más representativas son el encino blanco y el encino duraznillo (*Quercus canbyi*). El género *Quercus* tiene un gran valor por su abundancia y porque sus frutos sirven de alimento a la fauna del lugar, por lo cual es importante conservar todas las especies de encinos en esta área.

Las investigaciones realizadas en el PECh sobre la vegetación se han enfocado tanto a las especies nativas como a las exóticas. En cuanto a la vegetación nativa un estudio realizado en 2010 sobre las especies de encinos reportó cuatro especies de encino de las que no se tenía registro anteriormente.

En cuanto a la vegetación exótica se tiene reportada una lista de 21 especies, las cuales son de importancia ecológica, debido su adaptación en diferentes ecosistemas y a la amenaza que representan para la diversidad local. De estas especies el trueno (*Ligustrum lucidum*) es la de mayor abundancia, teniendo incluso un índice de valor de importancia mayor que algunas de las especies nativas, lo cual significa que es una espe-

cie que aprovecha eficientemente los recursos y puede ser capaz de desplazar a las especies locales.
En la actualidad el estudio sobre las especies exóticas en México se ha intensificado debido a que los daños causados por estas que van desde cambios en los regímenes de los procesos naturales hasta la modificación del paisaje. Con respecto a este tema el PECh comenzó la investigación sobre las especies exóticas, llevando a cabo proyectos de manejo y control del trueno (*Ligustrum lucidum*). A partir de 2011, se lleva a cabo un programa de control de esta especie, el cual consiste en el diagnóstico de la situación actual, la estimación de los parámetros ecológicos y el control de la especie. Los resultados reportan una densidad de 45 individuos/ha. Durante este proyecto, se ha logrado eliminar exitosamente árboles y plántulas de L. lucidum en una superficie de 10 ha, estableciendo con esto un antecedente del manejo y el control de especies exóticas dentro del PNCM.

Fauna

Desde su constitución, en el PECh se han realizado varios estudios zoológicos cuyos aportes han permitido inventariar las especies animales y cuantificar la diversidad que caracteriza esta zona. Los listados de especies han sido revaluados para cotejar la presencia de especies a través de los años y mantener actualizados los inventarios. Actualmente, se tiene conocimiento de siete especies de anfibios, 39 de reptiles, 115 de aves y 29 de mamíferos.

En cuanto a aves, por su importancia como indicadores ambientales, se ha realizado el monitoreo de la diversidad en sitios perturbados y otros sin aparente disturbio encontrando que la cobertura de la vegetación es importante para la presencia de las especies. Estas investigaciones realizadas sobre la fauna en el PECh son un importante aporte al conocimiento de las especies presentes en esta área del PNCM.
El proyecto Monitoreo de la Mastofauna presente en el Parque PECh mediante foto trampeo, llevado a cabo utilizando cámaras-trampa, consiguió el primer registro del coyote (*Canis latrans*) en el PECh. En este estudio también se registró que las especies más abundantes son; la ardilla gris (*Sciurus alleni*), el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), el tlacuache (*Didelphis virginiana*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Asimismo, se ha obtenido información importante sobre dos especies clave para la conservación; el oso negro (*Ursus americanus*) y el jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), las cuales están enlistadas en la categoría En Peligro de Extinción y Amenazada, respectivamente, por la NOM-059-SEMARNAT-2010. De este modo, el PECh es impulsor del uso de nuevas tecnologías para el manejo y conservación de los recursos, lo que permite seguir contribuyendo a la conservación de las especies.

El PECh en colaboración con Universidades, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales, entre otras instituciones, contribuye a preservar la riqueza natural del PNCM participando en programas estratégicos a nivel local, estatal y regional.

Principales retos que afronta el PECh

Dentro del PECh, existen diversos fenómenos naturales que de una u otra manera han dejado diversos grados de afectación en la flora y fauna existente en el área, causados por la presencia de incendios, plagas y enfermedades forestales, erosión hídrica, eólica y antropogénica, Por ello, se cuenta dentro del plan de manejo con los mecanismos y acciones encausadas para la correcta restauración ecológica de estos ecosistemas, el cual se programa a corto mediano y largo plazo, para intentar restablecer la organización y funcionamiento de los mismos.

a) Presencia de incendios forestales: Debido al tipo de vegetación forestal, topografía y clima que predominan en el PECh, el riesgo de incendio forestal es permanente principalmente en época de sequía, por la gran cantidad de hojas que se acumulan, así como las altas temperaturas, los fuertes vientos y la poca o nula humedad relativa; este fenómeno ha ocasionado la pérdida de vegetación nativa, desaparición parcial de fauna y aparición de especies invasoras.

b) Presencia de plagas y enfermedades: Entre los diversos factores que afectan el bosque del PECh, se encuentra sin duda las plagas y enfermedades forestales, las cuales han ocasionado ciertos daños especialmente al *Pinus pseudostrobus*, entre las diversas plagas y enfermedades que afectan a las especies arbóreas y que han causado mayor daño son el insecto descortezador (*Dendroctonus* spp.), es importante mencionar que si este insecto no se detiene a tiempo puede acabar con grandes masas forestales.

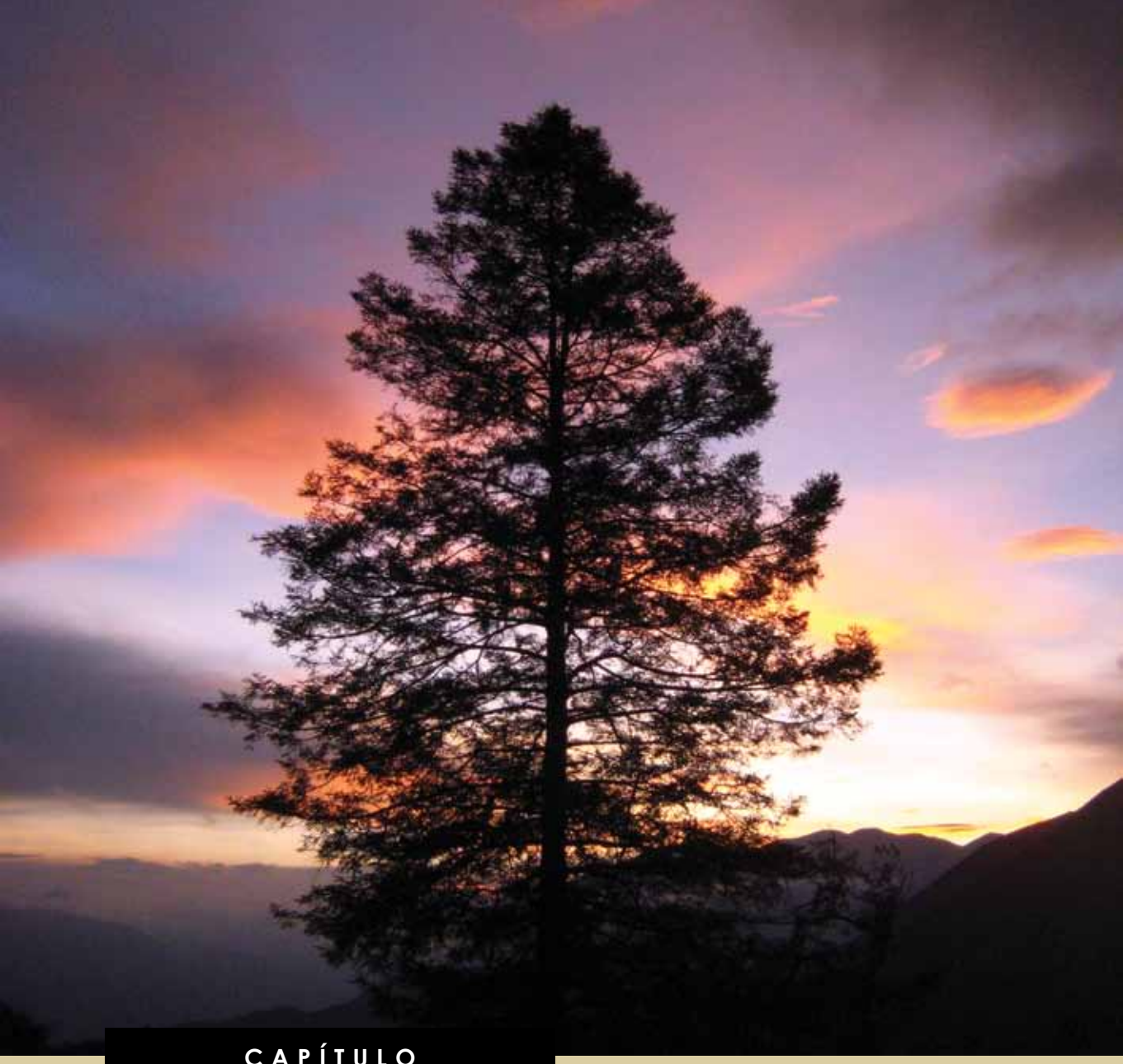
c) Problemas de pérdida de suelo: Este daño, es ocasionado por la presencia de las lluvias torrenciales que ocasionalmente, se presentan durante los meses de agosto, septiembre y octubre, las cuales provocan grandes escurrimientos y deslaves, la falta de cubierta vegetal dañada por la presencia de los incendios y plagas forestales, así como las condiciones topográficas y el paso continuo de los visitantes (ciclistas y peatones) contribuyen al deterioro parcial o total del suelo, provocado principalmente por la erosión hídrica y eólica.

Programas de conservación que se desarrollan en el PECH

Prevención, control y combate de incendios forestales y mantenimiento de brechas cortafuego:
Estar preparados para cualquier contingencia de conato o incendio forestal en el PECh, para cumplir lo anterior, se tiene tres brigadas para prevención, control y combate de los mismos. Se cuenta con nueve sitios con herramientas manuales distribuidas estratégicamente en varias áreas del PECh de fácil acceso, además de contar con cuatro vehículos totalmente equipados, bombas de alta presión, vehículo todo terreno, tres estaciones meteorológicas y nueve hidrantes a lo largo de la carretera.

Prevención, control y combate de plagas forestales:
Reducir el número de árboles infestados mediante la detección y prevención oportuna de las plagas y enfermedades que afectan los ecosistemas, principalmente al bosque de coníferas el cual es perturbado por los insectos descortezadores (*Dendroctonus* spp.). Los métodos utilizados para el control de esta plaga son principalmente todos aquellos autorizados por la SEMARNAT a través de la CONAFOR.

Producción de planta en el vivero forestal de Chipinque:
Proteger el suelo, mejorar el ciclo hidrológico, restaurar los ecosistemas dañados, incrementar la cobertura vegetal para reducir las emisiones de bióxido de carbono. Anualmente, el PECh, produce 10,000 plantas de especies forestales y posteriormente realiza la plantación de las mismas en áreas que lo requieran, en ocasiones cuando se presenta alguna contingencia que afectan los diversos ecosistemas (incendio, deslaves o plagas) se lleva a cabo una mayor producción de planta al igual que su establecimiento en campo, llegando a producir hasta 50,000 plantas.



CAPÍTULO

35

CONSIDERACIONES FINALES

César Cantú A.[1], Sadot Ortiz H.[2] y Magdalena Rovalo M.[3]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales Carretera Nacional km 145, CP 67700, AP 41. Linares, N.L.

[2]Parque Nacional Cumbres de Monterrey (Conafor-Semarnat)

[3]Pronatura Noreste A.C.

cantu.ayala.cesar@gmail.com

Cantú-Ayala, C., S. Ortiz-Hernández y M. Rovalo-Merino. 2013. Consideraciones Finales, en: Cantú-Ayala *et al.* (eds.), Historia Natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. UANL-CONANP. México. Pp. 411-414.

Consideraciones Finales

César Cantú A., Sadot Ortiz H. y Magdalena Rovalo M.

El PNCM es el área natural protegida más importante de Nuevo León. Su vasta extensión y cercanía al área metropolitana de Monterrey (AMM) lo convierten en su principal reservorio de ecosistemas y especies silvestres que proveen servicios ambientales indispensables para sus 4.1 millones de habitantes.

En su decreto original de 1939, el PNCM cubría 245,000 hectáreas, sin embargo, el crecimiento indiscriminado del AMM, determinó la pérdida de una importante porción de su territorio lo que llevó a redelimitarlo en el año 2000, quedando en 177,396 hectáreas, lo que significa que en un lapso de 61 años, los regiomontanos perdieron más de 67 mil hectáreas de patrimonio natural, único e irremplazable. Actualmente, los nuevos límites del PNCM continúan estando amenazados; el fraccionamiento Renacimiento fue construido dentro de sus límites, y existen muchos proyectos urbanísticos que pretenden desarrollarse dentro del PNCM, lo que debe ser un llamado de alerta a las autoridades de gobierno y sociedad en general, para exigir que se garantice la protección de la superficie remanente de esta importante área natural protegida como un espacio de interés público que brinda servicios ambientales a todos los habitantes del AMM.

En el año 2006, el PNCM fue reconocido como Reserva de la Biosfera por parte del Programa Man and Biosphere de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Dicho programa iniciado en 1962, agrupa hoy en día, 1,529 reservas ecológicas en 105 países, cubriendo más de 5 millones de km^2 (Chape *et al.,* 2008). Esta distinción se otorga a reservas de sistemas terrestres o marinos reconocidos internacionalmente por promover y demostrar una relación equilibrada entre la gente y la naturaleza. Es así que la designación del PNCM como Reserva de la Biosfera, resulta el mejor indicador de la enorme relevancia que tiene el PNCM para los habitantes del AMM.

La provisión de agua es, sin lugar a dudas, el servicio ambiental más importante que brinda el PNCM a la sociedad. Dentro de los límites del PNCM se encuentra el arroyo El Calabozo que desde 1909 ha sido una importante fuente de agua potable para la ciudad de Monterrey. Actualmente, la cantidad de agua que demandan los más de 4 millones de habitantes del AMM es de 11 metros cúbicos por segundo, lo que representa, abastecer un promedio diario de 250 litros por persona. Sin embargo, si se suma a la población actual, las 950,500 personas adicionales proyectadas para el AMM en el año 2030, la cantidad de agua disponible se reducirá a 201 litros diarios por habitante, si no se abastecen 2.8 metros cúbicos por segundo adicionales; esto, sin considerar las sequías que ocasionará el cambio climático, ni los probables alteraciones en las fuentes de abastecimiento.

A nivel global, los sistemas montañosos, entre los que se cuenta al PNCM, son conocidos como "torres de agua", los cuales aunque sólo cubren el 27% de la superficie terrestre del planeta donde vive el 22% de la población global, proveen el agua fresca para la mitad de la humanidad. La función de las áreas protegidas como reservorios de agua es bien conocida. Un tercio de las 105 ciudades más pobladas del mundo, protegen sus bosques por ser la fuente de abastecimiento de agua para sus habitantes. En la ciudad de los Ángeles, California, 265,400 hectáreas de bosques protegidos, abastecen el 98% del agua que consumen sus cuatro millones de habitantes. En Tokio, Japón, el 97% del agua que consumen sus ocho millones de habitantes proviene de ríos cuyas cuencas están en 263,200 hectáreas de bosques protegidos. En Melbourne, Australia el 90% del agua que consumen sus cuatro millones de habitantes, proviene de 110,900 hectáreas de bosques protegidos. De igual manera, sucede en otras grandes ciudades tales como Yakarta, Nueva York, Karachi, Río de Janeiro, Mumbai y Johannesburgo (Dudley y Solton, 2003).

De manera similar, en los Estados Unidos de América, 98% del agua potable (48.3 m^3/segundo) que consumen los más de 8 millones de habitantes de la ciudad de Nueva York y más de un millón de personas de sus alrededores, procede del sistema montañoso Catskill-Delaware al oeste del río Hudson. Dicha cuenca cubre un total de 510,750 hectáreas y es objeto de un escrupuloso programa de conservación por parte de las autoridades de la ciudad de Nueva York para garantizar el abastecimiento de agua para sus habitantes (NY-DWS, 2005). Para el año 2001, el gobierno de la ciudad de Nueva York invirtió un tercio de su presupuesto anual para comprar del sistema mon-

tañoso Catskill-Delaware 11 mil hectáreas cuyo costo por hectárea alcanzó hasta los $875 mil dólares y, en algunos casos, los dueños de los terrenos se negaron a venderlos (Daily y Ellison, 2002).

En ese sentido, cabe destacar que a nivel mundial los gobiernos destinan a los aspectos ambientales una partida presupuestal muy pequeña. En países como Italia, Holanda, Dinamarca y Noruega para el periodo 2003-2008, sus gastos para la protección ambiental del sector público fue en promedio del 1% anual de su Producto Interno Bruto, mientras que México sólo destinó el 0.65% (INEGI, 2010), lo que representa un gasto público anual promedio para el sector ambiental de 6.5 centavos por cada cien pesos erogados por el gobierno mexicano, asumiendo que el presupuesto gubernamental en México corresponde al 10% del PIB, aproximadamente.

En el caso del gobierno del estado de Nuevo León, en el presupuesto de egresos del año 2013, se destinó a la Secretaría de Desarrollo Sustentable un total de $252,704,252 pesos, lo que equivale al 0.4% del presupuesto estatal ($62,115,490,704 pesos), es decir, que por cada $100 pesos que eroga el gobierno del estado, se destinan sólo 40 centavos a aspectos ambientales (Ley Egresos del Estado de N.L., 2013). Por su parte, el gobierno federal mexicano, para el mismo año 2013, destinó para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales un presupuesto de $15,760,503,313 pesos lo que representa el 0.39% del gasto público total anual ($3,956,361,600,000), dicho presupuesto representa el 25.5% del PIB nacional ($17,591.8 mil millones de pesos) (DOF, 2012).

Si se considera la relación que guarda la condición de los ecosistemas naturales con la regulación de los impactos que ocasionan los desastres naturales, se observa que en el gasto público de México se destinan más recursos a remediar los daños en lugar de prevenirlos a través de mantener en buena condición los ecosistemas naturales. En México, el 90% de los desastres naturales son causados por fenómenos hidrometeorológicos. Entre 1997 y 2009, causaron 114 mil muertes, daños por 227 mil millones de dólares y pérdidas por 120 mil millones de dólares. Las tormentas, inundaciones y huracanes amenazan el 41% del territorio nacional donde viven 31 millones de personas. Tan sólo en el año 2013, los huracanes Ingrid y Manuel ocasionaron muchas pérdidas humanas y graves daños materiales, estimados en más de $90 mil millones de pesos, afectando 22 estados del país (INEGI, 2013).

Con base en lo anterior, resulta urgente cambiar la visión que tienen la sociedad y sus gobiernos de la naturaleza. Históricamente, se le ha considerado como una fuente infinita de recursos, sin embargo, desde mediados de los años 70 del siglo XX en que rebasamos su capacidad de carga, vivimos una crisis que cada día se acentúa debido a la creciente población mundial y al aumento de consumo per cápita de recursos naturales (WWF, 2010). Es por ello necesario, proteger los ecosistemas silvestres remanentes, sobre todo aquellos como el PNCM que se encuentran cerca de las ciudades, debido a que éstos representan la fuente de bienestar para la población y un vínculo directo con la naturaleza.

La conservación del PNCM es un tema fundamental para los habitantes del AMM ya que está de por medio su calidad de vida. Desgraciadamente, falta mucha información cuantitativa acerca de los beneficios directos e indirectos que brindan los ecosistemas silvestres a la sociedad. Se han realizado intentos por traducir el monto económico que representan los servicios ambientales para la sociedad. Constanza et al. (1997) estimaron, a nivel global, que los ecosistemas terrestres aportan un promedio anual de $804 dólares por hectárea. Bezaury (2009) estimó que por cada peso que invierte el gobierno en las áreas protegidas, recupera 52 pesos en servicios ambientales, sin embargo, esos cálculos resultan incompletos ya que no se han desarrollado aún los métodos precisos para valorar detalladamente los servicios ambientales que prestan los ecosistemas a la sociedad.

La amenaza más importante para el PNCM es, sin lugar a dudas, el acelerado desarrollo urbanístico de sus áreas adyacentes.

Si se llegaran a realizar nuevos proyectos urbanísticos dentro del PNCM en aras de continuar el crecimiento del AMM, se afectaría aún más, su ya de por sí deteriorada condición ecológica.

No obstante la existencia del proyecto para llevar agua al AMM desde los estados de Veracruz y San Luis Potosí, a fin de abastecer su creciente demanda cuyo límite de crecimiento será en los 8 millones de habitantes, según algunos urbanistas, no se debe subestimar al PNCM, ya que además de la aportación de agua, es el reservorio más importante de ecosistemas silvestres del AMM que vinculan a los regiomontanos con la naturaleza, lo que lo hace imprescindible.

LITERATURA CITADA

Bezaury-Creel J. E. 2009. El Valor de los Bienes y Servicios que las Áreas Naturales Protegidas Proveen a los Mexicanos. The Nature Conservancy Programa México - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.

Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farberk, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, P. Suttonkk y M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. 15 May. Vol. 387. Pp. 253-260.

Daily, G. y K. Ellison, 2002. New York: How top put a watershed to work. In: The New Economy of Nature. The Quest to Make Conservation Profitable. Island Press. Pp. 61-85.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2012. Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2013. Diario Oficial de la Federación. 27 de diciembre de 2012.

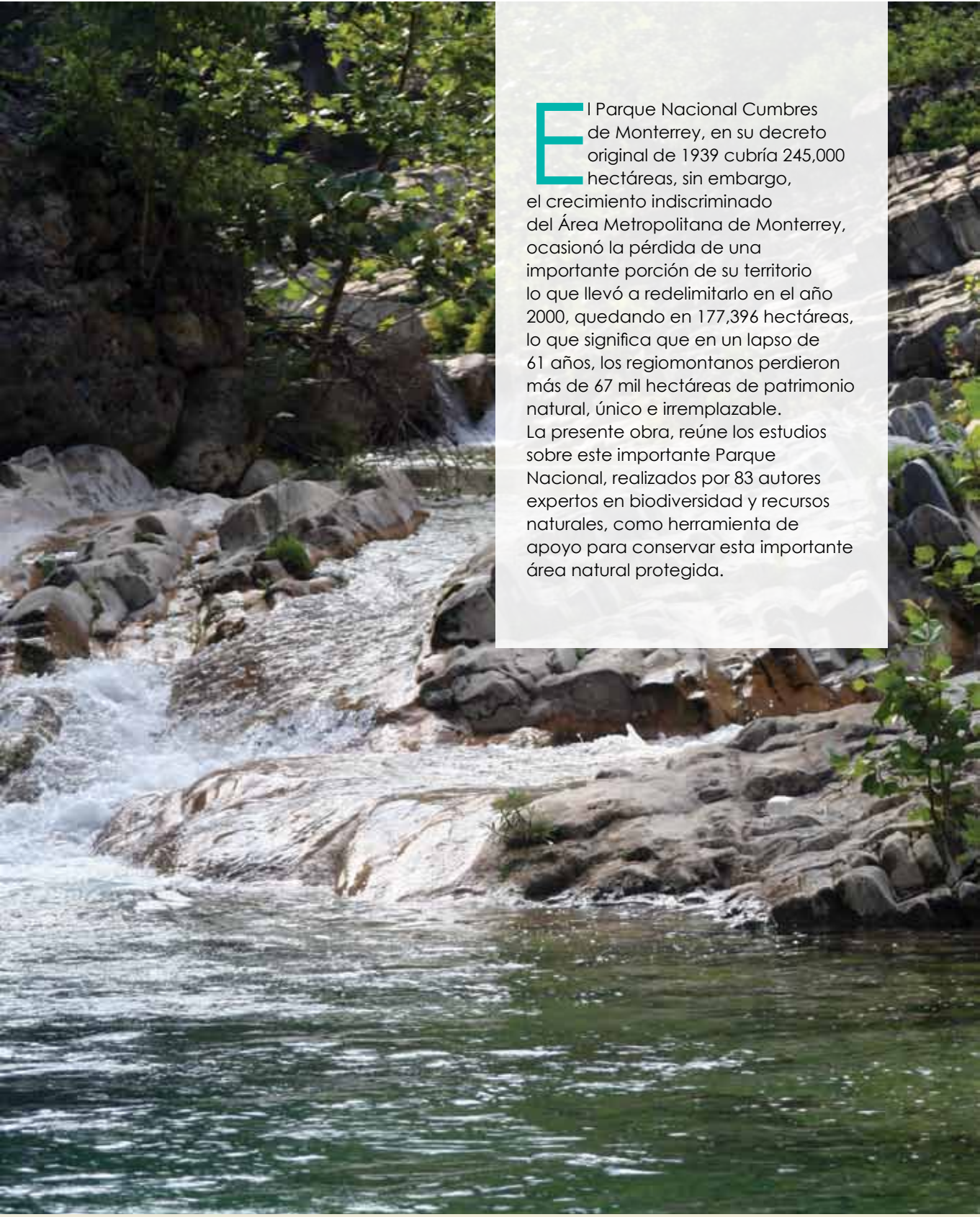
Dudley, N. y S. Stolton. 2003. Can protected areas quench our thirst? Conservation in Practice. Vol. 4. Nr. 4. Pp. 30-31.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. Sistema de Cuentas Nacionales de México: Cuentas económicas y ecológicas de México 2003-2008/Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2013. Estadísticas a propósito del día internacional para la reducción de los desastres. Aguascalientes, México. Pp. 9.

Ley de Egresos del Estado de Nuevo León. 2013. Decreto 047 Publicado en Periódico Oficial del Estado de Nuevo León. 31 diciembre 2012.

WWF. 2010. Living Planet Report 2010. Biodiversity, Biocapacity and Development. Global Footprint Network. California USA. Pp. 82.



El Parque Nacional Cumbres de Monterrey, en su decreto original de 1939 cubría 245,000 hectáreas, sin embargo, el crecimiento indiscriminado del Área Metropolitana de Monterrey, ocasionó la pérdida de una importante porción de su territorio lo que llevó a redelimitarlo en el año 2000, quedando en 177,396 hectáreas, lo que significa que en un lapso de 61 años, los regiomontanos perdieron más de 67 mil hectáreas de patrimonio natural, único e irremplazable.
La presente obra, reúne los estudios sobre este importante Parque Nacional, realizados por 83 autores expertos en biodiversidad y recursos naturales, como herramienta de apoyo para conservar esta importante área natural protegida.

80 ANIVERSARIO · 1933 · 2013 · UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

CONANP

CUMBRES DE MONTERREY