La biodiversidad en Coahuila

Estudio de Estado | Volumen I

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La biodiversidad en Coahuila

Estudio de Estado | Volumen I

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La biodiversidad en Coahuila

Estudio de Estado | Volumen I

CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Gobierno de Coahuila

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Primera edición, 2017

ISBN obra completa: 978-607-8570-00-3 CONABIO
ISBN obra completa: 978-607-9376-50-5 Secretaría de Cultura del Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza
ISBN vol. 1: 978-607-8570-01-0 CONABIO
ISBN vol. 1: 978-607-9376-52-9 Secretaría de Cultura del Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza

Coordinación y seguimiento general:
CONABIO
Andrea Cruz Angón
Karla Carolina Nájera Cordero

SEMA
Eglantina Canales Gutiérrez

Coordinación y producción editorial
Dolores Quintanilla Rodríguez[3]
Francisca Isabel Morán Rosales[3]
Karla Carolina Nájera Cordero[1]

Corrección de estilo:
Valdemar Ayala Gándara[3]
Iván Vartan Muñoz Cotera[3]
Karla Carolina Nájera Cordero[1]

Diseño y formación:
Jazmín Esparza Fuentes[3]

Fotografías de portada:
Coyonoxtle, Poza Azul en Cuatro Ciénegas y Sotol en dunas de yeso: Germán Siller Valadez[3]
Perrito llanero mexicano: Manfred Mainers
Gorrión altiplanero: Ricardo Canales del Castillo

Cuidado de la edición:
Miguel Gaona Hernández[3]
Dolores Quintanilla Rodríguez[3]
Francisca Isabel Morán Rosales[3]
Karla Carolina Nájera Cordero[1]
Erika Daniela Melgarejo[1]
Jorge Cruz Medina[1]
Diana López Higareda[1]

Cartografía:
Leonardo Calzada Peña
Silvia Xiomara González Aldaco[2]
Jorge Cruz Medina[1]

D.R. © 2017 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903 Parques del Pedregal, Tlalpan, C.P. 14010 Ciudad de México.
http://www.conabio.gob.mx

D.R. © 2017 Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza. Blvd. Venustiano Carranza #1569 esquina con Chihuahua Col. República Poniente, C.P. 25280 Saltillo, Coah.
http://www.coahuila.gob.mx

[1]CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; [2]SEMA, Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza; [3]Quintanilla Ediciones

Salvo en aquellas contribuciones que reflejan el trabajo y quehacer de las instituciones y organizaciones participantes, el contenido de las contribuciones es de exclusiva responsabilidad de los autores

Impreso en México/Printed in Mexico

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Presentación

Rubén Moreira Valdez
Gobernador Constitucional del Estado de Coahuila de Zaragoza

Recorrer los caminos de Coahuila, sean las carreteras por donde transitan miles de automóviles y la carga producto o destino de la industria, o los que parecen interminables senderos de terracería que llevan a poblados lejanos y al resto de la entidad, siempre da la oportunidad de ver, admirar y maravillarse por un paisaje pleno de belleza en sus amplios valles, así como por su rica diversidad de vida, que en su singularidad se asoma en cualquier momento, y que nos recuerda lo que es vivir en nuestro peculiar desierto.

Coronando estas amplias superficies están las montañas; encadenadas por su origen geológico podrían parecer muy similares, pero aisladas entre ellas –por efectos de la erosión, del clima, de largos cambios en el tiempo y de las actividades humanas– reservan en sus cañadas y en las partes más altas el recuerdo de lo que han dejado las glaciaciones. Sus bosques inesperados a la distancia, pero vistos desde la sombra de los árboles, recuerdan y comparan, a través de la vegetación y de los animales, lugares que pueden parecer ajenos a nuestra entidad para quien no los conozca, pero que son parte esencial de la preciada riqueza de nuestra tierra.

Mucho hemos perdido a lo largo del tiempo por descuidos o por ignorancia: regiones inundadas, bosques, ríos o pastizales, especies que fueron endémicas o que llevamos a la extinción en algún momento, quizá sin siquiera haberlas registrado, y deseamos que tales mermas ya no se repitan. Si queremos cambiar las situaciones críticas o peligrosas por las que atraviesa la biodiversidad de Coahuila, es importante iniciar un círculo virtuoso en la conservación, que por necesidad tiene por punto de partida el conocimiento, para que después de él llegue el reconocimiento y la valorización. Por ello este intenso trabajo dirigido por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad es y seguirá siendo fundamental para generar las siguientes etapas ya mencionadas.

En Coahuila, como en todo el planeta, dependemos de nuestra riqueza natural y de los servicios que nos brinda el ambiente, pero la nueva cultura tecnológica –desarrollada tan rápidamente y que nos absorbe de forma tan fácil–, a pesar de ser tan útil, también conlleva el riesgo de que nos aleje de lo natural, y nos lleve a desconocer lo que nos rodea, o a enterarnos más comúnmente de lo que sucede en cualquier lugar lejano y no en nuestro estado. Por lo anterior, si queremos que las personas se acerquen al conocimiento de lo que hay en su tierra, tenemos que contar con un instrumento de consulta que cumpla de manera inicial con la labor de informar, presentando de manera seria, pero también sencilla y entendible, la riqueza natural de Coahuila.

La dependencia que tenemos de la naturaleza en Coahuila se torna interesante, al utilizar ampliamente la biodiversidad del pasado, transformada en carbón y gas, y ahora la riqueza cine-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

gética, agrícola y ganadera, pero también el agua que surte todas nuestras necesidades y que, con el fin de ser adecuada para el consumo, requiere de las montañas y los bosques que la capturan y después la filtran en sus entrañas, para formar manantiales, arroyos y ríos guardianes de parte de nuestro gran patrimonio natural. Si queremos que todo lo anterior se utilice de manera más adecuada, debemos conocerlo.

Esta obra es un proyecto de muchas personas, especialmente de todos aquellos que, de manera voluntaria y altruista, tomaron muy en serio el escribir sobre este territorio que tan bien conocen y que seguramente admiran. A su lado hubo una gran labor de recopilación, revisión y edición, que resulta sencillo de comentar en un párrafo, pero que requirió talento, visión, compromiso y perseverancia; no es posible nombrar a todos los que participaron en este trabajo, porque fueron cientos, pero sus nombres los encontrarán a lo largo de la consulta de estos libros.

Reconozco que mi amor y admiración por Coahuila en algún momento pueden parecer exageradas, pero no es así; como gobernador y como coahuilense he tenido la oportunidad de recorrer muchas veces los caminos de la entidad, caminar a través de sus veredas, o volar sobre su paisaje, en compañía de personas que ven lo mismo que yo: un lugar maravilloso, una tierra plena de belleza y rica por su valor natural y por su gente, a quienes está dedicada esta obra.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Presentación

Dr. José Saruhkán Kermez
Coordinador Nacional de la CONABIO

El libro *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, representa el primer diagnóstico integral sobre el patrimonio natural de la entidad y es sin duda, un avance significativo para la difusión del conocimiento sobre éste y su importancia.

Esta obra es una valiosa fuente de información, confiable y actualizada, acerca de la situación de la biodiversidad en Coahuila, que las autoridades gubernamentales, los académicos, las comunidades locales, los grupos indígenas y la sociedad en general, podrán consultar y utilizar como elemento base para la toma de decisiones, diseñar estrategias de planeación y realizar nuevas investigaciones acerca de la conservación, uso sustentable de la naturaleza del estado y en beneficio del desarrollo sustentable de esta entidad.

Este Estudio de Estado es una puesta al día del grado de conocimiento y estado de conservación de la biodiversidad en Coahuila. Provee una línea base para conocer los procesos de cambio y modificación de los ecosistemas de la entidad y establecer las acciones pertinentes para asegurar su conservación y uso sustentable en el largo plazo.

Tengo la seguridad de que las instituciones locales darán continuidad a los esfuerzos para incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad, el registro de los cambios y la identificación de las causas de tales cambios, para poder regularlas y apoyarán la difusión de esta obra; sólo de esta manera se aplicará y será de utilidad para las instituciones gubernamentales y para los habitantes de la entidad.

Agradecemos al Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, especialmente a la Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila (SEMA) y a los 157 autores pertenecientes a 32 instituciones y organizaciones estatales, nacionales e internacionales, por su compromiso y dedicación; sin ellos no hubiera sido posible la elaboración de este libro. Los felicitamos por la consumación de este gran esfuerzo.

Esta obra contribuye al cumplimiento de las actividades de instrumentación de la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030, la cual es parte de los compromisos adquiridos por México ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y es un valioso legado para el conocimiento y estado de la biodiversidad, fundamental para la valoración y conservación del capital natural de Coahuila.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Contenido

7 **Presentación del C. Gobernador Constitucional del Estado de Coahuila de Zaragoza**
Rubén Moreira Valdez

9 **Presentación del Coordinador Nacional de la CONABIO**
Dr. José Saruhkán Kermez

21 **Introducción**
Andrea Cruz Angón
Karla Carolina Nájera Cordero

Volumen I

Sección I CONTEXTO FÍSICO

31 **Resumen ejecutivo**
Silvia Xiomara González Aldaco

33 **Geografía, división territorial y fisiografía**
Silvia Xiomara González Aldaco

45 **Clima**
Juana María Mendoza Hernández
Silvia Xiomara González Aldaco

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

55 **Geología**
Luis Eutiquio Canales Gutiérrez
Francisca Isabel Morán Rosales

71 **Hidrología**
Luis Eutiquio Canales Gutiérrez

97 **Análisis temporal de la urbanización de tres microcuencas que impactan a Saltillo**
Iliana Isabel Hernández Javalera
Adín Helber Velázquez Pérez

103 **Suelos**
Luis Alfonso Natividad Beltrán del Río
Silvia Xiomara González Aldaco

113 **Análisis espacial y temporal de la cobertura forestal**
Silvia Xiomara González Aldaco

123 **Procesos históricos de la apropiación de la diversidad biológica en la sierra de Arteaga**
Rita Carmen Favret Tondato

Sección II CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

137 **Resumen ejecutivo**
Federico Ricardo Muller Rodríguez

139 **Perspectiva histórica del aprovechamiento de los recursos naturales del valle de Saltillo (siglos XVI al XX)**
Carlos Manuel Valdés Dávila
Ernesto Alfonso Terry Carrillo

147 **Población**
Olivia Carmina Milchorena Montes

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

153 **Servicios e infraestructura**
José Luis Escobedo Sagaz

161 **Economía y empleo**
Arnoldo Ochoa Cortés

165 **Índices de desarrollo humano y de marginación**
Arnoldo Ochoa Cortés
José Luis Escobedo Sagaz
Rafael Diego Toro Torres

169 **Aprovechamiento sustentable del mezquite y las mujeres artesanas del ejido La Vega**
Guillermo Gándara Fierro
Laura Denisse Barreda Terán

173 **Conclusión**
Federico Ricardo Muller Rodríguez
Olivia Carmina Milchorena Montes
José Luis Escobedo Sagaz
Arnoldo Ochoa Cortés
Rafael Toro Torres

Sección III MARCO JURÍDICO

179 **Resumen ejecutivo**
Edna Edith Castro González
Carlos Antonio Franco Flores
Armando Luna Canales
Marta Laura Carranza Aguayo
María Teresa Cepeda Valdés

181 **Antecedentes del marco jurídico ambiental**
María Teresa Cepeda Valdés

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

191 **Distribución de competencias en materia de biodiversidad**
Armando Luna Canales

197 **Instrumentos federales y locales para la protección de la biodiversidad**
Edna Edith Castro González

209 **Herramientas jurídicas para la protección del ambiente. Actualidad y retos**
Carlos Antonio Franco Flores

215 **La reforma energética y el gas shale**
Marta Laura Carranza Aguayo
Diana Melisa Talamás Santos
Antonio Moreno Talamantes
Javier Iván Gómez Crespo Rodríguez

231 **Agenda pendiente en materia de biodiversidad**
María Teresa Cepeda Valdés

Sección IV INSTRUMENTOS Y POLÍTICAS PÚBLICAS

241 **Resumen ejecutivo**
María Alejandra Carrera Máynez

245 **Áreas naturales protegidas**
María Alejandra Carrera Máynez
Carlos Alberto Sifuentes Lugo

255 **Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas: un espacio para la conservación de los recursos naturales**
Juan Carlos Ibarra Flores

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

261 **Regiones prioritarias para la conservación: realidades y perspectivas**
Enrique Carreón Hernández
César Martín Cantú Ayala
Ignacio José March Mifsut
Hernando Cabral Perdomo

275 **El pago por servicios ambientales: un instrumento para asegurar el mantenimiento de los ecosistemas**
Paola Bauche Petersen
María Alejandra Carrera Máynez

283 **Pago por servicios ambientales: contribución a la conservación de la sierra de Zapalinamé**
Juan Manuel Frausto Leyva

287 **Áreas verdes urbanas**
María Alejandra Carrera Máynez

295 **Propuesta estratégica para el manejo del fuego y la conservación de la biodiversidad**
Juan Manuel Frausto Leyva

311 **Política pública y adaptación al cambio climático**
Ignacio José March Mifsut
María Alejandra Carrera Máynez

317 **Convenio internacional de colaboración entre Coahuila y Texas**
Stephen Michael Niemeyer Acosta
Edward Robert Moderow
María Alejandra Carrera Máynez
Víctor Hugo Wong Flores

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sección v USOS TRADICIONALES Y CONVENCIONALES

327 **Resumen ejecutivo**
Olga Leticia Rumayor Rodríguez

329 **Turismo de naturaleza**
Pedro Adolfo Ramírez Guillén

339 **Especies maderables**
Celestino Flores López

343 **Usos de los recursos forestales no maderables en las zonas áridas**
José Guadalupe Gutiérrez Villagomez
Antonio Cano Pineda
Silvia Xiomara González Aldaco

349 **Situación actual de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre**
Daniel Federico González Guajardo

371 **Impacto del aprovechamiento cinegético del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y venado bura (*Odocoileus hemionus crooki*) en la economía**
Daniel Federico González Guajardo
Jorge Luis Guerrero Salcedo

379 **Pesca**
Severo Flores Aguilar

385 **Uso de especies nativas como complementos alimenticios para la ganadería**
Jesús Salvador Hurtado Reyes
Pedro Hernández Rojas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

393 **Usos y valor nutritivo de los maíces nativos**
Norma Angélica Ruiz Torres
Froylán Rincón Sánchez

399 **Sistema agropecuario**
Iliana Isabel Hernández Javalera
Alfio Vega de la Peña

407 **Acuacultura y pesquerías como actividades económicas**
María Eliazer Bañuelos Covarrubias
Adriana Antonio Bautista

413 **Aprovechamiento de la carpa en la presa Don Martín**
María Eliazer Bañuelos Covarrubias
Adriana Antonio Bautista

417 **Uso de la biotecnología para la conservación de los recursos genéticos forestales**
Celestino Flores López

423 **Uso ilegal de la biodiversidad**
Raúl Xavier González Valdés
Tomás Samuel Heinrichs Loera

Sección VI OPORTUNIDADES

435 **Resumen ejecutivo**
Francisco Valdés Perezgasga

437 **Educación ambiental**
Gerardo Jiménez González

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

441 **El Museo de las Aves de México: "Conocer para valorar y conservar®"**
Aldegundo Garza de León
Samuel López de Aquino
Gabriela Margarita García-Deras

447 **Jimulco: gestión ciudadana de un espacio municipal protegido**
Gerardo Jiménez González

451 **Acercamiento a la herpetofauna: acciones para su conocimiento y valoración**
José Luis Salinas Sánchez

455 **Participación ciudadana y formación de capital social en áreas naturales protegidas**
Gerardo Jiménez González

463 **Reintroducción de guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo intermedia*) en la sierra de Zapalinamé**
Sergio Carlos Marines Gómez

Sección VII FACTORES DE PRESIÓN

473 **Resumen ejecutivo**
Francisco Valdés Perezgasga

475 **Pérdida y degradación de hábitat**
Celso Manuel Valencia Castro

485 **Amenazas a la biodiversidad de Cuatro Ciénegas**
Irene Pisanty Baruch
Mariana Rodríguez Sánchez

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

499 **Especies invasoras**
Celso Manuel Valencia Castro
Francisco Valdés Perezgasga

507 **Gramíneas invasoras**
Jesús Valdés Reyna
Juan Antonio Encina Domínguez

511 **Extracción de hidrocarburos**
Porfirio Javier Valdés Villarreal Miranda

517 **Minería**
Francisco Valdés Perezgasga

523 **Desastres naturales: inundaciones y sequías**
Francisco Valdés Perezgasga

527 **Contaminación en los cuerpos de aguas**
Celso Manuel Valencia Castro

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Introducción

Andrea Cruz Angón y Karla Carolina Nájera Cordero

¿Qué es la biodiversidad?

Regularmente las palabras diversidad biológica o biodiversidad se asocian a los distintos animales y plantas que se observan a simple vista. No obstante, el concepto es complejo y difícil de entender, ya que de acuerdo al Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (CDB) la biodiversidad abarca la variedad de las especies vivientes, no sólo las plantas (Plantae) y los animales (Animalia), sino también los hongos (Fungi), los protozoarios (Protista) y las bacterias (Monera). También considera a los ecosistemas que alojan a las distintas especies, y a la variabilidad genética intrínseca de las mismas (CDB 1992, CONABIO 2000; figura 1). Además, se ha propuesto incluir a la variedad de plantas domesticadas por el ser humano y sus parientes silvestres (agro-biodiversidad), a la diversidad de grupos funcionales en el ecosistema (herbívoros, carnívoros, parásitos, saprófitos, entre otros), y a la diversidad cultural humana (costumbres, lenguas y cosmovisiones).

¿Cuál es el valor de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos?

Los ecosistemas otorgan servicios (ecosistémicos o ambientales) a la sociedad para su bienestar, los cuales se clasifican en cuatro categorías: 1) de provisión, a través de todas las materias primas como fibras, madera, agua y alimentos; 2) de regulación, como el control y la mitigación del clima, de las enfermedades y de la erosión; 3) de soporte, como la formación de suelos y reciclado de nutrientes, y 4) culturales, como fuente de inspiración artística o espiritual, sitios recreativos, entre otras (CONABIO 2006, figura 2).

El valor que las personas dan a la biodiversidad se ha categorizado en tres enfoques: el biológico, ya que los componentes de esta diversidad biológica significan un reservorio de información evolutiva irremplazable; el económico, ya que de la biodiversidad se obtienen servicios esenciales para el desarrollo de las sociedades, por ejemplo las variedades de vegetales y animales que los humanos han domesticado, materias primas para la construcción, vestido, compuestos, medicinas, entre otros; y el valor cultural, que tiene que ver con la inspiración a partir de la observación y

Cruz-Angón, A. y K. Nájera-Cordero. 2017. Introducción. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 21-27.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Niveles de organización de la biodiversidad considerados por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB; modificado por CONABIO 1998). **Genes**: a) gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*). **Especies**: b) chaute (*Ariocarpus fissuratus*); c) oso negro (*Ursus americanus eremicus*) en el cañón del Álamo dentro de la sierra Maderas del Carmen. **Ecosistemas**: d) vegetación ribereña en márgenes del río San Diego, e) poza de Cuatro Ciénegas f) izotal de palma china (*Yucca filifera*) en el municipio de Saltillo. Fotos: a) Ricardo Canales de Castillo; b) Javier Hinojosa/Banco de Imágenes CONABIO; c) Jonás A. Delgadillo; e) Alejandro Boneta Rodríguez/Banco de Imágenes CONABIO; d, f) Juan A. Encina.

disfrute de la naturaleza de donde se generan creencias, mitos y cosmovisiones (Toledo 1997).

Esfuerzos internacionales para conservar la biodiversidad

La pérdida de biodiversidad y degradación de ecosistemas por causas relacionadas con los modos de producción y la obtención de bienes y servicios que han resultado no sustentables, son una preocupación para la comunidad global de la que México forma parte. Por esto, en 1992 durante la Cumbre de Río, en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil, se firmó el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), junto con el Convenio Marco sobre Cambio Climático (CMNUCC) y el Convenio de Lucha contra la Desertificación. El CDB es el tratado internacional más importante en materia de biodiversidad, ya que aborda el tema desde una perspectiva integral y reconoce que la conservación de la biodiversidad es muy importante para el bienestar de los seres humanos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Servicios y beneficios que presta la biodiversidad a través de los ecosistemas. Fuente: modificado de CONABIO 2006.

México y el Convenio sobre la Diversidad Biológica

Este convenio ha sido ratificado por 196 partes. México fue el 12° país en ratificarlo en 1993 y ha cumplido con sus obligaciones como parte contratante de este convenio, entre las que destacan la elaboración de un documento diagnóstico sobre la biodiversidad del país (Estudio de País; CONABIO 1998), la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBM, CONABIO 2000) y la publicación de cinco informes nacionales que dan cuenta del cumplimiento de nuestro país de los compromisos adquiridos ante el CDB (CONABIO 2017). De manera adicional, México ha publicado cuatro volúmenes de *Capital Natural de México,* obra que utilizó el enfoque metodológico de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA 2005) y que representan una actualización de su Estudio de País: I. Conocimiento actual de la biodiversidad; II. Estado de conservación y tendencias de cambio; III. Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad (Sarukhán *et al*. 2009); IV. Capacidades humanas e institucionales (Sarukhán 2016).

En 2016, México fue sede de la Decimotercera Conferencia de las Partes (COP 13) de este Convenio y presentó su Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y su Plan de Acción 2016-2030 (CONABIO 2016). Este documento identifica seis ejes estratégicos (figura 3), 24 líneas de acción y 160 acciones para conocer, conservar y usar sustentablemente el enorme capital de México.

El papel de los gobiernos locales en la implementación del CDB: las Estrategias Estatales de Biodiversidad

Desde 2002 la CONABIO, promueve las Estrategias Estatales de Biodiversidad (EEB), un proceso realizado en colaboración con los gobiernos estatales y representantes locales de los diversos sectores de la sociedad. Esta iniciativa toma en

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Ejes estratégicos de la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex). Fuente: CONABIO 2016.

cuenta la diversidad cultural, geográfica, social y biológica de México y busca que las entidades federativas del país:

1. Cuenten con herramientas de planificación a escala adecuada (estatal) para la toma de decisiones con respecto a la gestión de los recursos biológicos.
2. Integren elementos de conservación y uso sustentable de la biodiversidad en las políticas públicas.
3. Incrementen la valoración de la biodiversidad, por parte de la sociedad, mediante el establecimiento de programas permanentes de educación ambiental y difusión sobre la importancia de la biodiversidad.

El proceso de las EEB busca completar dos documentos de planificación estratégica importantes (figura 4): **1) Estudio de Estado**, que es un diagnóstico de línea base sobre la biodiversidad del estado en sus diferentes niveles y **2) Estrategia Estatal sobre Biodiversidad**, que es un documento de planificación estratégica mediante el cual se establecen las prioridades de acción en el corto, mediano y largo plazos para conservar y aprovechar sustentablemente su diversidad biológica. La formulación de estos dos documentos requiere de la participación de diversos sectores de la sociedad para identificar acciones prioritarias y ejecutarlas de manera sinérgica y coordinada. Además se promueve el

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

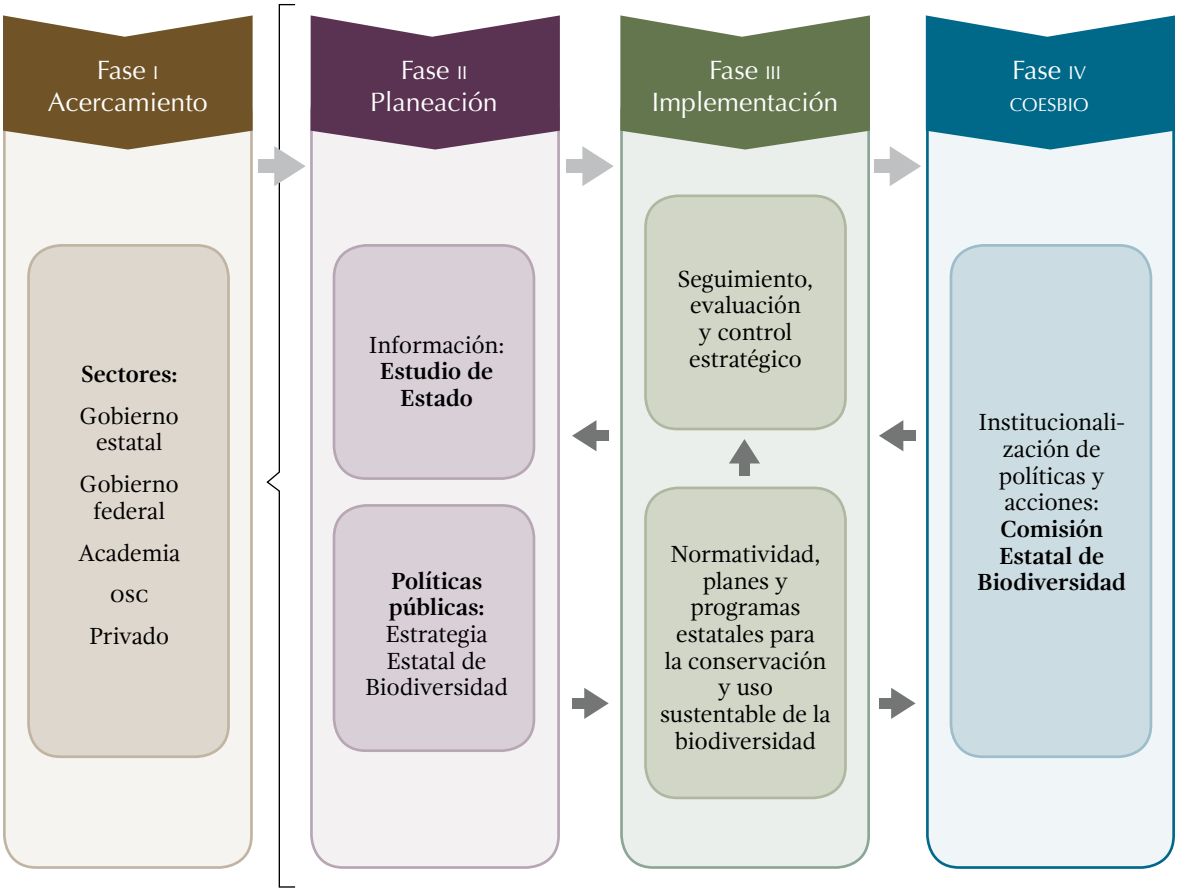


Figura 4. El proceso de elaboración de documentos de planeación estratégica e instrumentación de acciones en el marco del programa de Estrategias Estatales de Biodiversidad coordinado por la CONABIO. Fuente: elaboración propia.

establecimiento de instituciones encargadas de generar inteligencia para la toma de decisiones o Comisiones Estatales de Biodiversidad.

La biodiversidad en Coahuila: acciones para conocerla, conservarla y usarla sustentablemente

El CDB ha resaltado la importancia de que los gobiernos locales o subnacionales se involucren y consideren la biodiversidad como un elemento básico de su infraestructura, para promover esquemas de planeación y desarrollo ambientalmente sustentables, que aseguren la procuración de bienes y servicios ecosistémicos para el bienestar de la población en el corto y largo plazo.

En el proceso de elaboración de esta obra se realizaron múltiples reuniones con personal académico de diversas instituciones y del gobierno de la entidad. Para cada sección se designaron especialistas que apoyaron a coordinar a todos los autores que participaron en cada temática (cuadro 1).

El Estudio está conformado por dos volúmenes (cuadro 1), y en el primer volumen participaron cerca de 70 autores de aproximadamente 26 instituciones. El lector encontrará información de contexto sobre el medio físico (sección I) y el medio socioeconómico (sección II), en donde los autores relacionan estas temáticas con la biodiver-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sidad de la entidad. También podrá encontrar cuál es el marco jurídico e institucional (sección III) bajo el cual se tutelan los recursos biológicos en el estado, así como los instrumentos y políticas públicas vigentes para la gestión, protección y conservación de la biodiversidad (sección IV) en Coahuila. La sección V refiere ejemplos sobre los usos tradicionales (recursos forestales no maderables) y convencionales (sistemas agrícolas) de la biodiversidad, mientras que la sección VI identifica nuevas oportunidades de conservación y uso sustentable de la misma. Finalmente la sección VII identifica los principales factores de presión a la biodiversidad, que incluyen la pérdida y degradación de los ecosistemas, especies exóticas invasoras, contaminación de cuerpos de agua, entre otros.

El segundo volumen integra el diagnóstico completo y actualizado del patrimonio biológico de la entidad. La información se obtuvo a partir del trabajo de los especialistas en compilar lo que se conoce en Coahuila sobre los grupos biológicos, desde la vegetación que se distribuye en los diferentes ecosistemas de la entidad, hongos, invertebrados hasta vertebrados.

Tras un esfuerzo de colaboración sin precedentes, la entidad ha cumplido con la primer meta del proceso de las Estrategias Estatales de Biodiversidad mediante la publicación de *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, que sentará las bases para la elaboración de la Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Coahuila. Ambos documentos son elementos primordiales para la toma de decisiones y el diseño de estrategias de planeación con la finalidad de conservar y usar de manera sustentable los recursos naturales del estado.

Cuadro 1. Coordinadores de cada una de las secciones del Estudio de Estado.

Sección	Coordinador
I. Contexto físico	Silvia Xiomara González Aldaco
II. Contexto socioeconómico	Olivia Carmina Milchorena Montes
III. Marco jurídico e institucional	María Teresa Cepeda Valdés
IV. Instrumentos y políticas públicas	María Alejandra Carrera Máynez
V. Usos tradicionales y convencionales	Olga Leticia Rumayor Rodríguez
VI. Oportunidades	Francisco Valdés Perezgasga
VII. Factores de presión	Francisco Valdés Perezgasga
VIII. Diversidad del pasado	Francisca Isabel Morán Rosales
IX. Diversidad de ecosistemas	Jesús Valdés Reyna
X. Diversidad de especies	
Hongos y plantas	Jesús Valdés Reyna
Invertebrados	María Teresa Valdés Perezgasga
Vertebrados	José Gamaliel Castañeda Gaytán
XI. Diversidad genética	Manuel Humberto Reyes Valdés

Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

cdb. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. En: <*http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-un-es.pdf*>, última consulta: 17 de septiembre de 2015.

conabio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de país. conabio, México.

——. 2000. Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México. conabio, México.

——. 2006. Capital natural y bienestar social. conabio, México.

——. 2016. Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y Plan de Acción 2016-2030. conabio, México.

——. 2017. Implementación del cbd en México. En: <*http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/implementacion_cbd_mex.html*>, última consulta: septiembre 2017.

ma. Millennium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being:Synthesis*. Island Press, Washington.

scdb. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010. Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal, 2010.

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.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias *et al*. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. conabio, México.

Toledo, V.M. 1997. La diversidad ecológica de México. En: *El Patrimonio Nacional de México*, Vol. 1. E. Florescano (ed.). Fondo de Cultura Económica, México, pp. 111-138.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

SECCIÓN I.
CONTEXTO FÍSICO

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Silvia Xiomara González Aldaco

El desarrollo y permanencia de la biodiversidad de un territorio dependen considerablemente de los factores del medio físico y sus transformaciones. Esta sección ofrece un panorama general de las características físicas (abióticas) del estado, sus interrelaciones y procesos, para relacionarlos a la biodiversidad y la riqueza biológica en la entidad.

Coahuila es un estado de matices que se reflejan en su gran diversidad de flora y fauna, así como en la presencia de diversos ecosistemas representativos del norte del país. El estado se encuentra inmerso en lo que se conoce como Desierto Chihuahuense y ocupa el tercer lugar en extensión territorial en relación con el resto del país, ya que representa 7.88% de la superficie total de México.

Se caracteriza por tener una variada fisiografía representada por tres provincias fisiográficas: la Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica y Sierras y Llanuras del Norte. Estas regiones son el contexto de una mezcla de topoformas que van desde los extensos valles hasta las grandes serranías y lomeríos. El clima predominante en el estado es seco y semiseco, seguido del muy seco. Sin embargo, sólo un porcentaje muy pequeño es templado subhúmedo.

Geológicamente, el paisaje en el estado ha sido constantemente modificado. Se formó por procesos tectónicos y volcánicos que dieron origen a constantes plegamientos de la placa continental. Este aspecto está claramente representado en la subprovincia fisiográfica Gran Sierra Plegada, donde el tipo de vegetación más importante es el bosque de pino, en las partes altas de las sierras.

Los suelos representativos del estado corresponden a los Litosoles, Xerosoles, Regosoles, Yermosoles y Rendzinas, que en conjunto ocupan casi 90% del territorio; también se encuentra otra gama de suelos, pero en menor proporción, tales como Solonchak, Vertisol, Castañozem, Fluvisol, Feozem, Chernozem, Luvisol, Solonetz y Gleysol. Los suelos más abundantes en el estado están relacionados principalmente a los matorrales desérticos micrófilo y rosetófilo, mientras que los menos abundantes están ligados a otros tipos de flora, como lo es la vegetación de desiertos arenosos.

Uno de los aspectos de mayor importancia es la hidrología. Aunque el estado se encuentra en lo que se conoce como zonas áridas y semiáridas, es parte de cuatro regiones hidrológicas:

González Aldaco, S.X. 2017. Resumen ejecutivo. Contexto físico. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 31-32.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Río Bravo-Conchos, Mapimí, Nazas-Aguanaval y El Salado. Cuenta con una gran red de arroyos, algunos perennes y en su mayoría intermitentes, que conducen el agua a través de las cuencas a lo largo del estado y favorecen la recarga de los acuíferos, mismos que en la actualidad presentan una importante problemática por su sobreexplotación, la cual se debe a los usos agrícola, de generación de electricidad, público urbano e industrial.

Los acuíferos más afectados son el Principal-Región Lagunera, Monclova y Saltillo-Ramos Arizpe, todos relacionados con las principales zonas metropolitanas de Coahuila.

En general, más de 90% de la vegetación del estado se encuentra en condiciones naturales o primarias, y se han tomado medidas para proteger sus ecosistemas con esquemas de conservación que permitan disminuir, en lo posible, la sobreexplotación de los recursos y mitigar los efectos de los cambios de uso de suelo necesarios para el desarrollo socioeconómico de la entidad.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Geografía, división territorial y fisiografía

Silvia Xiomara González Aldaco

Ubicación y división territorial

Coahuila se localiza en el norte de México, entre las coordenadas 24º 32' y 29º 53' N y 99º 51' y 103º 58' O (INEGI 2013b). Colinda al norte con los Estados Unidos de América, al este con Nuevo León, al sur con Zacatecas y al oeste con Chihuahua y Durango. Está conformado políticamente por 38 municipios y su capital es la ciudad de Saltillo (figura 1). Ocupa el tercer lugar en extensión territorial, con una superficie de 150 656 km^2, lo que representa 7.88% de la superficie total del país.

El municipio de mayor extensión es Ocampo, con 25 296.8 km^2, que representa 17.19% de la superficie total del estado, seguido de Acuña, con 11 451.09 km^2, Cuatro Ciénegas, con 10 588.65 km^2, y Parras de la Fuente, con 10 517.80 km^2 (cuadro 1). Los municipios más pequeños son Allende, con 250.62 km^2, y Sacramento, con 287.23 km^2 (INEGI 2013a).

Fisiografía

Los rangos en altitud sobre el nivel del mar varían desde 130 m en las llanuras del noreste, hasta más de los 3 000 m que alcanzan las serranías del sur. Como consecuencia de su geología, fisiografía y ubicación en el territorio nacional y el continente, se encuentran montañas, valles, planicies y otras topoformas (figura 2) que, de acuerdo a INEGI (2011a), pueden agruparse en tres provincias fisiográficas: Sierras y Llanuras del Norte, Sierra Madre Oriental y las Grandes Llanuras de Norteamérica (cuadro 2), que a su vez se subdividen en 10 subprovincias (cuadro 3). Para el desarrollo de este estudio se considera la distribución de las subprovincias (figura 3) como regionalización del estado, debido a sus características físicas y biológicas.

Provincia Sierra Madre Oriental

Es la de mayor extensión. Se expande a lo largo del estado con una superficie de 99 010.7 km^2. Se conforma por un conjunto de sierras complejas y plegadas, además de bajadas con lomeríos típicos. Sus altitudes varían desde los 350 msnm en los municipios de Guerrero y Villa Unión, hasta los 3 500 msnm en la sierra La Marta, en el municipio de Arteaga (INEGI 2011a).

González Aldaco, S.X. 2017. Geografía, división territorial y fisiografía. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 33-44.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

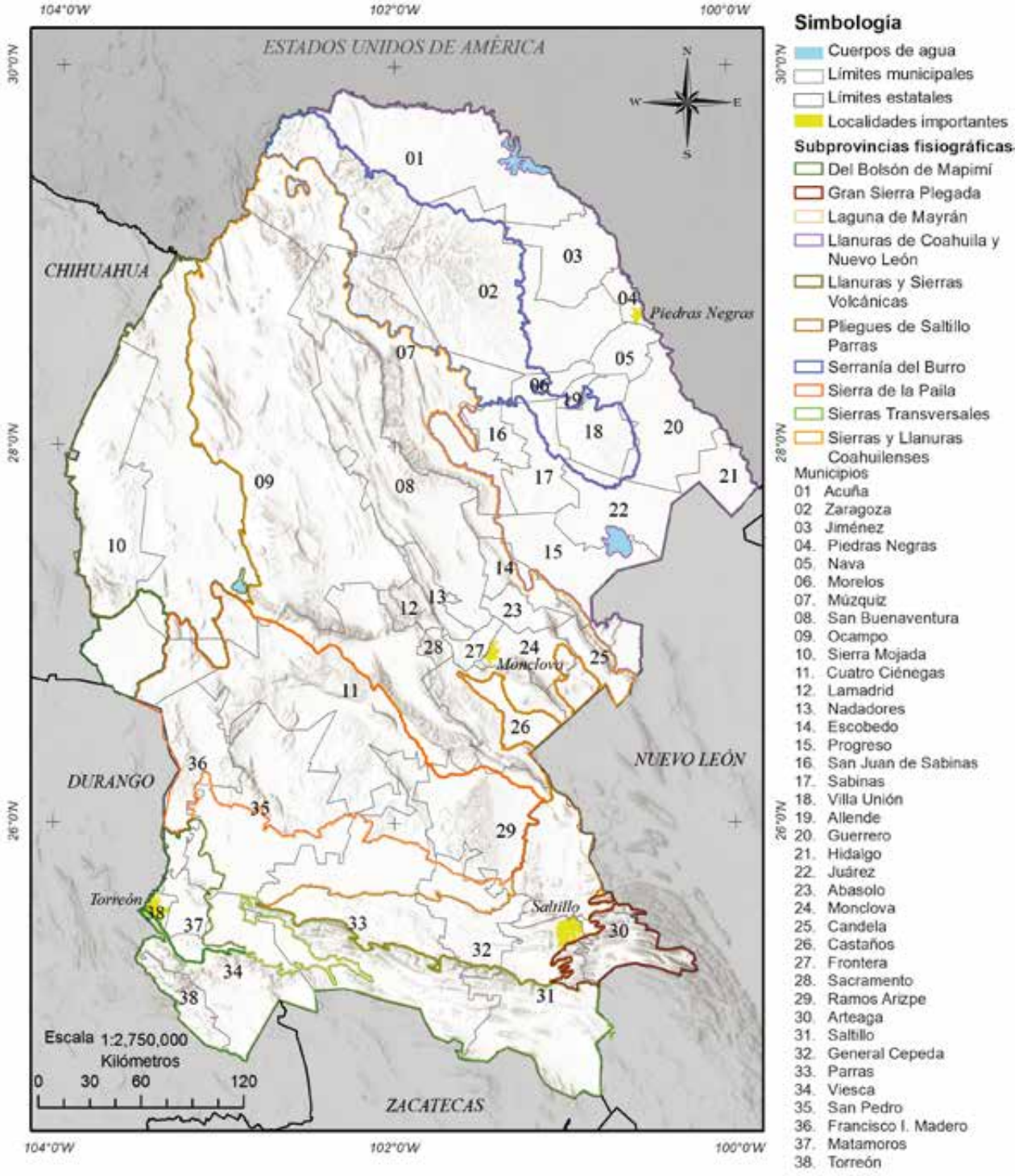


Figura 1. Ubicación y división municipal. Fuente: elaboración propia con información de INEGI 2013a.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Municipios y superficies con relación al total estatal.

No.Identificación	Municipio	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	Acuña	1 145 109.04	7.60
2	Zaragoza	791 984.93	5.26
3	Jiménez	219 646.99	1.46
4	Piedras Negras	47 294.68	0.32
5	Nava	90 484.28	0.60
6	Morelos	63 666.05	0.42
7	Múzquiz	825 829.53	5.48
8	San Buenaventura	640 946.58	4.25
9	Ocampo	2 589 561.39	17.19
10	Sierra Mojada	787 353.79	5.23
11	Cuatro Ciénegas	1 058 864.95	7.03
12	Lamadrid	66 870.09	0.44
13	Nadadores	71 172.91	0.47
14	Escobedo	101 817.25	0.68
15	Progreso	286 829.48	1.90
16	San Juan de Sabinas	79 869.07	0.53
17	Sabinas	196 632.39	1.31
18	Villa Unión	184 608.51	1.23
19	Allende	25 062.53	0.17
20	Guerrero	291 352.84	1.93
21	Hidalgo	112 314.81	0.75
22	Juárez	244 403.79	1.62
23	Abasolo	73 794.75	0.49
24	Monclova	124 217.30	0.82
25	Candela	210 280.14	1.40
26	Castaños	331 608.67	2.20
27	Frontera	45 408.91	0.30
28	Sacramento	28 722.85	0.19
29	Ramos Arizpe	669 249.07	4.44
30	Arteaga	161 915.31	1.07
31	Saltillo	556 232.97	3.69

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

No.Identificación	Municipio	Superficie (ha)	Superficie (%)
32	General Cepeda	261 529.91	1.74
33	Parras	1 051 780.05	6.98
34	Viesca	435 769.91	2.89
35	San Pedro	708 022.44	4.70
36	Francisco I. Madero	278 611.84	1.85
37	Matamoros	79 825.75	0.53
38	Torreón	126 985.78	0.84
Total		**15 065 631.53**	**100.00**

Fuente: INEGI 2013a.

Cuadro 2. Provincias y subprovincias fisiográficas de Coahuila; superficie y porcentaje que ocupan con respecto a la superficie total del estado.

Provincias fisiográficas	Subprovincia	Superficie (ha)	Superficie (%)
Sierra Madre Oriental	Gran Sierra Plegada	207 207.73	1.38
	Pliegues Saltillo-Parras	964 530.16	6.40
	Serranía del Burro	1 335 923.63	8.87
	Sierra de la Paila	1 896 551.32	12.59
	Sierras Transversales	1 190 099.68	7.90
	Sierras y Llanuras Coahuilenses	4 307 034.76	28.58
Grandes Llanuras de Norteamérica	Llanuras de Coahuila y Nuevo León	2 568 502.14	17.05
Sierras y Llanuras del Norte	Del Bolsón de Mapimí	423 647.34	2.81
	Llanuras y Sierras Volcánicas	1 407 374.17	9.34
	Laguna de Mayrán	764 760.60	5.08
Total		**15 065 631.53**	**100.00**

Fuente: INEGI 2011b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Municipios que conforman cada subprovincia fisiográfica.

Subprovincia	Municipios	Superficie (ha)	Superficie (%)
Del Bolsón de Mapimí	San Pedro de las Colonias	49 705.08	11.73
	Viesca	39 579.18	9.34
	Matamoros	77 002.82	18.18
	Francisco I. Madero	34 364.34	8.11
	Ocampo	29 993.70	7.08
	Sierra Mojada	168 437.49	39.76
	Torreón	24 564.73	5.80
Gran Sierra Plegada	Ramos Arizpe	16 888.56	8.15
	Saltillo	37 080.65	17.90
	Arteaga	153 238.53	73.95
Laguna de Mayrán	General Cepeda	69 928.37	9.14
	Parras	306 039.51	40.02
	San Pedro de las Colonias	263 368.16	34.44
	Viesca	107 711.52	14.08
	Matamoros	1 925.65	0.25
	Francisco I. Madero	6 143.44	0.80
	Ramos Arizpe	9 643.95	1.26
Llanuras de Coahuila y Nuevo León	Escobedo	13 012.16	0.51
	Jiménez	215 972.11	8.43
	Juárez	216 566.68	8.45
	Morelos	33 521.83	1.31
	Múzquiz	95 982.63	3.75
	Nava	90 484.29	3.53
	Allende	18 566.65	0.72
	Piedras Negras	47 294.68	1.85
	Progreso	239 062.99	9.33
	Sabinas	155 971.09	6.09
	San Juan de Sabinas	76 344.50	2.98
	Villa Unión	37 562.49	1.47
	Zaragoza	264 722.15	10.33
	Candela	63 640.32	2.49
	Acuña	604 747.28	23.62
	Hidalgo	112 314.81	4.39
	Guerrero	275 343.92	10.75

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Continuación.

Subprovincia	Municipios	Superficie (ha)	Superficie (%)
Sierras y Llanuras Coahuilenses	Cuatro Ciénegas	409 140.69	9.50
	Escobedo	88 805.09	2.06
	Frontera	45 408.91	1.05
	Lamadrid	66 870.09	1.55
	Monclova	109 082.70	2.53
	Múzquiz	500 300.10	11.62
	Nadadores	71 172.91	1.65
	Parras	0.12	0.00
	Progreso	47 766.48	1.11
	Sacramento	28 722.85	0.67
	San Buenaventura	640 946.58	14.88
	San Juan de Sabinas	2 495.54	0.06
	Zaragoza	229.55	0.01
	Candela	100 619.70	2.34
	Castaños	237 879.91	5.52
	Ocampo	1 619 194.28	37.60
	Abasolo	73 794.75	1.71
	Acuña	226 423.98	5.26
	Ramos Arizpe	37 905.56	0.88
Llanuras y Sierras Volcánicas	Cuatro Ciénegas	23 136.92	1.64
	Ocampo	856 163.64	60.82
	Sierra Mojada	528 373.60	37.53
Pliegues Saltillo-Parras	General Cepeda	152 550.89	15.82
	Monclova	15 134.60	1.57
	Parras	239 730.54	24.85
	Candela	46 020.12	4.77
	Castaños	91 850.74	9.52
	Ramos Arizpe	282 237.55	29.26
	Saltillo	128 328.93	13.30
	Arteaga	8 676.79	0.90

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Continuación.

Subprovincia	Municipios	Superficie (ha)	Superficie (%)
Serranía del Burro	Jiménez	3 674.88	0.27
	Juárez	20 465.47	1.53
	Morelos	30 144.22	2.26
	Múzquiz	229 546.80	17.18
	Allende	6 495.88	0.49
	Sabinas	40 661.30	3.04
	San Juan de Sabinas	1 029.04	0.08
	Villa Unión	147 046.01	11.00
	Zaragoza	527 033.23	39.45
	Acuña	313 917.87	23.50
	Guerrero	15 908.92	1.19
Sierra de la Paila	Cuatro Ciénegas	626 587.34	33.04
	General Cepeda	24 831.74	1.31
	Parras	112 910.06	5.95
	San Pedro	394 789.18	20.82
	Francisco I. Madero	238 104.06	12.55
	Castaños	1 878.01	0.10
	Ocampo	84 334.77	4.45
	Sierra Mojada	90 542.70	4.77
	Ramos Arizpe	322 573.45	17.01
Sierras Transversales	General Cepeda	14 218.91	1.19
	Parras	393 099.82	33.17
	San Pedro	160.02	0.02
	Viesca	288 479.21	24.34
	Matamoros	897.28	0.08
	Saltillo	398 189.94	32.56
	Torreón	102 421.04	8.64
Total		**15 065 631.53**	**100.00**

Fuente: INEGI 2011b.

Los principales tipos de vegetación corresponden a matorrales desérticos; en las partes bajas, micrófilo; en las laderas, rosetófilo; y en las partes altas, submontano, además de diferentes tipos de bosques. Está representada por ocho subprovincias fisiográficas, sin embargo, la superficie de dos de ellas, Sierras y Llanuras Occidentales y Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande, es muy pequeña (5 068.04 ha), por lo que no se incluyeron en la regionalización y sólo se consideraron las siguientes:

1. **Gran Sierra Plegada**. Se ubica al sureste del estado. Abarca casi por completo al municipio de Arteaga y parte de Saltillo y Ramos Arizpe. Colinda al noreste con Nuevo

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

León, al noroeste con la subprovincia Pliegues Saltillo-Parras y al suroeste con la subprovincia Sierras Transversales. Está representada por sierras con pliegues y dobleces, y bajadas –suavemente inclinadas– en las partes bajas de las sierras (INEGI 2011a).

2. **Pliegues Saltillo-Parras.** Se ubica al este del estado. Cuenta con una superficie de 964 530.16 ha, 6.42% de la superficie total, y comprende parte de los municipios de Candela, Monclova, Castaños, Ramos Arizpe, Saltillo, Arteaga, General Cepeda y Parras de la Fuente. Colinda al norte con la provincia Sierras y Llanuras del Norte y con la subprovincia Sierra de la Paila, al sur con la subprovincia Sierras Transversales y al sureste con la subprovincia Gran Sierra Plegada. Está representada principalmente por un conjunto de sierras con pliegues y lomeríos, además de llanuras bajas de piso rocoso o compactado con lomeríos y llanuras con materiales no consolidados y depositados en corrientes de agua (INEGI 2011a).
3. **Serranía del Burro.** Se encuentra en la parte centro norte del estado. Incluye parte de los municipios de Acuña, Zaragoza, Jiménez, Morelos, Múzquiz, Allende, Sabinas, San Juan de Sabinas, Guerrero, Villa Unión y Juárez. Delimita al noreste con la provincia Grandes Llanuras de Norteamérica, al noroeste con los Estados Unidos de América y al sur con la subprovincia Sierras y Llanuras de Coahuila. Está representada, principalmente, por un conjunto de sierras complejas con lomeríos y una serie de valles intermontanos pequeños (INEGI 2011a).
4. **Sierra de la Paila.** Se ubica en el centro del estado. Comprende una parte de los municipios de Castaños, Ramos Arizpe, General Cepeda, Parras de la Fuente, San Pedro de las Colonias, Cuatro Ciénegas, Francisco I. Madero, Sierra Mojada y Ocampo. Colinda al norte con la subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses, al sur con la provincia Sierras y Llanuras del Norte, al este con la subprovincia Pliegues Saltillo-Parras y al oeste con Durango. Está representada, principalmente, por un conjunto de sierras con pliegues extendidos de manera horizontal y sierras conformadas por rocas de origen diverso (INEGI 2011a).
5. **Sierras Transversales.** Se ubica al sur del estado. Comprende parte de los municipios de Saltillo, Parras de la Fuente, Viesca, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Torreón y General Cepeda. Delimita al norte con la subprovincia Pliegues Saltillo-Parras, al sur con Zacatecas, al oeste con Durango y al este con Nuevo León. Está representada, principalmente, por franjas de terreno suavemente inclinado formadas en las bases de las cadenas montañosas, sierras por rocas de origen diverso y llanuras con material fragmentario no consolidado, transportado y depositado por corrientes de agua (INEGI 2011a).
6. **Sierras y Llanuras Coahuilenses.** Se ubica en la parte centro de Coahuila. Comprende la totalidad del territorio de los municipios de San Buenaventura, Nadadores, Lamadrid, Frontera, Abasolo y Sacramento, así como una parte de Acuña, Ocampo, Múzquiz, Zaragoza, San Juan de Sabinas, Progreso, Escobedo, Candela, Monclova, Castaños, Cuatro Ciénegas, Parras de la Fuente y Ramos Arizpe. Limita al norte con la subprovincia Serranía del Burro, al sur con la subprovincia Sierra de la Paila, al este con la provincia Grandes Llanuras de Norteamérica y al oeste con la provincia Sierras y Llanuras del Norte. El sistema de topoformas que predomina son sierras plegadas y complejas con lomeríos; también se presentan bajadas típicas y con lomeríos (INEGI 2011a).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Provincia Grandes Llanuras de Norteamérica

Se ubica al noreste del estado, tiene una superficie de 25 351.9 km^2 y está representada por un conjunto de llanuras lomeríos con bajadas tendidas. Sus altitudes varían entre los 130 msnm, en el municipio de Hidalgo, y los 1 280 msnm, en el municipio de Acuña, donde colinda con la provincia Sierra Madre Oriental. El tipo de vegetación más representativo de esta provincia es el matorral espinoso tamaulipeco. Está conformada por una subprovincia:

1. **Llanuras de Coahuila y Nuevo León.** Se encuentra al noreste del estado. Comprende la totalidad de la superficie de los municipios de Hidalgo, Nava y Piedras Negras, así como una parte de Acuña, Zaragoza, Jiménez, Guerrero, Morelos, Villa Unión, Allende, Sabinas, San Juan de Sabinas, Múzquiz, Progreso, Juárez, Candela y Escobedo. Colinda al noreste con los Estados Unidos de América y al sur con la provincia Sierra Madre Oriental. Está representada por un conjunto de llanuras aluviales con lomeríos de vegetación escasa y poca precipitación, así como con lomeríos con bajadas extendidas de forma horizontal (INEGI 2011a).

Provincia Sierras y Llanuras del Norte

Esta provincia está conformada por dos áreas: una ubicada al noroeste del estado, con una superficie de 16 016.2 km^2, y la segunda al centro sur, con una superficie de 9 899 km^2. Es un conjunto de llanuras y bajadas y, en menor proporción, mesetas y sierras. Sus altitudes varían entre los 600 msnm al norte del municipio de Ocampo y los 2 450 msnm en el municipio de Sierra Mojada (INEGI 2011a). En esta provincia la vegetación más abundante, además de los matorrales desérticos, es la halófila y la gipsófila. Está representada por tres subprovincias:

1. **Del Bolsón de Mapimí.** Se ubica en dos porciones al oeste del estado, en los municipios de Sierra Mojada, Ocampo, Torreón, Francisco I. Madero, San Pedro de las Colonias, Matamoros y Viesca. Delimita al norte con la subprovincia Llanuras y Sierras Volcánicas, al sur con la provincia Sierra Madre Oriental y al oeste con Durango. Está representada por un conjunto de llanuras aluviales y campos de dunas típicos, es decir, terrenos con montículos de arena acumulada por el viento (INEGI 2011a).
2. **Llanuras y Sierras Volcánicas.** Se ubica al noroeste del estado. Comprende parte de los municipios de Sierra Mojada y Ocampo, así como una pequeña parte de Cuatro Ciénegas. Colinda al noroeste con Chihuahua, y al este y sur con la provincia Sierra Madre Oriental. El sistema de topoformas que predomina son bajadas con lomeríos y llanuras aluviales inundables y salinas (INEGI 2011a).
3. **Laguna de Mayrán.** Se ubica al centro oeste del estado. Comprende parte de los municipios de Francisco I. Madero, San Pedro de las Colonias, Matamoros, Viesca, Parras de la Fuente, General Cepeda y Ramos Arizpe. Se encuentra rodeada por la provincia Sierra Madre Oriental y al oeste colinda con la subprovincia Del Bolsón de Mapimí. Está representada, principalmente, por terrenos sin elevaciones en superficies con escasa lluvia y poca vegetación (INEGI 2011a).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

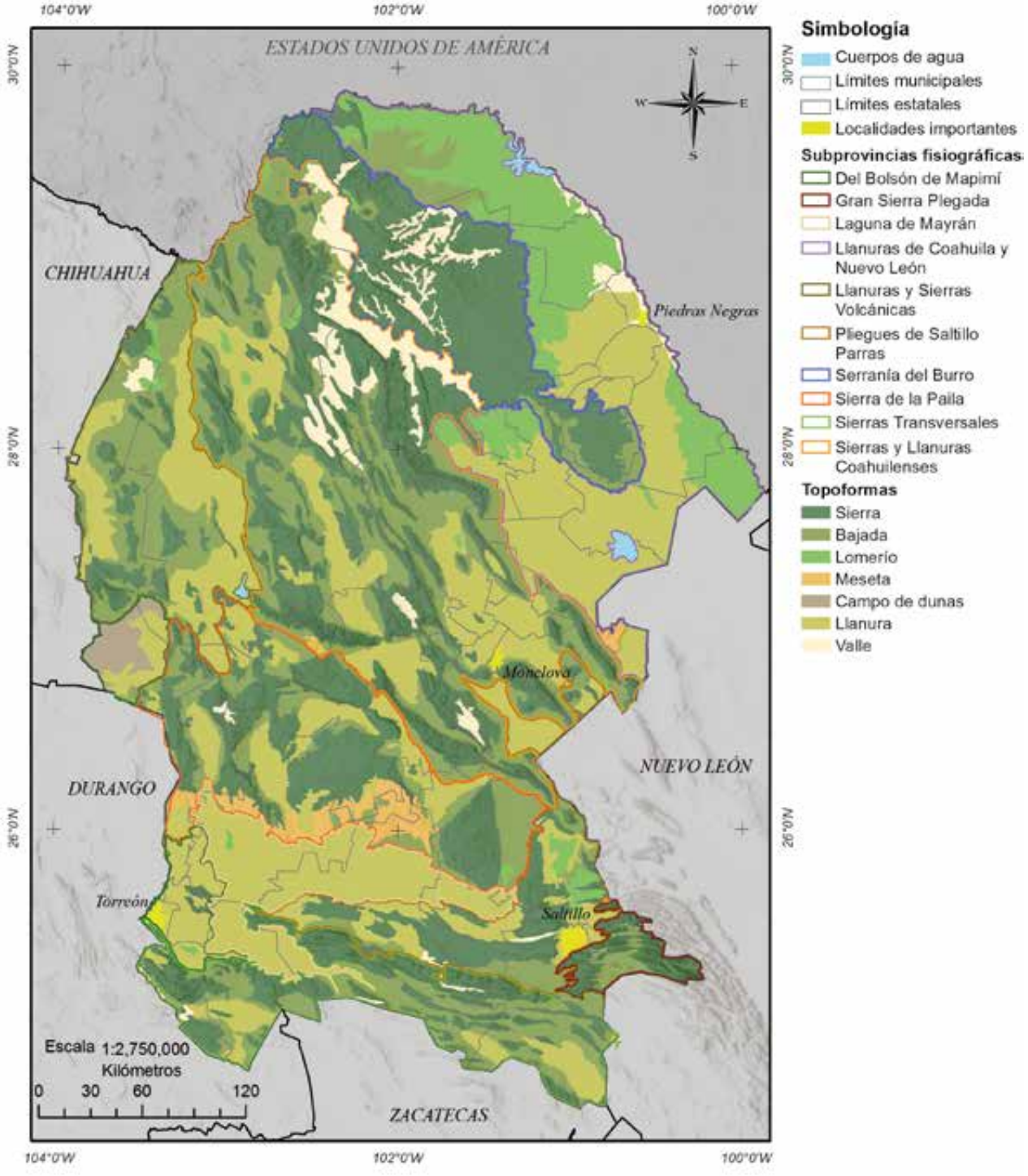


Figura 2. Sistema de topoformas. Fuente: elaboración propia con información de INEGI 2011a.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

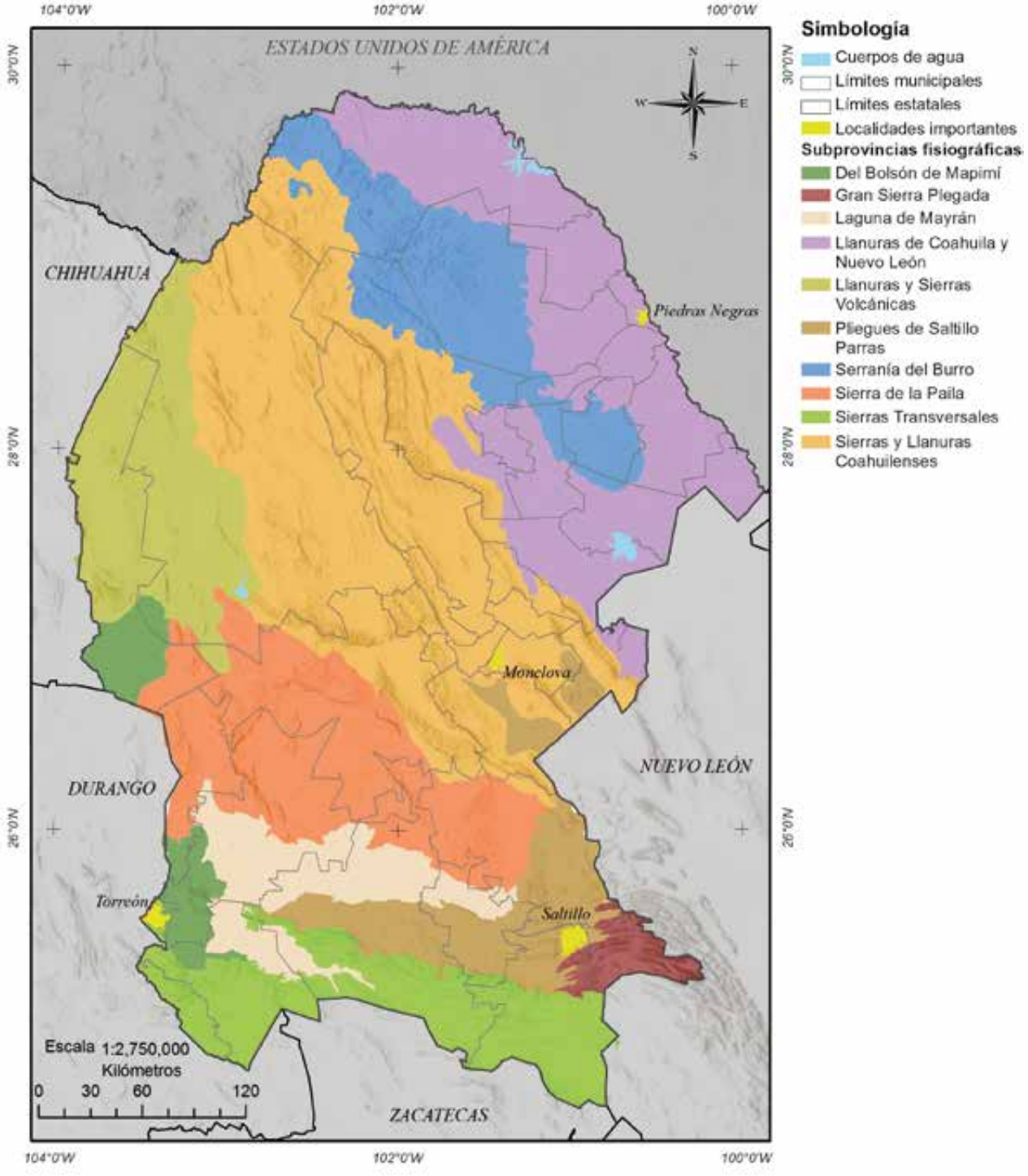


Figura 3. Subprovincias fisiográficas presentes en la entidad. Fuente: INEGI 2011b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

La fisiografía es uno de los factores que propician la presencia de una amplia diversidad biológica en los ecosistemas típicos de Coahuila. Como se pudo observar en la descripción, las provincias fisiográficas presentan rasgos diferentes, con topografía propia que permite la definición de cada una. Esto resulta en un amplio número de ecosistemas.

Referencias

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011a. Sistema de topoformas de Coahuila. México.

——. 2011b. Subprovincias fisiográficas de Coahuila. México.

——. 2013a. Anuario estadístico y geográfico de Coahuila. México.

——. 2013b. Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos. México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Clima

Juana María Mendoza Hernández y Silvia Xiomara González Aldaco

Introducción

El clima es considerado como el resultado de la interacción compleja de diferentes factores atmosféricos, biofísicos y geográficos que pueden cambiar con el tiempo y el espacio (Martínez y Fernández 2004).

Los elementos del clima están representados principalmente por la precipitación y la temperatura, pero hay otros, como la presión y humedad atmosféricas y el viento, los cuales en conjunto definen las características climáticas de un lugar.

Tipos de clima

En el estado se presentan 10 tipos de climas que van desde los muy secos hasta el templado subhúmedo en las diferentes subprovincias fisiográficas (INEGI 2000; cuadros 1 y 2, figura 1). La presencia de los distintos subclimas se debe precisamente a la interacción de los factores antes mencionados. Esta variabilidad climática permite la existencia de una gran riqueza biológica en el estado.

La gran mayoría de los climas de Coahuila son secos; predominan los muy secos al occidente, los áridos en el resto, con excepción de algunos subhúmedos en la sierra de Arteaga y hacia el centro norte del estado. La temperatura media de Coahuila es de 19.7 °C; en la figura 2 se muestra la distribución de las isotermas en el estado. Los valores extremos son: 22.9 °C para Zaragoza y 13.9 °C para el Tunal, en Arteaga. La precipitación es de 366.7 mm anuales, con 791.2 mm para Ciénega de la Purísima, también en Arteaga, y 152.2 mm para Estanque de León, en Cuatro Ciénegas. En la figura 3 se presenta la distribución de las isoyetas en el estado. En general se puede decir que el régimen de lluvias es de verano hacia el occidente del estado y de lluvias escasas todo el año hacia el oriente.

En todo el estado ocurren temperaturas iguales o inferiores a 0 °C, pero en las partes altas es donde son más bajas; se han observado hasta -15 °C. Principalmente, los meses de noviembre a marzo son los que presentan las temperaturas bajas. En cambio, las temperaturas altas pueden llegar a los 50 °C en lugares como la frontera o en la parte más seca, como lo es Ocampo.

Mendoza Hernández, J.M. y S.X. González Aldaco. 2017. Clima. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 45-54

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Características principales de los tipos y subtipos de climas.

Clave	Tipo de clima	Descripción	Clave subtipo	Descripción
BW (desértico muy seco)	Muy seco cálido	Cálido, temperaturas medias, anual > 22 °C y del mes más frío < 18 °C	BW(h)hw	Régimen de lluvia de verano
	Muy seco semicálido	Semicálido, temperaturas medias, anual 18 a 22 °C y del mes más frío < 18 °C	BWhw	Régimen de lluvia de verano
			BWhw(x)	Régimen de lluvia de verano. El porcentaje de lluvia invernal > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
			BWhx	Régimen de lluvia escasa todo el año
	Muy seco templado	Templado, temperaturas medias, anual 12 a 18 °C, del mes más frío entre -3 y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C	BWkw	Régimen de lluvia de verano
BS (estepario seco) corresponde a los que tienen un cociente P/T menor de 22.9	Seco semicálido	Semicálido con invierno fresco, temperaturas medias, anual 18 a 22 °C y del mes más frío < 18 °C	BS_0hw(x)	Régimen de lluvia de verano > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
			BS_0hx	Régimen de lluvia escasa todo el año
			BS_0hw	Régimen de lluvia de verano
	Seco cálido	Cálido, temperaturas medias, anual > 22 °C y del mes más frío < 18 °C	BS_0(h)hx	Régimen de lluvia escasa todo el año
			BS_0(h)hw	Régimen de lluvia de verano
			BS_0(h)hw(x)	Régimen de lluvia de verano > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
	Seco templado	Templado con verano cálido, temperaturas medias, anual 12 a 18 °C, del mes más frío entre -3 y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C	BS_0kx	Régimen de lluvia escasa todo el año
			BS_0kw(x)	Régimen de lluvia de verano > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
			BS_0kw	Régimen de lluvia de verano

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Clave	Tipo de clima	Descripción	Clave subtipo	Descripción
BS1 (estepario semiseco) corresponde a los que tienen un cociente P/T mayor de 22.9	Semiseco semicálido	Semicálido con invierno fresco, temperaturas medias, anual 18 a 22 °C y del mes más frío < 18 °C	$BS_1hw(x)$	Régimen de lluvia de verano > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
			BS_1hx	Régimen de lluvia escasa todo el año
			BS_1hw	Régimen de lluvia de verano
	Semiseco templado	Templado con verano cálido, temperaturas medias, anual 12 a 18 °C, del mes más frío entre -3 y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C	BS_1kx	Régimen de lluvia escasa todo el año
			BS_1kw	Régimen de lluvia de verano
			$BS_1kw(x)$	Régimen de lluvia de verano > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
C (templado)	Templado subhúmedo	Templado, temperatura media anual entre 12 y 18 °C	Cx	Régimen de lluvia escasa todo el año
		Templado, temperatura media anual entre 12 y 18 °C	C(w1)	Subhúmedo con humedad media, cociente P/T entre 43.2 y 55.0
	Semifrío subhúmedo	Semifrío, temperatura media anual entre 5 y 12 °C	C(E)x	Régimen de lluvia escasa todo el año

P: precipitación; T: temperatura.
Fuente: INEGI 2000.

Fenómenos como las tormentas eléctricas son comunes en el estado, pero la probabilidad de ocurrencia no es la misma para todos los lugares, ya que normalmente aparecen en la época de lluvias (verano). El granizo se presenta en primavera y verano, sobre todo en las partes altas.

Modificaciones para Coahuila

Se realizó un análisis de información de 56 estaciones meteorológicas (figura 4) del Servicio Meteorológico Nacional (CONAGUA 2015). Se utilizó el método de Köppen, modificado por Enriqueta García para México (García 2004), que es el método en el que se basan las cartas climáticas que edita el INEGI. Se establecieron las fórmulas climáticas de las estaciones que contaban información para el periodo 1971-2000 (Mendoza Hernández 2017; apéndice 1).

Provincia Sierra Madre Oriental

En el caso de la subprovincia Gran Sierra Plegada, el análisis de la información muestra que el clima que se presenta corresponde al templado

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Tipos de climas y subclimas por subprovincia fisiográfica.

Subprovincias fisiográficas	Subclima	Superficie (ha)	Superficie (%)
Llanuras de Coahuila y Nuevo León	Muy seco semicálido	415 279.560	2.756
	Seco cálido	700 629.453	4.651
	Seco semicálido	964 768.009	6.404
	Semiseco semicálido	487 802.519	3.238
Sierras y Llanuras Coahuilenses	Muy seco cálido	27 278.050	0.181
	Muy seco semicálido	1 577 894.257	10.473
	Seco cálido	9 217.608	0.061
	Seco semicálido	1 603 668.248	10.645
	Seco templado	303 373.330	2.014
	Semiseco semicálido	291 803.682	1.937
	Semiseco templado	493 516.206	3.276
Sierras Transversales	Muy seco semicálido	575 331.607	3.819
	Seco semicálido	65 611.772	0.436
	Seco templado	143 818.568	0.940
	Semifrío subhúmedo	5 372.999	0.036
	Semiseco templado	225 626.452	1.480
	Templado subhúmedo	174 347.112	1.156
Pliegues Saltillo-Parras	Muy seco semicálido	415 763.661	2.760
	Seco semicálido	172 281.948	1.144
	Seco templado	54 549.763	0.362
	Semiseco templado	121 182.762	0.804
	Templado subhúmedo	200 754.755	1.333
Serranía del Burro	Muy seco semicálido	306 557.619	2.035
	Seco cálido	19 444.170	0.129
	Seco semicálido	821 998.711	5.456
	Seco templado	3 207.351	0.021
	Semiseco semicálido	38 719.363	0.257
	Semiseco templado	145 999.291	0.969
Sierra de la Paila	Muy seco semicálido	1 365 761.066	9.065
	Seco semicálido	259 828.371	1.725
	Seco templado	156 248.194	1.037
	Semiseco templado	114 708.794	0.761

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Continuación.

Subprovincias fisiográficas	Subclima	Superficie (ha)	Superficie (%)
Gran Sierra Plegada	Seco semicálido	1 058.262	0.007
	Seco templado	5 179.363	0.034
	Semifrío subhúmedo	18 151.621	0.120
	Semiseco semicálido	2 174.640	0.014
	Semiseco templado	42 773.987	0.284
	Templado subhúmedo	137 865.115	0.915
Laguna de Mayrán	Muy seco semicálido	764 754.822	5.076
	Seco semicálido	5.778	0.000
Llanuras y Sierras Volcánicas	Muy seco semicálido	1 296 609.568	8.606
	Muy seco templado	49 064.656	0.326
	Seco semicálido	5 884.343	0.039
	Seco templado	27 377.778	0.181
	Semiseco templado	28 738.982	0.190
Del Bolsón de Mapimí	Muy seco semicálido	423 647.339	2.812

Fuente: INEGI 2000.

subhúmedo intermedio con verano fresco largo y con tendencia a llover todo el año, muy extremoso, y en el caso de las áreas cercanas a Ciénega de la Purísima, en Arteaga, presenta, además, canícula (INEGI 2000).

En la subprovincia Pliegues Saltillo-Parras, dentro de los climas áridos semicálidos, se diferencia el municipio de Castaños, el cual es templado con tendencia a ser cálido, con lluvias de verano y canícula, muy extremoso. También la parte noroeste de Arteaga, Saltillo y Ramos Arizpe con lluvias escasas todo el año, más abundantes en verano. En el caso de General Cepeda y Parras de la Fuente, las lluvias se presentan en verano (INEGI 2000).

En la subprovincia Sierra de la Paila, en el municipio de Ramos Arizpe, el clima es árido, semicálido (templado con tendencia a cálido), con lluvias escasas todo el año, más abundantes en verano, y muy extremoso (INEGI 2000).

En la subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses, para el municipio de Candela se presenta un clima árido cálido muy extremoso, con lluvias escasas todo el año, mientras que para los municipios de Lamadrid, Nadadores, Sacramento, Cuatro Ciénegas y Ocampo, el clima es semicálido con lluvias escasas todo el año, con mayor abundancia en verano, y muy extremoso (INEGI 2000).

Provincia Grandes Llanuras de Norteamérica

En el caso de la subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León, en el municipio de Múzquiz se presenta el clima subhúmedo, más seco, semicálido, templado con tendencia a cálido, lluvias en verano, pero con tendencia a llover todo el año y, además, muy extremoso. Para el sureste de Múzquiz, Progreso y Juárez se observa un clima árido semicálido, con lluvias escasas todo el año y muy extremoso. Para Sabinas, Zaragoza, Allende y Jiménez hay un clima semiárido, con lluvias escasas todo el año, con algunas en verano, y muy extremoso (INEGI 2000).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

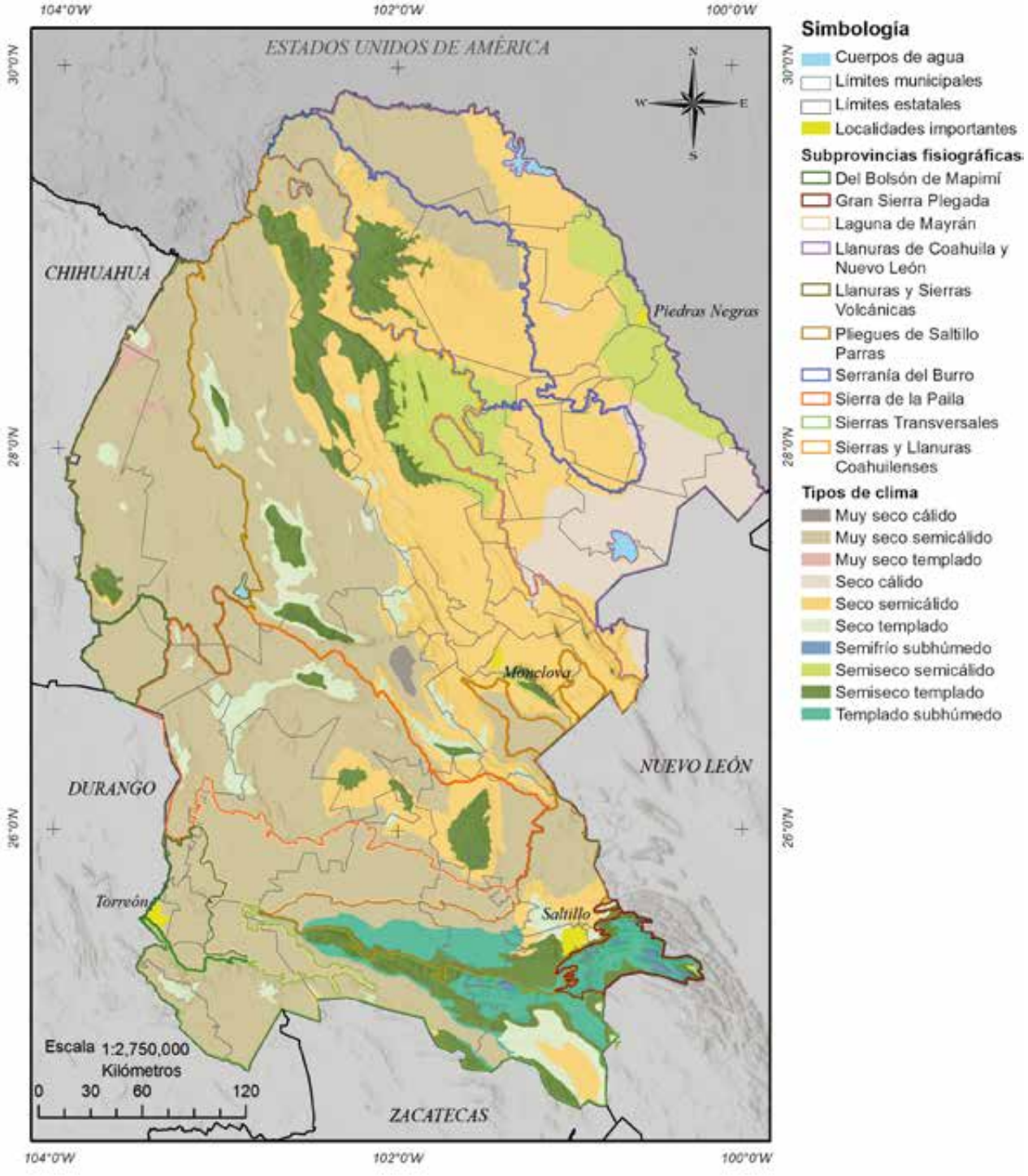


Figura 1. Tipos de climas. Fuente: INEGI 2000.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

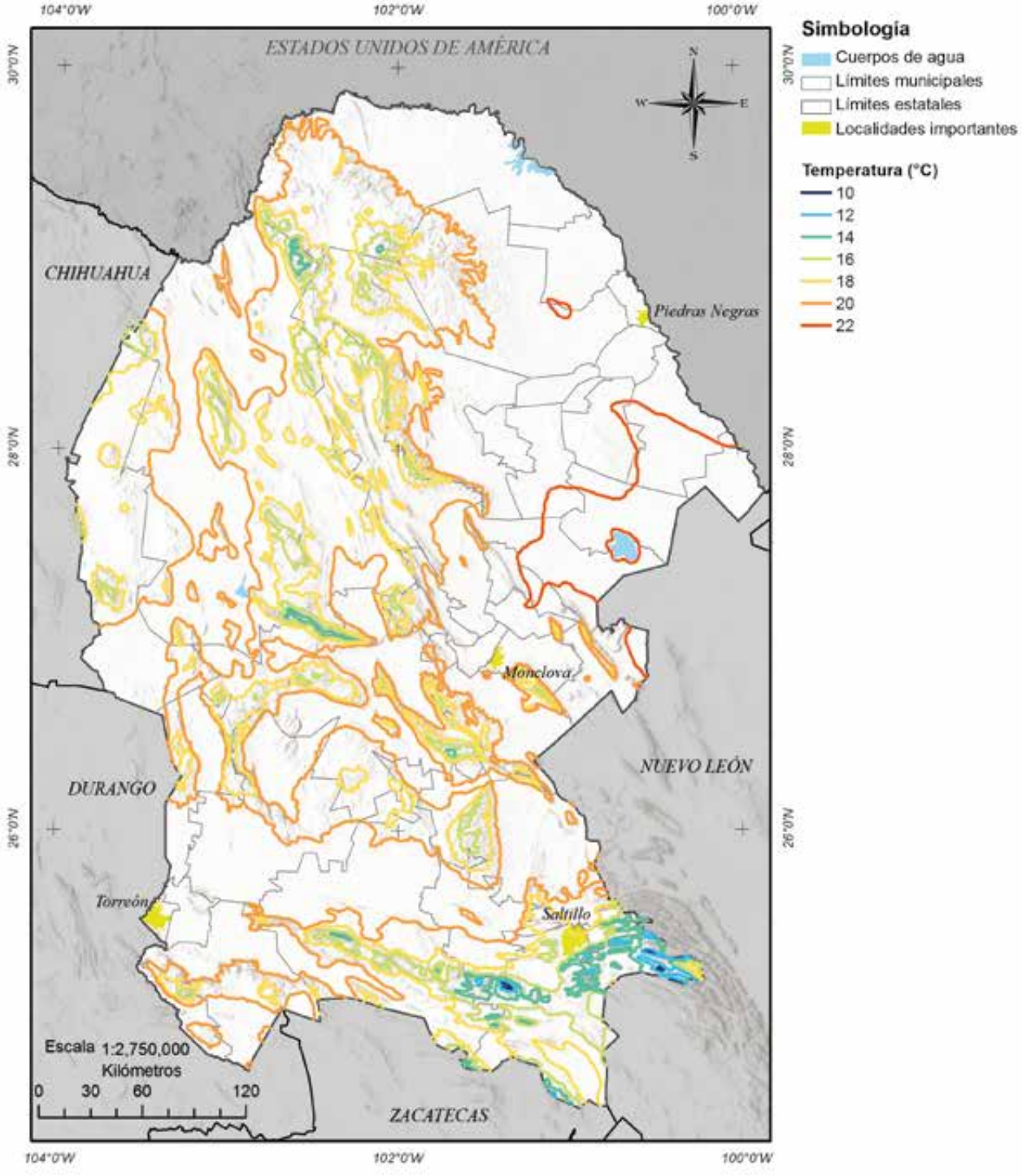


Figura 2. Distribución de las isotermas en el estado. Fuente: INEGI 2011a.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

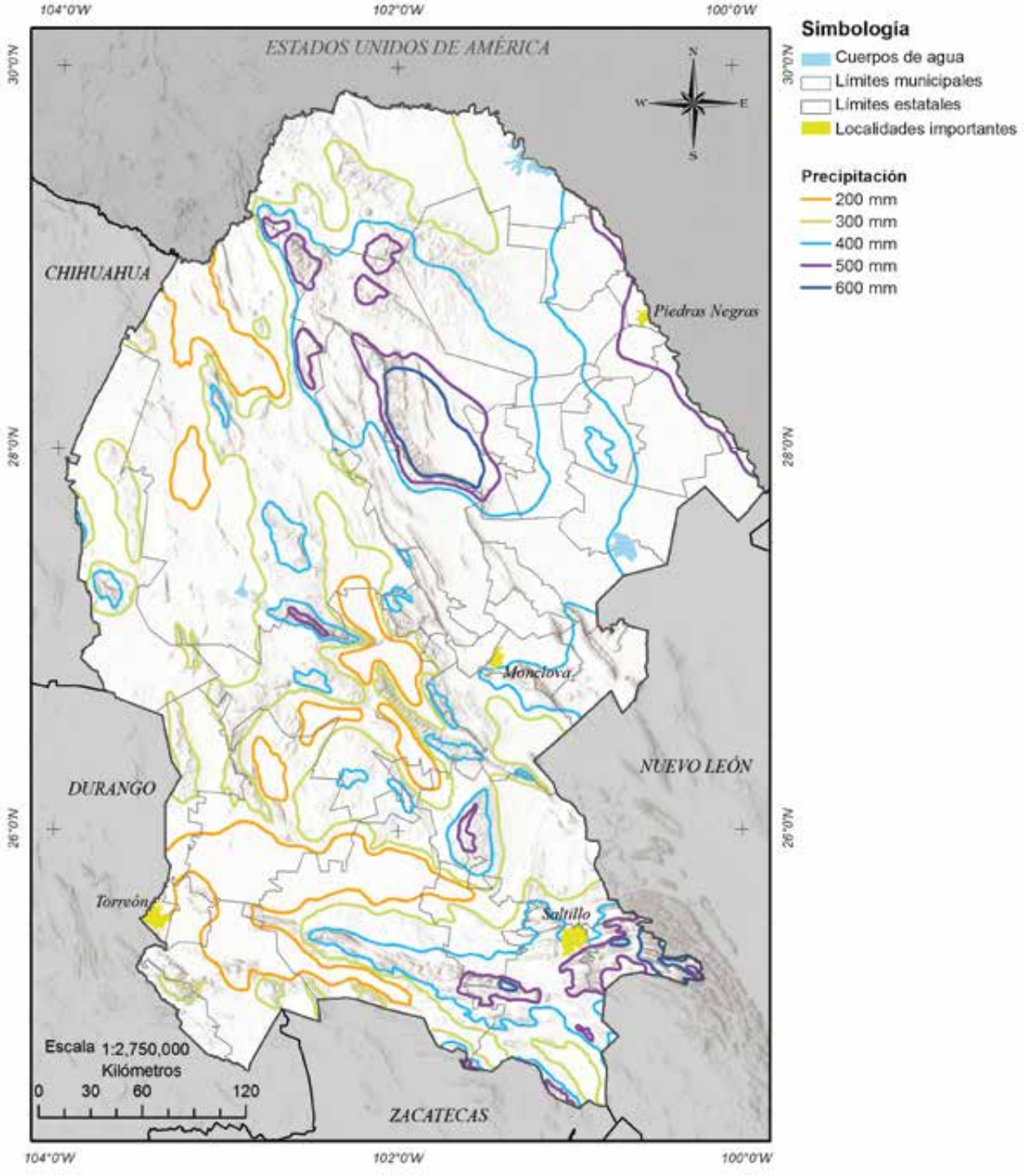


Figura 3. Distribución de las isoyetas en el estado. Fuente: INEGI 2011b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

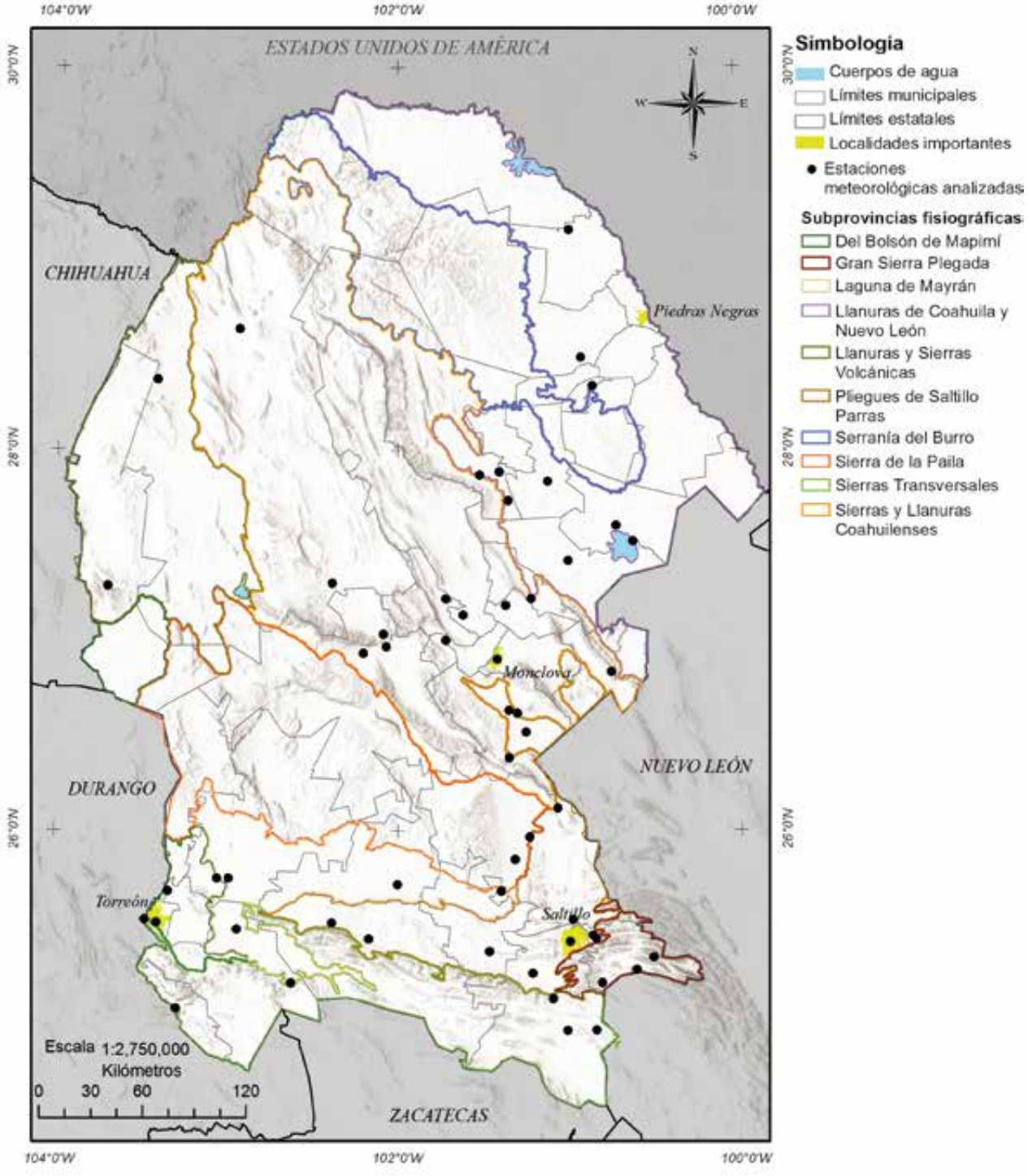


Figura 4. Distribución de las 56 estaciones meteorológicas. Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Provincia Sierras y Llanuras del Norte

Para la subprovincia Del Bolsón de Mapimí, además de las características generales del clima BWhw, que corresponde al muy árido semicálido, es muy extremoso en áreas aledañas a Torreón, Viesca y Matamoros, donde hay presencia de canícula (INEGI 2000).

Para la subprovincia Llanuras y Sierras Volcánicas, en el municipio de Sierra Mojada, se presenta el clima árido semicálido, con lluvias de verano, muy extremoso, mientras que para el noroeste de Ocampo las lluvias son escasas todo el año, pero más abundantes en verano (INEGI 2000).

Para la subprovincia Laguna de Mayrán, en los municipios de San Pedro de las Colonias y Parras de la Fuente, se presenta el clima muy árido semicálido, con lluvias de verano, muy extremoso y con canícula, mientras que para Viesca y Ramos Arizpe las lluvias son escasas todo el año, con mayor abundancia en verano, y es muy extremoso (INEGI 2000).

Conclusión

El clima es un factor que incide de forma determinante en la distribución de la biodiversidad, ya que cada especie tiene requerimientos climáticos específicos y si estos se modifican afectarían su desarrollo y reproducción. En Coahuila la amplia diversidad de climas permite la presencia de una cantidad considerable de especies de flora y fauna, por lo tanto es recomendable considerar que en los últimos tiempos el clima está cambiando y que las temperaturas tenderán a aumentar, al igual que la lluvia, de acuerdo a un estudio hecho por Mendoza (2010).

Referencias

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2015. Distribución de estaciones meteorológicas. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). En: <*http://www.conagua.gob.mx/*>, última consulta: marzo de 2016.

García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. Conjunto de datos vectoriales de los tipos de clima de Coahuila, México.

——. 2011a. Temperatura, México.

——. 2011b. Precipitación, México.

Martínez, J. y A. Fernández. 2004. *Cambio climático: una visión desde México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/Instituto Nacional de Ecología (INE), México.

Mendoza H., J.M. 2010. Escenarios climáticos para Coahuila. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza (SEMA). México. En: <*https://issuu.com/car84/docs/anexo_4_escenarios_climaticos_para_*>, última consulta: 3 de abril de 2017.

Mendoza Hernández, J.M. 2017. Análisis climático de la zona de influencia inmediata de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). UAAAN, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Geología

Luis Eutiquio Canales Gutiérrez y Francisca Isabel Morán Rosales

Introducción

La geología de Coahuila está representada por un basamento o soporte de rocas que data de la era Paleozoica (550-286 m.a.), sobre el cual descansa una gruesa columna sedimentaria originada en la era Mesozoica (figura 1, CRM 1993), en la que se encuentran formaciones de diferentes fechamientos: cinco del periodo Jurásico, 51 que se originaron en el Cretácico y siete de la era Cenozoica que representan los dos tipos de ambientes que coexistieron en el periodo terciario, el marino y el continental. El periodo Cuaternario o reciente comprende una sola formación.

La mayoría de las formaciones están compuestas de rocas sedimentarias: calizas, lutitas, areniscas y dolomitas (figura 2). Predominan las formaciones de calizas-lutitas y calizas puras (figura 3), le siguen las calizas con yeso, areniscas, dolomitas y limolitas. Las otras combinaciones predominantes son las lutitas con areniscas y las lutitas con limonitas. En menor número se presentan formaciones de areniscas y sólo existe una compuesta de yeso (figura 2).

Origen y formación de las rocas

El origen de las rocas y estructuras que se presentan en el estado, así como los principales eventos que las produjeron y las eras geológicas durante las que ocurrieron, se describen en los párrafos siguientes:

Paleozoico (550-286 m.a.)

Las rocas más antiguas identificadas en el estado corresponden al periodo Pérmico (286 m.a.) de la era Paleozoica (figura 4). Los principales afloramientos se encuentran en las sierras de Las Delicias y Los Remedios, en los municipios de Francisco I. Madero y San Pedro de las Colonias (subprovincia Sierra de la Paila). Estas rocas son de tipo sedimentario, constituido por conglomerados, grauvacas y lutitas, entre las que se intercalan calizas fosilíferas que incluyen material volcánico.

La sierra del Sobaco (subprovincia Sierra de la Paila) es un sitio donde puede observarse la exposición de estos materiales que contienen fósiles que han sido ubicados entre el periodo Pérmico y parte del Carbonífero. Otro afloramiento

Canales Gutiérrez, L.E. y F.I. Morán Rosales. 2017. Geología. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 55-69

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

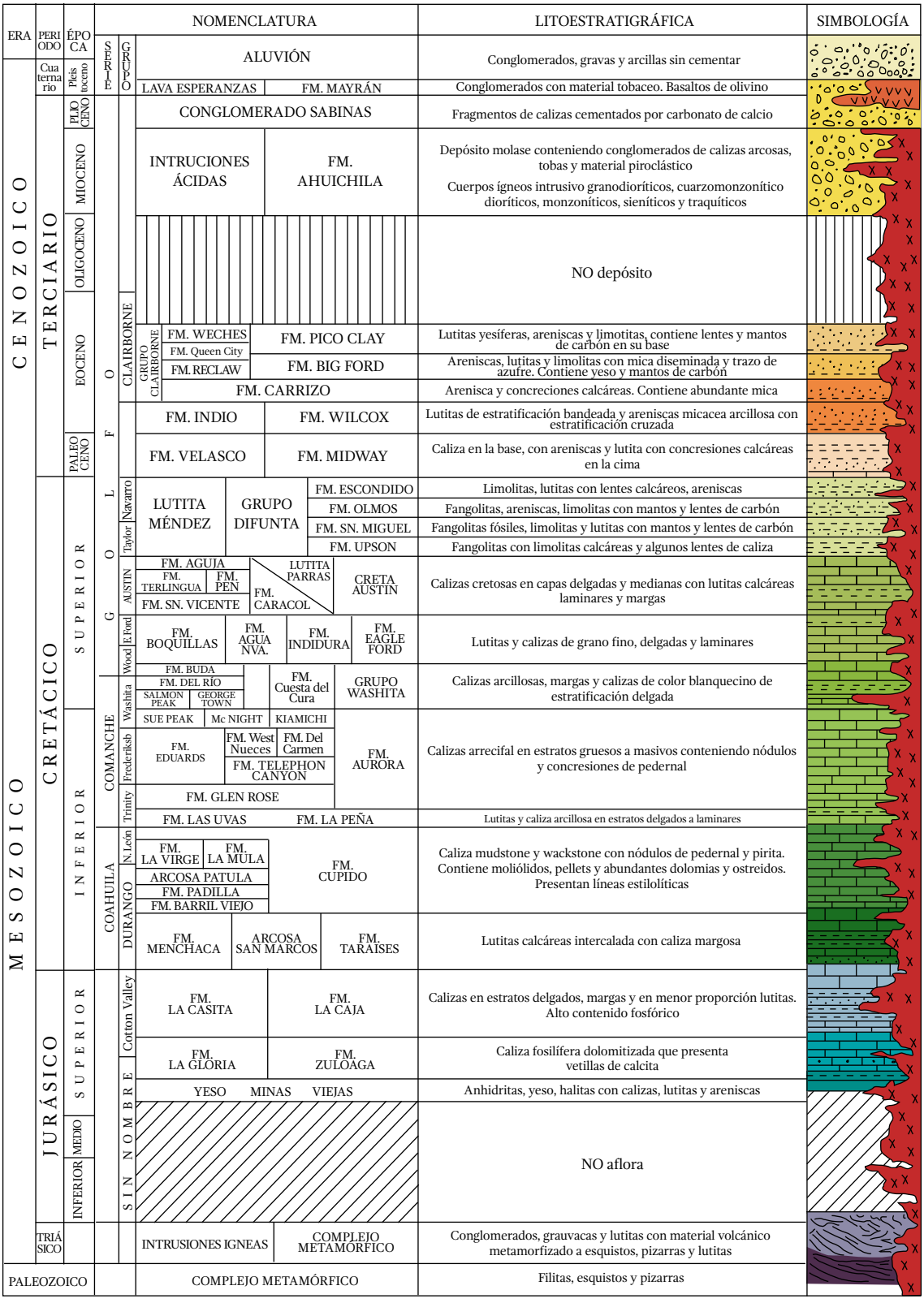


Figura 1. Columna geológica de Coahuila. Fuente: CRM 1993.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

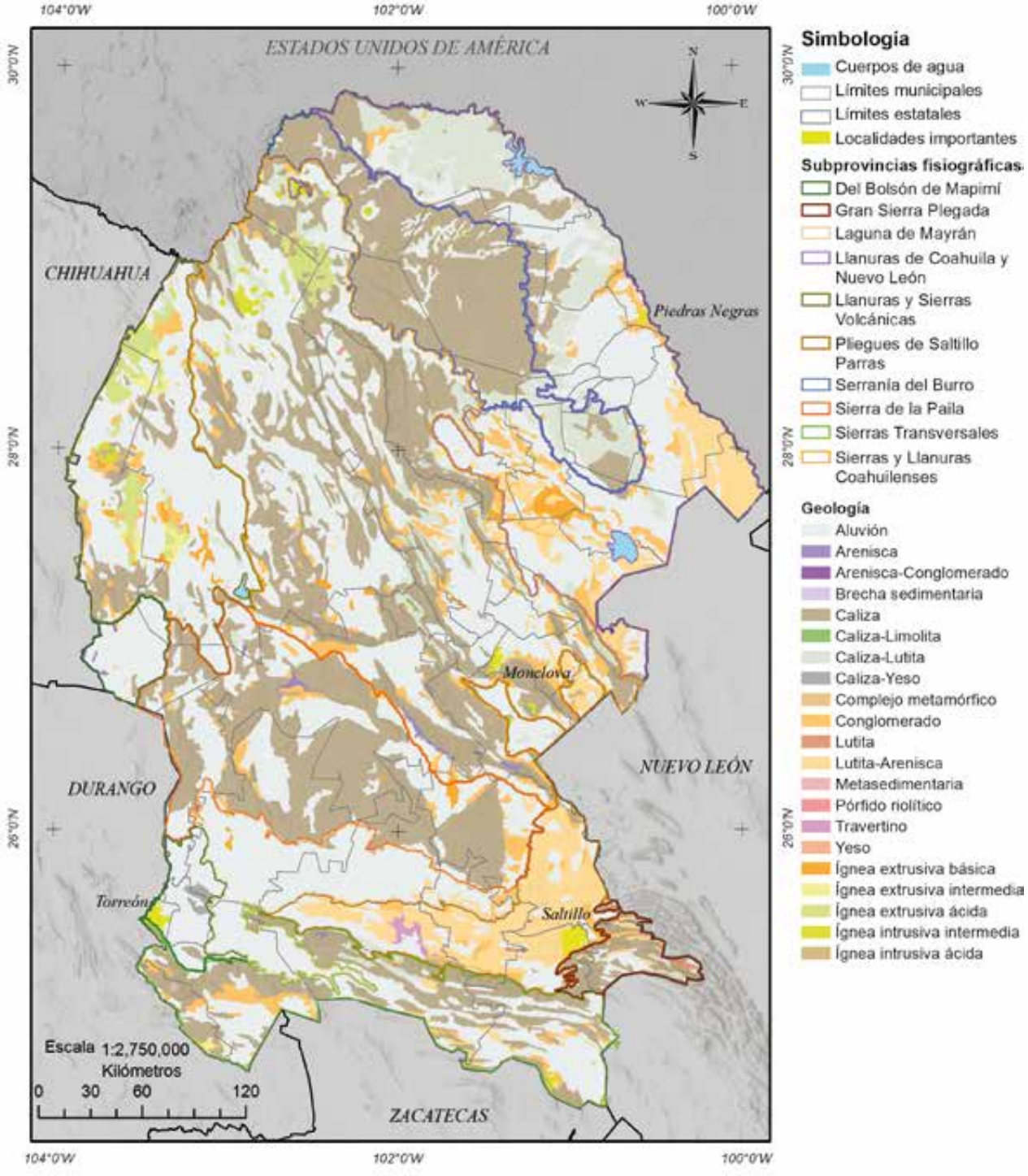


Figura 2. Tipo de rocas que se distribuyen en Coahuila. Fuente: INEGI 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de rocas del Paleozoico se localiza en la sierra del Carmen, municipio de Ocampo (subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses). La edad absoluta de estas rocas se determinó entre 240 y 370 m.a. (CRM 1993).

Mesozoico (250-65 m.a.)

Las rocas de esta era son las de mayor distribución en la entidad (figura 4) y constituyen todo su sistema orográfico. La secuencia mesozoica descansa en forma no paralela (discordante) sobre las rocas paleozoicas y comprende las rocas de los periodos Triásico, Jurásico y Cretácico (figura 5).

Triásico (250-208 m.a.)

Durante el Triásico, y parte del Jurásico, emergió la superficie terrestre. En esta etapa se desplazaron enormes bloques rocosos que se fallaron, erosionaron y dieron lugar al depósito de capas rojas continentales que se reportan en la subprovincia de las Sierras Transversales y al sur de las mismas (INEGI 1990).

En la entidad este periodo es representado por rocas sedimentarias que, por procesos naturales, cambian su contenido de minerales y estructura original (metasedimentarias, figura 2). Ejemplos de este complejo rocoso se localizan en la sierra de Jimulco, en los municipios de Torreón y Viesca (subprovincia Sierras Transversales), y en la sierra Los Remedios (subprovincia Sierra de la Paila), formadas por rocas metamórficas (figura 7) llamadas filitas, aunque también se observan areniscas y areniscas conglomeráticas (figura 2).

Figura 3. Calizas masivas de la Formación Cupido. Foto: Isabel Morán 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

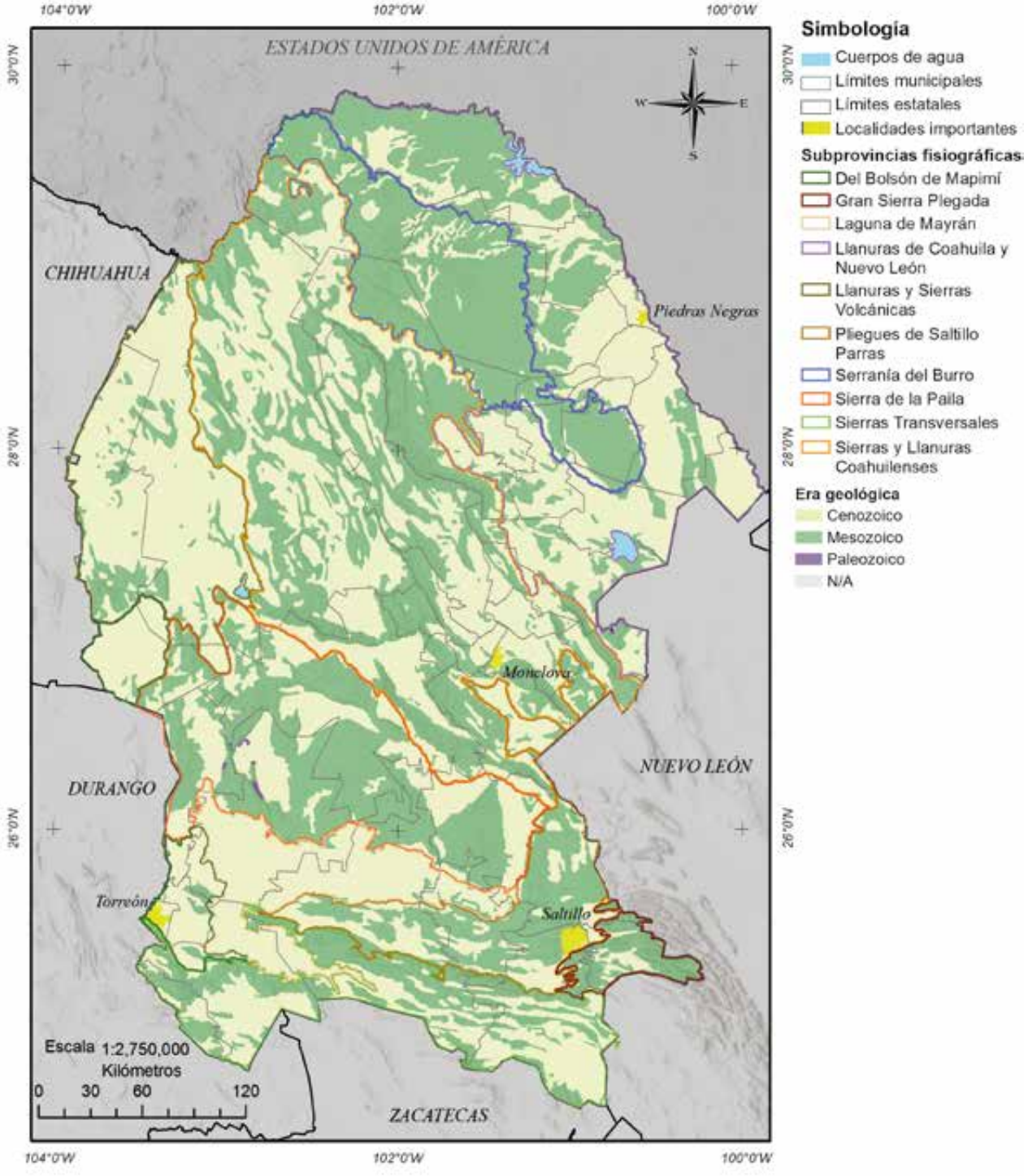


Figura 4. Eras geológicas identificadas en Coahuila. Fuente: INEGI 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

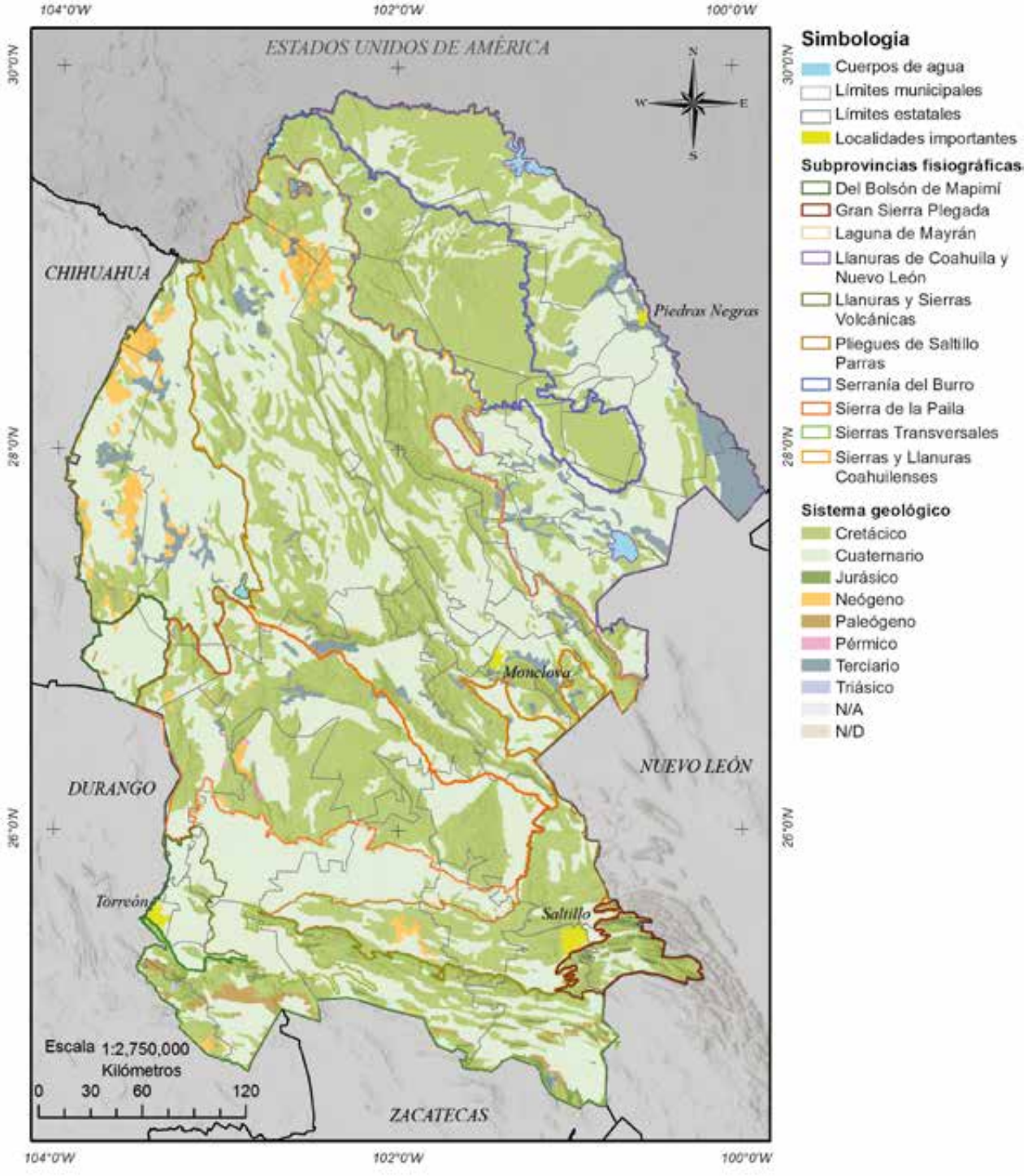


Figura 5. Sistema geológico de Coahuila. Fuente: INEGI 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En el potrero de la Mula, sierra del Fuste, municipio de Ocampo (subprovincia Sierra y Llanuras Coahuilenses), sierra de Alamitos, municipio de San Pedro (subprovincias Sierra de la Paila y Laguna de Mayrán), y en la sierra de las Delicias se encuentran rocas ígneas intrusivas (figura 7) a las que se calcula una edad de 211 a 213 m.a. (CRM 1993).

En la sierra del Número, municipio de Viesca (subprovincias Sierras Transversales y Laguna de Mayrán), se localizan tobas riolíticas que también datan del periodo Terciario (CRM 1993). Estas tobas corresponden a las formaciones Nazas y Rodeo y a rocas jurásicas de las formaciones la Gloria y la caliza Zuloaga (figura 1).

Jurásico superior (163.5-152.1 m.a.)

En este periodo el mar invadió una parte del noreste de México, lo que originó la formación del golfo de Sabinas, la isla de Coahuila y la península y archipiélago de Tamaulipas, en territorio de lo que hoy es Coahuila. El golfo de Sabinas presenta características de una región en donde afloran rocas muy antiguas, precámbricas o paleozoicas. En las primeras etapas del avance del mar, en un ambiente de alta evaporación, se desarrollaron depósitos de rocas muy fragmentadas y con alto contenido de limo y arcilla, y de rocas calcáreas (CRM 1993).

Las rocas del Jurásico superior se ubican principalmente en la parte centro-este y sur de Coahuila (figura 5). En el centro-este se localizan en los potreros de Oballo y Menchaca, municipio de Escobedo; en la sierra de Agua Chiquita, municipio de Frontera; y en el cañón de Álamos-Timones de la sierra de Pájaros Azules, municipio de Candela (subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses).

Al sur se distribuyen en la sierra de Jimulco, en el municipio de Torreón; en las sierras el Número, la Peña y de Parras, municipio de Parras (subprovincia Sierras Transversales); y en el Anticlinorio de Arteaga, que es una gran estructura plegada de forma convexa donde las rocas más antiguas están en la parte interna. Este último lugar se localiza en el municipio de Arteaga (subprovincia Gran Sierra Plegada).

Las rocas sedimentarias que forman la base son del tipo evaporitas –anhidritas, yeso y halitas– con intercalaciones aisladas de calizas, lutitas y areniscas que corresponden a la Formación Minas Viejas (figura 1). Sobre esta formación se encuentran gruesos bancos de caliza de color gris oscuro con contenido de fósiles y con reemplazo de caliza por dolomita, pertenecientes al grupo Zuloaga o su equivalente Formación la Gloria (CRM 1993).

Cretácico inferior (144 m.a.)

Los sedimentos de este periodo son los de más amplia distribución dentro del estado, cubren aproximadamente 80% de la superficie total y constituyen casi todas sus serranías (figura 5; CRM 1993). Descansan en materiales sedimentarios del periodo Jurásico superior y sobre los que yace el paquete sedimentario del Cretácico superior.

Al inicio del Cretácico inferior continuó el avance marino, lo que originó varias formaciones con características distintas: la San Marcos, creada en ambientes marinos de plataforma; la Menchaca, compuesta de calizas intercaladas con margas y lutitas; la Barril Viejo, constituida de calizas y areniscas; la Padilla, integrada por calizas y lutitas; la Mula, que es una secuencia calcáreo-arcillosa; y La Virgen, compuesta por calizas, dolomitas y evaporitas (figura 1; INEGI 1990).

En el sureste del golfo de Sabinas se creó la Formación Taraises (figura 1), una de las de mayor distribución en el estado; cuenta con una edad aproximada de 120 m.a. (CRM 1993). Está compuesta por calizas arcillosas y lutitas. El pedernal está presente en toda la formación y es más notable en la cima (CRM 2000).

Cretácico superior (65 m.a.)

Durante este periodo se depositaron sedimentos con un alto contenido de limo y arcilla, princi-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

palmente, provenientes de la porción occidental de México. Con la retirada gradual de las aguas marinas hacia el oriente, se desarrollaron costas y deltas. También se formaron las cuencas de La Popa y Parras (subprovincia Pliegues Saltillo Parras); el hundimiento lento dio lugar a la acumulación de gruesas capas de lutitas y areniscas.

Al Cretácico superior pertenecen las formaciones: Del Río, Buda, Indidura, Eagle Ford, Caracol, Austin, Parras, Upson, San Miguel, Olmos, Escondido y Grupo Difunta (figura1). En el cuadro 1 se describen las formaciones que tienen mayor distribución en la entidad.

Cenozoico (67-0.01m.a.)

En esta era ocurrieron eventos aislados de actividad ígnea en el noreste del país. Se formaron cuerpos de rocas ígneas que integran una banda que se extiende desde Nuevo México, en Estados Unidos, al noreste de México (figura 7). Al parecer esta banda se originó por un fenómeno de subducción (las placas tectónicas chocan, una de ellas se eleva y la otra se hunde) que ocurría en el occidente del país (INEGI 1990). Los patrones de sedimentación, especialmente en el periodo Terciario, dieron origen a la acumulación de sedimentos marinos y continentales, en tanto que en el periodo Cuaternario se depositaron sólo sedimentos continentales.

Terciario (67-1.6 m.a.)

Los depósitos de sedimentos marinos de este periodo se distribuyen en el noreste del estado (figura 5), y se caracterizan por capas alternas de areniscas, lutitas, y limolitas (figura 2) de las formaciones Midway, Wilcox, Carrizo, Big Ford y Pico Clay (figura 1). En las últimas dos se encuentran algunos mantos de carbón.

Los depósitos de sedimentos continentales están representados principalmente por conglomerados (figura 6) que cubren las formaciones del Cretácico superior. En el norte de la entidad se encuentra el Conglomerado Sabinas, compuesto básicamente por fragmentos de calizas, en tanto que en el sur, en las partes bajas de las sierras o como relleno de los valles intermontanos, se localiza la Formación Auichila (figura 1, subprovincia Sierras Transversales), integrada por conglomerados (figura 6), calizas, arcosas, piroclastos, calizas de agua dulce y tobas.

Cuaternario (1.6-0.001m.a)

Está representado básicamente por depósitos de materiales heterogéneos compuestos de bloques, cantos, arenas, limos y arcillas no consolidadas que se localizan al pie de las cadenas montañosas, así como material aluvial formado por conglomerados, gravas y arcillas que constituyen el relleno de los valles (figura 5).

La Formación Mayrán (subprovincia Laguna de Mayrán), en el sur del estado, caracteriza este periodo (CRM 1993). Se localiza en las partes altas de pequeñas mesetas, principalmente en el flanco norte de la sierra de Parras, y se extiende desde la ciudad de Parras hasta parte del municipio de General Cepeda.

Los conglomerados que constituyen esta formación datan, posiblemente, del Pleistoceno. Están constituidos por bloques y gravas de calizas del Mesozoico, pobremente cementado por arcillas y limos; en algunas zonas este material está cubierto por caliche. Los depósitos que dieron origen a la Formación Mayrán se originaron en mesetas, piedemonte y flancos de las sierras formadas por las rocas del Mesozoico, como efecto de un escaso transporte de materiales por gravedad (CRM 2000).

Clases de rocas

Rocas ígneas extrusivas

Se reconocen 16 tipos de rocas ígneas extrusivas en la entidad (figura 7), entre las que predominan riolitas, andesitas y basaltos. Están datadas principalmente del Terciario y existen afloramientos aislados en las sierras de La Paila y de Alamitos, en la zona de La Laguna, al norte de San Pedro de las Colonias, en la parte del Cenzontle y San José

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Principales formaciones geológicas de la entidad.

Periodo	Formación	Afloramiento	Tipo de rocas
Terciario	Carrizo	Guerrero e Hidalgo	Formado por areniscas del Terciario, compuestas por sílice
	Sabinas	Guerrero, Piedras Negras, Jiménez, Zaragoza, Allende, Nava, Villa Unión, Progreso, Múzquiz, Monclova, Progreso, Sabinas	Conglomerado oligomítico del Terciario. Forma el acuífero superior de la zona norte del estado
Cretácico superior	Olmos	Se extiende desde Eagle Pass, EUA, hasta Sabinas, Coahuila	Arcilla lutítica de color gris verdoso y arcilla arenosa fina, intercalada con capas irregulares de arenisca gris verdosa de textura fina a gruesa y consistencia blanda a dura, que contiene capas de ondulitas (marcas que dejó el agua en las piedras) y mantos de carbón y lignito. Es la más importante a nivel nacional por su contenido de carbón
	Eagle Ford	Sierras en el golfo de Sabinas, Serranía del Burro	Alternancia de calizas y lutitas (contienen fósiles de ammonites y de *Inoceramus labiatus*, un molusco bivalvo que se usa como indicador de edad). Se originó en un ambiente marino relativamente somero. Contiene yacimientos de gas shale
	Indidura	Sierras transversas, sierras de Paila y de Alamitos	Alternancia de lutitas y calizas arcillosas, intercaladas con areniscas y laminillas de yeso. El tipo de sedimentos indica que probablemente se formó en depósitos desde profundos a litorales y en ambientes de delta
	Caracol	Oriente del anticlinorio de Parras y occidente del anticlinorio de Arteaga, al sur de la entidad	Calizas cretosas, con lutitas calcáreas laminares y margas. Este tipo de formación retiene el agua y forma acuíferos confinados
	Grupo Difunta*	Regionalmente se depositó al sur-sureste de la isla de Coahuila y al este de la cuenca de Parras	Alternancia de areniscas ligeramente calcáreas, lutitas, limolitas, y conglomerados de fragmentos de calizas, en la que predominan tonos de color café y de color rojizo. De gran riqueza paleontológica

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Periodo	Formación	Afloramiento	Tipo de rocas
Cretácico inferior	Cupido	Distribuida en la mayor parte del estado	Está compuesto por calizas de gran espesor. Se le calcula una edad entre 120 y 110 m.a. Sus componentes se depositaron en un ambiente de plataforma marina en gran parte del golfo de Sabinas
	Acatita	Sierras de Paila, Alamito, Texas y San Lorenzo, San Pedro, Matamoros, Francisco I. Madero, Cuatro Ciénegas, Ramos Arizpe, Parras, General Cepeda	Constituido por calizas con yeso. Las dunas de Cuatro Ciénegas se originaron por la erosión de esta formación
	Treviño	Mismos lugares y municipios que la Formación Acatita	Constituido por calizas, se caracteriza por su contenido de estroncio, el más alto a nivel mundial, además de flourita y barita
	Aurora	En el noreste y sureste de la curvatura de Monterrey, principal rasgo fisiográfico de la entidad (subprovincia Gran Sierra Plegada), y en la localidad de San José de los Nuncios, en el municipio de Ramos Arizpe	Integrada por calizas arrecifales fosilíferas en capas gruesas a masivas con nodos y bandas de pedernal. El tipo de roca y los fósiles que presenta sugieren que los componentes se depositaron en un mar de profundidad intermedia (nerítico)

*El Grupo Difunta se integra por siete formaciones: cerro del Pueblo, cerro Huerta, cañón del Tule, Las Imágenes, cerro Grande, Las Encinas y Rancho Nuevo, ubicadas en la Cuenca de Parras.
Fuente: CRM 1993, 2000; Corona Esquivel *et al*. 2006.

Figura 6. Conglomerado oligomíctico, material que permite la infiltración de agua. Foto: Isabel Morán 2016.

de Carranza, en Sierra Mojada (subprovincia Del Bolsón de Mapimí), y en la sierra del Carmen, caracterizada por tobas andesíticas y riolíticas (CRM 1993).

Rocas ígneas intrusivas

Corresponden a dos periodos distintos de intrusión. El primero ocurrió durante la era Paleozoica, y dio origen a granitos, granodioritas, cuarzomonzonitas y monzodioritas. Los afloramientos principales se localizan en las Delicias, sierra de Alamitos, en la sierra del Fuste, Ocampo, y en la sierra del Carmen (figura 7, CRM 1993).

La segunda etapa de intrusión sucedió en la era Cenozoica, durante el periodo Terciario,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

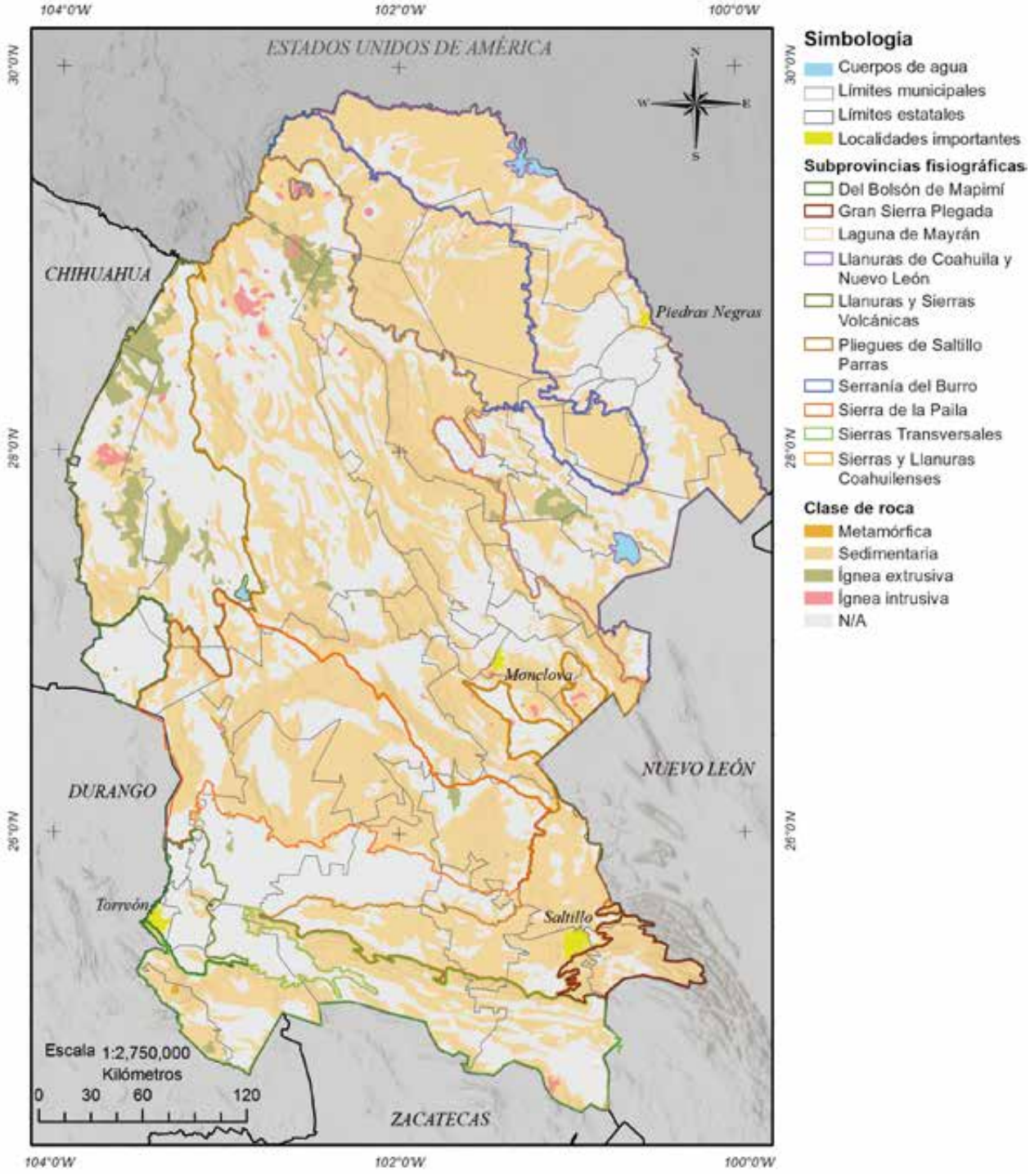


Figura 7. Clase de rocas que se distribuyen en Coahuila. Fuente: INEGI 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y dio origen a afloramientos de monzonita, sienita, andesita, diorita, granodiorita y gabros, que se distribuyen en cuatro regiones del estado: la primera en el municipio de Acuña; la segunda en Ocampo (subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses); la tercera en Múzquiz, dentro de la misma subprovincia; y la cuarta en el sur del estado (subprovincia Sierras Transversales).

Rocas metamórficas

Existen pequeños afloramientos que, en contacto con las rocas ígneas intrusivas, se transformaron en skarn (depósitos minerales formados por acción hidrotermal), hornfels (rocas metamórficas de grano muy fino) o mármol. Asimismo destacan las pizarras-cuarcitas del Cámbrico que afloran en la sierra de los Remedios (figura 7).

Geología estructural

Se encuentran estructuras conformadas por gran cantidad de anticlinales y sinclinales –pliegues de forma cóncava donde las capas interiores son las más jóvenes–, entre las que destacan, al sur de la entidad, la curvatura de Monterrey, que continúa al oeste como la sierra de Parras.

En la zona centro cabe mencionar las sierras de la Gloria y el Mercado, en los municipios de Monclova y Castaños; Menchaca, en Cuatro Ciénegas; y del Cristo y Sardinas, en los municipios de Nadadores y San Buenaventura, que se emparejan hacia el norte con las sierras de Pájaros Azules, en el municipio de Candela; Obayos, en Escobedo; Santa Rosa y La Encantada, en Múzquiz; y Maderas del Carmen, en Ocampo. Otras estructuras importantes son las sierras de Los Alamitos, de La Paila y del Burro, que son grandes estructuras en forma de domo.

Entre las fallas geológicas principales se localiza el gran bloque entre el lineamiento Boquillas-Sabinas y el lineamiento Tejano en la zona norte. En la parte centro existe la cabalgadura que se manifiesta desde la Laguna del Rey, en el municipio de Ocampo, pasa por el flanco sur de la sierra la Madera, en Cuatro Ciénegas, y continúa por la traza del río Nadadores hasta el periclinal sur de la sierra de Obayos, en los municipios de Escobedo, Abasolo y Progreso (subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses y Llanuras de Coahuila y Nuevo León).

En la parte sur del estado se encuentra la cabalgadura de la ladera norte de la sierra de Parras, que continúa hacia la ladera norte de la sierra de Zapalinamé, en Saltillo y Arteaga, y cambia al norte, al bordear por el flanco septentrional de la curvatura de Monterrey.

Debido a los extremos esfuerzos que generaron, estas grandes fallas propiciaron un sistema de fallamiento de orientación, principalmente norte-sur, que conforman bloques más pequeños, dentro de los que cabe destacar la existencia de un graben, bloque hundido, que se localiza en la región Laguna, al suroeste del estado, que es el área de mayor hundimiento en la entidad. Le sigue un bloque más pequeño, pero con características similares, que se localiza al sur de la sierra Los Alamitos (SGM 1996 1998, 1999, 2000a-f, 2003a, b, c).

Geología económica

Los diferentes eventos y ambientes geológicos que ocurrieron en el noreste de México, y particularmente en el territorio de lo que hoy es Coahuila, dieron origen a importantes yacimientos de minerales no metálicos y, en menor cantidad, de minerales metálicos. Los yacimientos minerales se presentan en distintas formas: vetas, estratos, metálicos de diseminación y yacimientos irregulares. Además de minerales, existen también yacimientos de hidrocarburos (CRM 1993).

Los yacimientos vetiformes se presentan en forma de vetas y se alojan en rocas mesozoicas del periodo Cretácico. Sus dimensiones van desde varios metros hasta kilómetros, y el espesor desde unos cuantos centímetros hasta dos metros; se orientan en dirección noroeste-sureste y

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

noreste-suroeste. Los yacimientos estratiformes están formados por capas o niveles de distintas características y son los de más amplia distribución en el estado.

Los yacimientos irregulares se dan principalmente en las zonas de contacto entre las rocas ígneas y las sedimentarias, así como en zonas de brechamiento o como relleno de grandes cavernas formadas por la disolución de calizas, asociadas con fenómenos hidrotermales. Los minerales que se encuentran en los diversos tipos de yacimientos se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características de los yacimientos minerales de interés económico.

Tipo	Minerales	Localización	Municipios
Vetiformes	Fluorita, celestita, barita (NM)	Sierra de La Paila	Ramos Arizpe y General Cepeda
		Sierra Alamitos	San Pedro, Parras y Cuatro Ciénegas
		San Marcos	Cuatro Ciénegas
		En la región de Múzquiz, además de la zona de Hércules	Múzquiz y Sierra Mojada
		Sierra La Encantada	San Buenaventura y Múzquiz
		Cerro del Mercado	Monclova y Castaños
	Plomo, plata, zinc, fierro y oro (M)	Sierra de Rocamontes	Saltillo
Estratiformes	Sustituyen las rocas calizas con minerales de flourita, celestita y barita (NM)	Serranía del Burro, Sierra Santa Rosa	Zaragoza, Múzquiz y Acuña
		Sierra La Encantada	San Buenaventura y Múzquiz
		Sierra Alamitos	San Pedro, Parras y Cuatro Ciénegas
		Sierra de La Paila	Ramos Arizpe y General Cepeda
		San Juan del Retiro	Saltillo
	Yacimientos de carbón (NM)	Región Carbonífera	Monclova, Nueva Rosita, Sabinas, San Juan de Sabinas
	Zinc, plomo y cobre (M)	Puerto Rico	Ocampo
		Sierra Mojada	Sierra Mojada
		Sierra San Marcos	Cuatro Ciénegas
		Sierra La Purísima	Cuatro Ciénegas y Castaños
		Sierra El Muerto	Ramos Arizpe
		Sierras transversales	Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe
	Dolomita y fosforita (NM)	Sierra La Gloria	Monclova, Candela y Castaños
		Sierra Pájaros Azules	Candela
	Yeso (NM)	Cuatro Ciénegas	Cuatro Ciénegas
		Agua Nueva	Saltillo
	Areniscas ferrotitanozirconíferas	Sur del estado	General Cepeda
	Sales de magnesio y sodio (NM)	Laguna del Rey	Ocampo y Sierra Mojada
	Cloruro y sulfato de sodio	La Salina	Viesca
	Arena sílica (NM)	Noreste del estado	

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Continuación.

Tipo	Minerales	Localización	Municipios
Diseminación	Oro con óxidos de hierro (M)		Saltillo
Irregulares	Granate con cobre, molibdeno y fierro (M)	Sierra del Carrizal	Candela
		Cerro del Mercado	Monclova y Castaños
		Sierra del Carmen	Ocampo
	Yacimientos de mármol (NM)	Sierras del sureste	Ramos Arizpe
	Fluorita (NM)	Sierra La Encantada	Múzquiz
	Zinc y plomo (M)	Sierra Mojada	Sierra Mojada
		La Purísima	Cuatro Ciénegas, Castaños
		Sierra El Muerto	Ramos Arizpe
	Uranio (M)	San Marcos y Las Cruces	Cuatro Ciénegas
Hidrocarburos		Paleogolfo de Sabinas y plataforma de Coahuila	Noreste del estado

*NM: no metálicos. M: metálicos.
Fuente: CRM 1993, INEGI 1990.

Conclusión

La geología de Coahuila atenúa la aridez del estado, debido a que la mayoría de las serranías, lomeríos y cerros están constituidos predominantemente por calizas (figura 8) que, al ser permeables, permiten la infiltración del agua de lluvia y disminuyen los escurrimientos superficiales, lo que explica la escasa presencia de cuerpos de agua permanentes y de importancia en el territorio estatal.

Por otra parte, la disposición de las sierras en anticlinales y sinclinales propicia condiciones sumamente favorables para el almacenamiento del agua de lluvia, lo que origina la formación y recarga de acuíferos que afloran en manantiales de gasto variable y permiten la explotación de pozos profundos. Los primeros son importantes para la formación de ecosistemas riparios donde se desarrollan especies de flora y fauna acuática, y para la fauna silvestre en general. Los segundos sustentan desde la existencia de pequeñas comunidades rurales dedicadas a diversas actividades primarias, hasta el desarrollo de las ciudades más industrializadas del estado.

Asimismo las sierras que forman parte de la Sierra Madre Oriental, además de producir un efecto de sombra orográfica que acentúa la aridez del estado, crean –con el resto de las serranías–

Figura 8. Caliza del Tamaulipas superior, típica en la sierras del municipio de Arteaga. Se observa fracturamiento y un grado de karsticismo que favorece la infiltración de agua. Foto: Isabel Morán 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

una accidentada topografía que rodea numerosos valles y llanuras y, en ciertas áreas del centro y suroeste del estado, zonas de dunas; en las primeras, de yeso, y en las segundas, de arena.

La geología también tiene influencia en la distribución de los distintos tipos de vegetación, pues según la altitud y el suelo, que a su vez tiene un origen geológico, en las partes altas de algunas sierras se desarrollan bosques de coníferas y en las laderas matorrales submontanos, mientras que en los valles y llanuras prosperan diversos pastizales, vegetación halófila y matorrales desértico micrófilo y rosetófilo, propios del Desierto Chihuahuense.

Además de las variadas condiciones físicas que propician la existencia de una diversidad de ecosistemas en los que se encuentran numerosas especies vegetales y animales, algunas de ellas endémicas, la geología de Coahuila determina la existencia de yacimientos de minerales básicamente no metálicos, entre los que destacan carbón, celestita, fluorita, barita y dolomita, además de metálicos, como el fierro, que juegan un papel importante en la economía del estado y el desarrollo del país.

Referencias

Corona Esquivel, R., J. Trilla, M.E. Benavides-Muñoz *et al.* 2006. Geología, estructura y composición de los principales yacimientos de carbón mineral en México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana,* LVII (4):141-160.

CRM. Consejo de Recursos Minerales. 1993. *Monografía geológica-minera del estado de Coahuila*. Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal.

——. 2000. Informe de la Carta Geológico-Minera G14-7, Monterrey, escala 1:250 000. Estados de Coahuila, Nuevo León y Zacatecas.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1990. *Geología de la República Mexicana*. México.

——. 2011. Conjunto de datos vectoriales de geología. Escala 1:250 000. Recorte para el estado de Coahuila de Zaragoza, México.

SGM. Servicio Geológico Mexicano. 1996. Carta Geológico-Minera Manuel Benavides H13-9, Chihuahua y Coahuila, escala 1:250 000.

——. 1998. Carta Geológico-Minera Tlahualilo de Zaragoza G13-6, Coahuila, Durango y Chihuahua, escala 1:250 000.

——. 1999. Carta Geológico-Minera Juan Aldama G13-12, Durango, Zacatecas y Coahuila, escala 1:250 000.

——. 2000a. Carta Geológico-Minera Concepción del Oro G14-10, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí, escala 1:250 000.

——. 2000b. Carta Geológico-Minera Monclova G14-4, Coahuila, escala 1:250 000.

——. 2000c. Carta Geológico-Minera Monterrey G14-7, Nuevo León, escala 1:250 000.

——. 2000d. Carta Geológico-Minera Ocampo G13-3, Coahuila y Chihuahua, escala 1:250 000.

——. 2000e. Carta Geológico-Minera Nueva Rosita G14-1, Coahuila y Nuevo León, escala 1:250 000.

——. 2000f. Carta Geológico-Minera Torreón G13-9, Zacatecas, Coahuila y Durango, escala 1:250 000.

——. 2003a. Carta Geológico-Minera Ciudad Acuña H14-7, Coahuila, escala 1:250 000.

——. 2003b. Carta Geológico Minera Piedras Negras H14-10, Coahuila, escala 1:250 000.

——. 2003c. Carta Geológico Minera San Miguel H13-12, Coahuila y Chihuahua, escala 1:250 000.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Hidrología

Luis Eutiquio Canales Gutiérrez

Hidrología superficial

Coahuila cuenta con pocas escorrentías que generen ríos o arroyos permanentes. Esto se debe a los patrones climáticos y a los escasos manantiales que cuentan con un gasto suficiente para mantener un caudal perenne. Sin embargo, en todo el territorio hay una gran cantidad de arroyos que de manera intermitente conducen los escurrimientos de la parte alta a la parte baja de las diferentes cuencas que conforman el estado (SEMARNAT 2013).

En una cuenca los escurrimientos circulan a través de un patrón natural de drenaje. En la entidad prevalecen dos tipos característicos: el dendrítico, que se forma por la acción del agua en contacto con las rocas predominantemente sedimentarias calcáreas, y el paralelo, que está controlado por la geología estructural en relación a los pliegues que muchas veces desfogan a cauces semirectos controlados por las trazas o lineamientos de grandes fallas (Canales 2016).

Las cuencas son espacios del territorio delimitados por un parteaguas (la parte más alta de la sierra), donde se concentran los escurrimientos que, además de formar arroyos y ríos, fluyen hacia un punto común o punto de salida de la cuenca. Cuando el agua que se acumuló en la cuenca fluye hacia el mar, se le clasifica como exorreica, y cuando el agua no tiene salida al mar, es endorreica (SEMARNAT 2013).

Las cuencas se unen para formar regiones hidrológicas que muchas veces incluyen más de un estado. Coahuila comparte con las entidades vecinas cuatro regiones hidrológicas (figura 1): Mapimí, El Salado y Nazas-Aguanaval, que son endorreicas, y que de esta última Coahuila forma parte de la cuenca receptora; y la Bravo Conchos, de la cual los afluentes del estado son aportadores. Las cuencas y subcuencas que incluye cada región hidrológica se muestran en el cuadro 1 y en la figura 2; su descripción se realiza con base en información de CONAGUA (2012, 2014), INEGI (2011a, b) y por la experiencia del autor.

Región Hidrológica Bravo Conchos (RH24)

Esta región está formada por seis cuencas hidrológicas y 26 subcuencas (cuadro 1; CONAGUA 2012). Cubre prácticamente dos terceras partes

Canales Gutiérrez, L.E. 2017. Hidrología. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 71-95.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

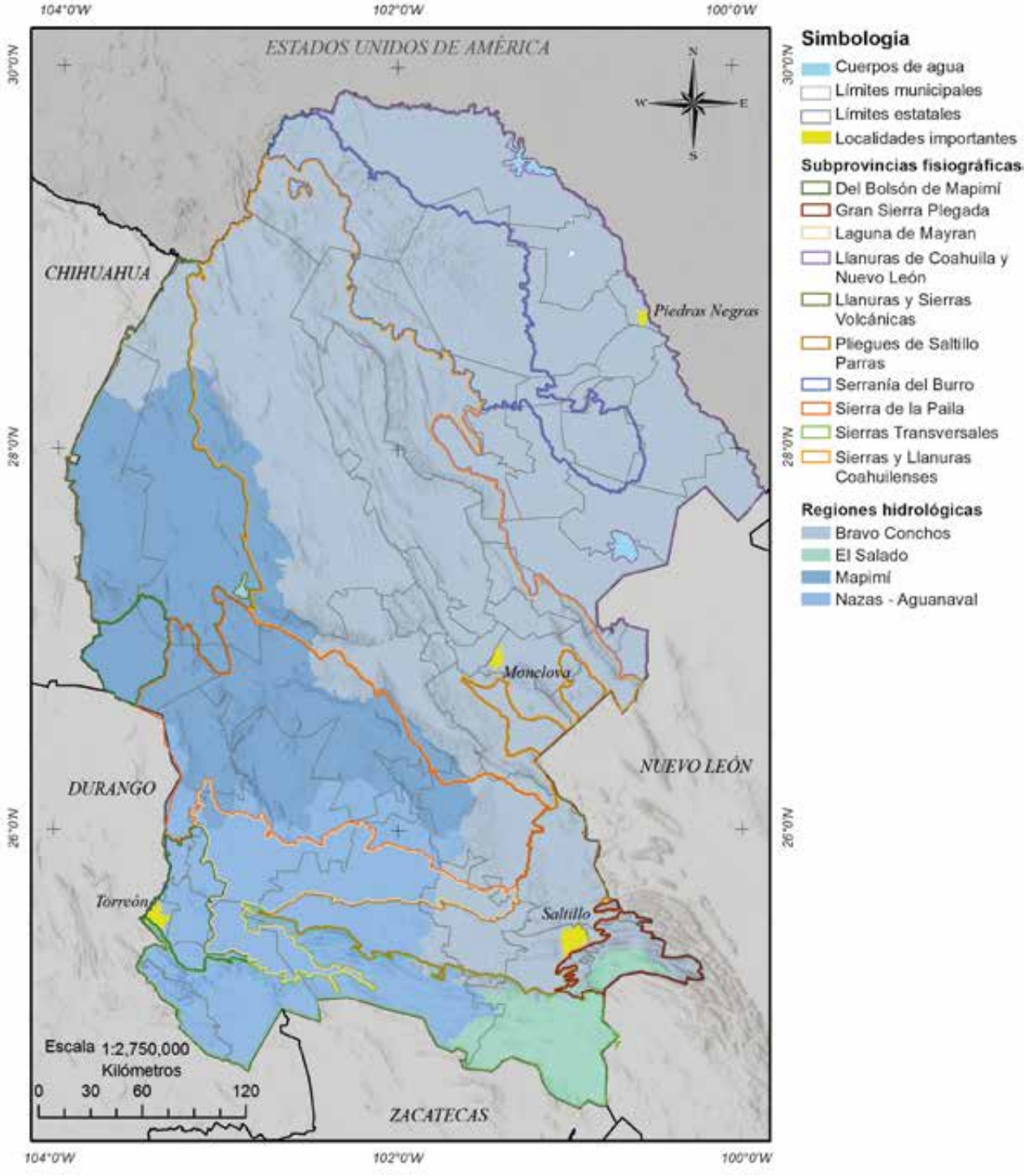


Figura 1. Regiones hidrológicas y subprovincias fisiográficas de Coahuila. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b; CONAGUA 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Regiones hidrológicas, cuencas y subcuencas de Coahuila.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
Bravo-Conchos	P. Falcón--R. Salado	A. Chapote
		A. Huizache
		Cuatro Ciénegas
		P. Venustiano Carranza
		R. Álamos
		R. Sabinas
		R. Salado-Anáhuac
		R. Salado de Nadadores
	R. Bravo-Nuevo Laredo	R. Bravo-A. del Amole
		R. Bravo-A. del Carrizo
		R. Bravo-A. Saladito
		R. Bravo-A. San Nicolás
	R. Bravo-Ojinaga	R. Bravo-A. Álamos
		R. Bravo-A. de las Vetas
	R. Bravo-Piedras Negras	R. Bravo-A. San Antonio
		R. Bravo-R. San Diego
		R. Bravo-R. San Rodrigo
		R. Bravo-A. Las Vacas
	R. Bravo-San Juan	R. Monterrey
		R. Pesquería
		R. Pilón
		R. Salinas
		R. San Miguel
	R. Bravo-P. de La Amistad	R. Bravo-A. de las Palomas
		R. Bravo-A. del Caballo
		R. Bravo-A. del León

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
Mapimí	A. La India-L. Palomas	L. Palomas
	El Llano-L. del Milagro	L. del Milagro
	L. del Guaje-Lipanes	Bolsón de Lipanes
		L. del Guaje
	L. del Rey	Charcos de Risa
		L. de la Leche
		L. del Rey
	Valle El Hundido	El Hundido
		El Sobaco
Nazas-Aguanaval	L. de Mayrán y Viesca	L. de Mayrán
		L. de Viesca
	R. Aguanaval	R. Aguanaval-P. Derv. Sombreretillo
		R. Aguanaval-Nazarenos
	R. Nazas-Torreón	R. Nazas-C. Santa Rosa
El Salado	Matehuala	Huertecillas
	Sierra de Rodríguez	Concepción del Oro
	Sierra Madre Oriental	San Rafael

R: río, A: arroyo, P: presa, L: laguna
Fuente: CONAGUA 2012.

del estado (figura 3) y se localiza en las subprovincias fisiográficas Serranías del Burro, Llanuras de Coahuila y Nuevo León y en parte de la subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses (figura 2).

En la subcuenca del río Bravo-arroyo Álamos se presenta una escorrentía escasa en arroyos, cuyo desfogue conduce hacia el propio río Bravo. En el noroeste del estado el agua fluye principalmente a través del arroyo de Piedritas (figura 4, punto 1).

En la parte noreste que corresponde a la cuenca río Bravo-presa La Amistad (figura 4, punto B), entre las subcuencas río Bravo-arroyo Las Palomas y río Bravo-arroyo del Caballo, se localizan arroyos perennes que se generan en las Serranías del Burro; los más importantes son: arroyo El Cíbolo (figura 4, punto 2), arroyo el Caballo (figura 4, punto 3) y el arroyo La Zorra (figura 4, punto 4). Hacia el este se encuentra la cuenca río Bravo-Piedras Negras, subcuenca río Bravo-arroyo Las Vacas, donde se localiza el arroyo de este mismo nombre (figura 4, punto 5) que descarga por el municipio de Acuña y que incrementa su caudal en la temporada de lluvias.

Hacia el centro norte de la entidad, en la cuenca río Bravo-Piedras Negras, entre las subcuencas río Bravo-San Diego y río Bravo-San Antonio,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

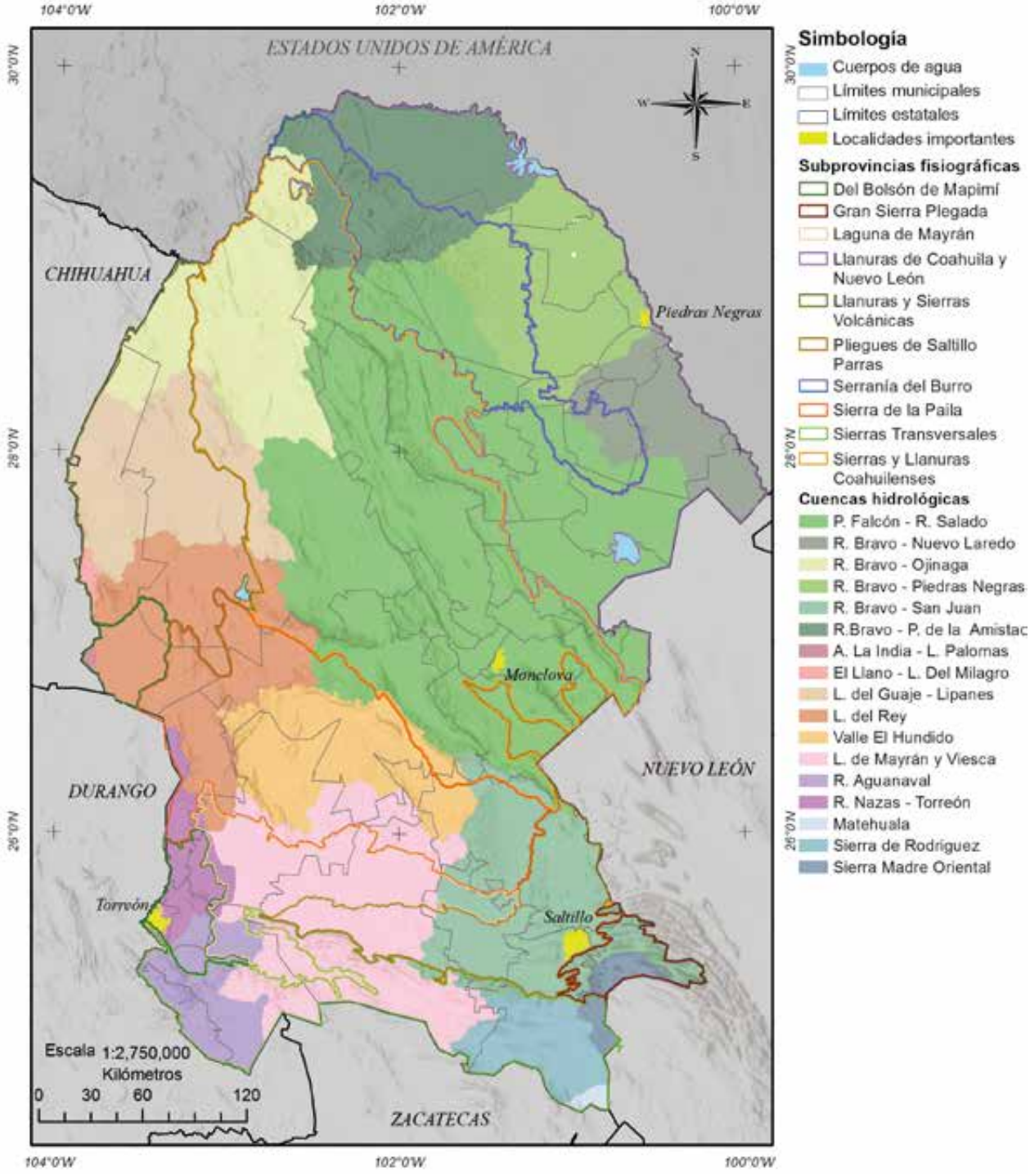


Figura 2. Cuencas hidrológicas y subprovincias fisiográficas de Coahuila. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b; CONAGUA 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

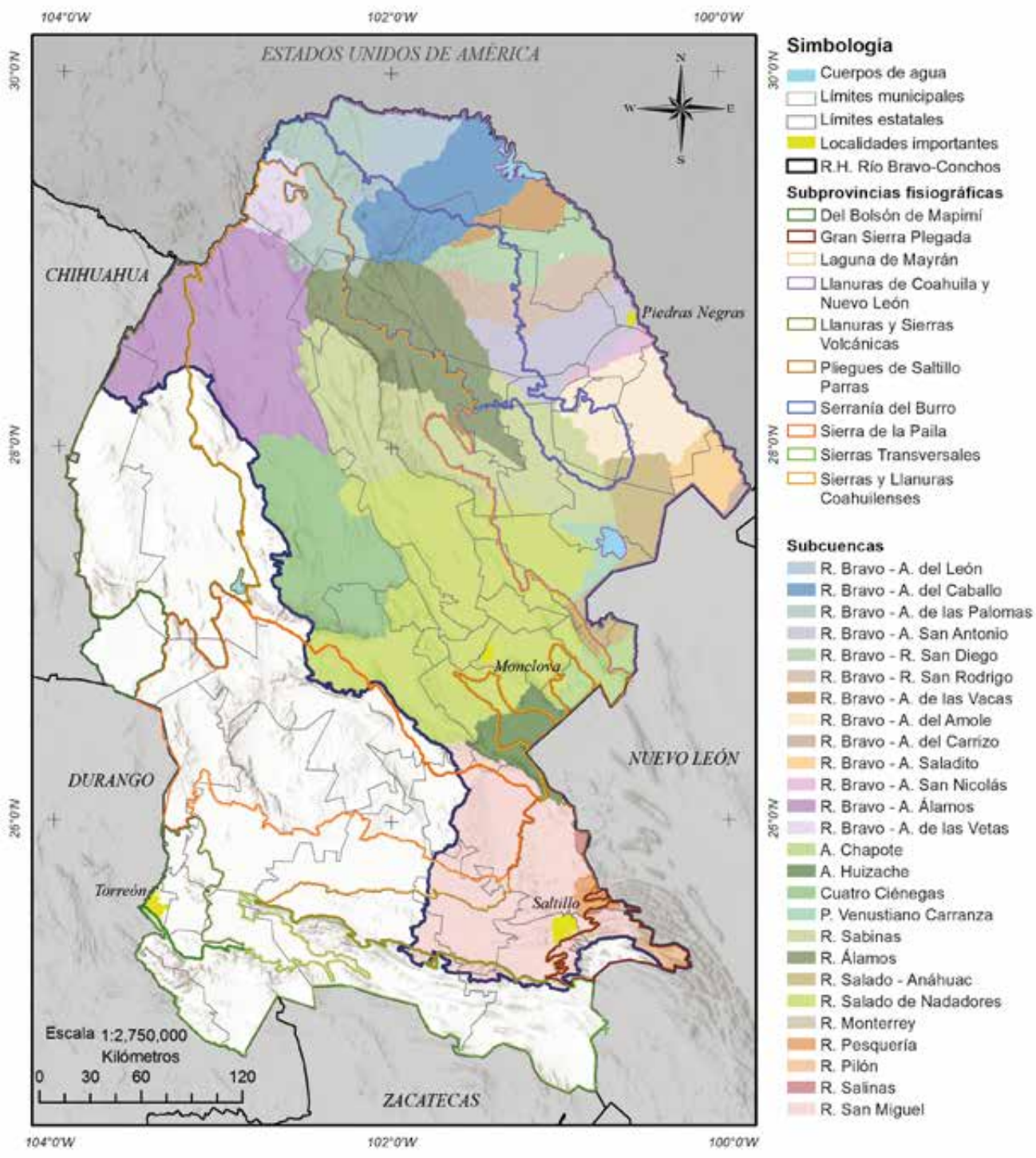


Figura 3. Región Hidrológica Bravo Conchos (RH24) y sus subcuencas en el estado. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b; CONAGUA 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

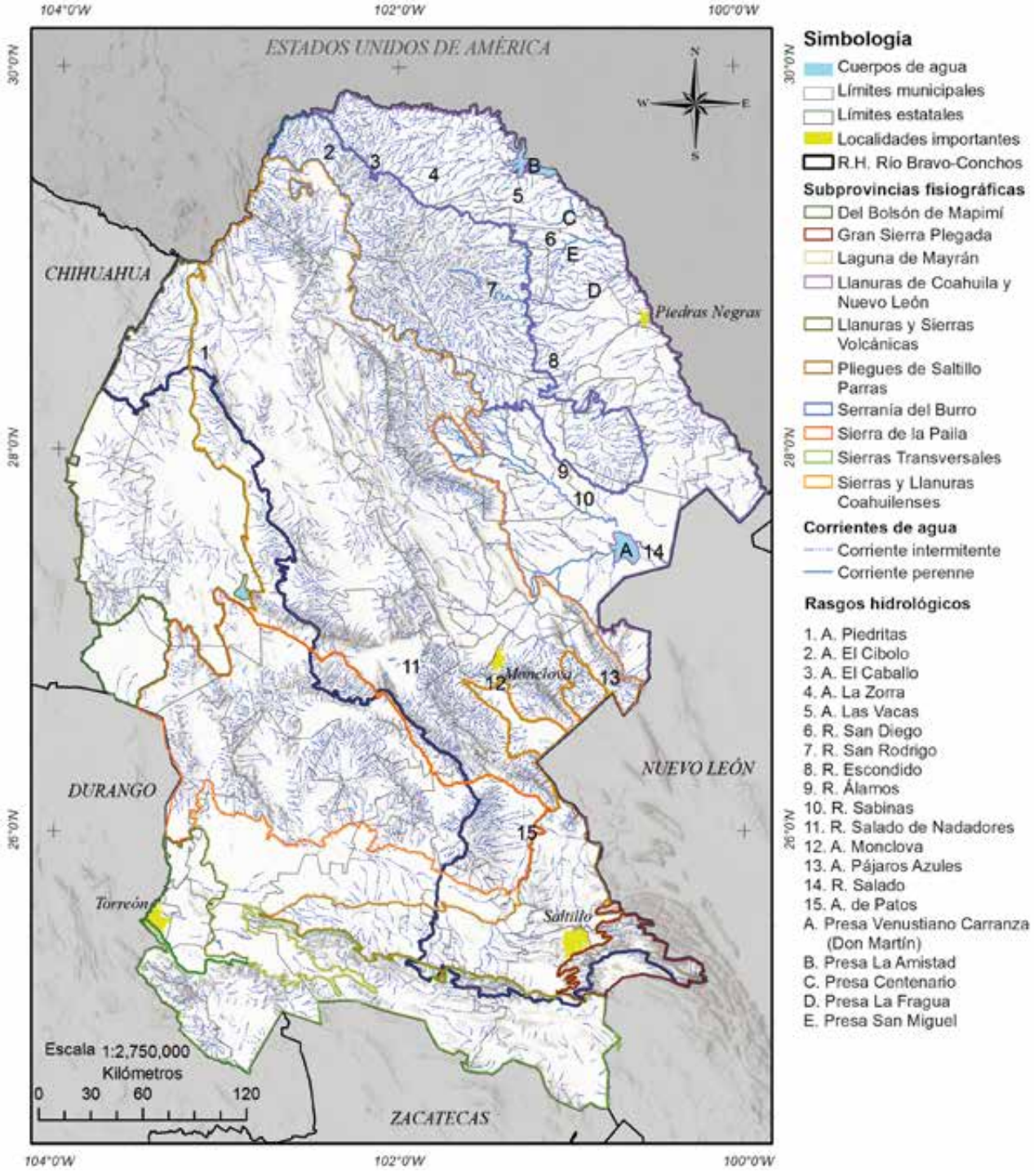


Figura 4. Principales afluentes de la Región Hidrológica Bravo Conchos (RH24). Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

se originan tres corrientes permanentes: los ríos San Diego, San Rodrigo y el arroyo San Antonio (figura 4, puntos 6 y 7). Se forman a partir de manantiales localizados en los faldeos de la Serranía del Burro y que desembocan en el río Bravo, entre los municipios de Jiménez y Piedras Negras. Sobre estos cauces se encuentran las presas Centenario, La Fragua y San Miguel (figura 4, puntos C, D y E) , con capacidades de 24.59 Mm^3, 47.3 Mm^3 y 20.98 Mm^3 respectivamente, y cuyo aporte es empleado para actividades agrícolas.

El río Escondido (figura 4, punto 8) es una corriente intermitente que se forma en la cuenca río Bravo-Piedras Negras. Impacta directamente sobre la ciudad de Piedras Negras, donde ocasiona problemas de inundaciones en temporada de lluvias.

En la cuenca río Falcón–río Salado, en la subcuenca río Salado-Anáhuac, se ubica el desagüe general que se realiza a través del río Salado (figura 4, punto 14), mismo que se alimenta en su parte norte del arroyo Álamos (figura 4, punto 9), subcuenca río Álamos; ambos tributan al río Sabinas (figura 4, punto 10).

En la parte oeste de la cuenca se localiza la subcuenca río Salado de Nadadores. En ella se origina la tributación del río del mismo nombre (figura 4, punto 11), con sus tributarios arroyo Seco, localizado al norte del municipio de San Buenaventura, arroyo Monclova (figura 4, punto 12) y arroyo Pájaros Azules, al sur (figura 4, punto 13). El último tributario del río Salado es el río Candela, que se genera en las sierras del municipio de este mismo nombre.

En la subcuenca río Sabinas se ubica este río que descarga en la presa Venustiano Carranza (Don Martín; figura 4, punto A), la cual tiene una capacidad de almacenamiento de 1 322 Mm^3 y es uno de los embalses más importantes del estado; se aprovecha en el distrito de riego 004 Don Martín, en Coahuila y Nuevo León.

En la cuenca río Bravo-San Juan, subcuenca río San Miguel, en la parte sur del estado, se localizan arroyos intermitentes de muy ocasional aportación al río Salinas. En Nuevo León el afluente más importante es el arroyo de Patos (figura 4, punto 15).

El cauce más importante de esta región hidrológica es el río Bravo, que corre permanentemente a través de la frontera México-Estados Unidos. Su principal aprovechamiento en Coahuila es el uso público urbano para abastecimiento de las ciudades de Acuña, Piedras Negras e Hidalgo. Sobre este cauce se encuentra la presa La Amistad, que tiene una capacidad de 4 040.33 Mm^3. Su uso primordial es la generación de energía eléctrica.

Región Hidrológica Mapimí (RH35)

Esta región se extiende por las subprovincias Del Bolsón de Mapimí, Sierras y Llanuras Volcánicas y porciones de Sierra de la Paila (figura 5). Está conformada por cinco cuencas endorreicas y nueve subcuencas (cuadro 1).

Sus arroyos terminan en lagunas intermitentes que sólo manifiestan agua en láminas que no rebasan el metro de profundidad. Por su gran dimensión destaca la laguna del Guaje (figura 6, punto 1), localizada en la cuenca y subcuenca del mismo nombre, que se caracteriza por ser una subcuenca endorreica que recibe aportaciones de la parte norte de la sierra de San Antonio.

En la cuenca laguna del Rey, subcuenca laguna de la Leche, se ubican la laguna del Coyote (figura 6, punto 2) y la laguna de la Leche (figura 6, punto 3) la cual debe su nombre al color blanco de depósitos de sulfatos de calcio. Esta subcuenca enmarca el límite con el valle de Cuatro Ciénegas.

La laguna del Rey (figura 6, punto 4), localizada en la subcuenca del mismo nombre, es de gran importancia económica debido a la explotación de sales de interés industrial y alimenticio que se desarrolla por medios tecnificados y artesanales.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

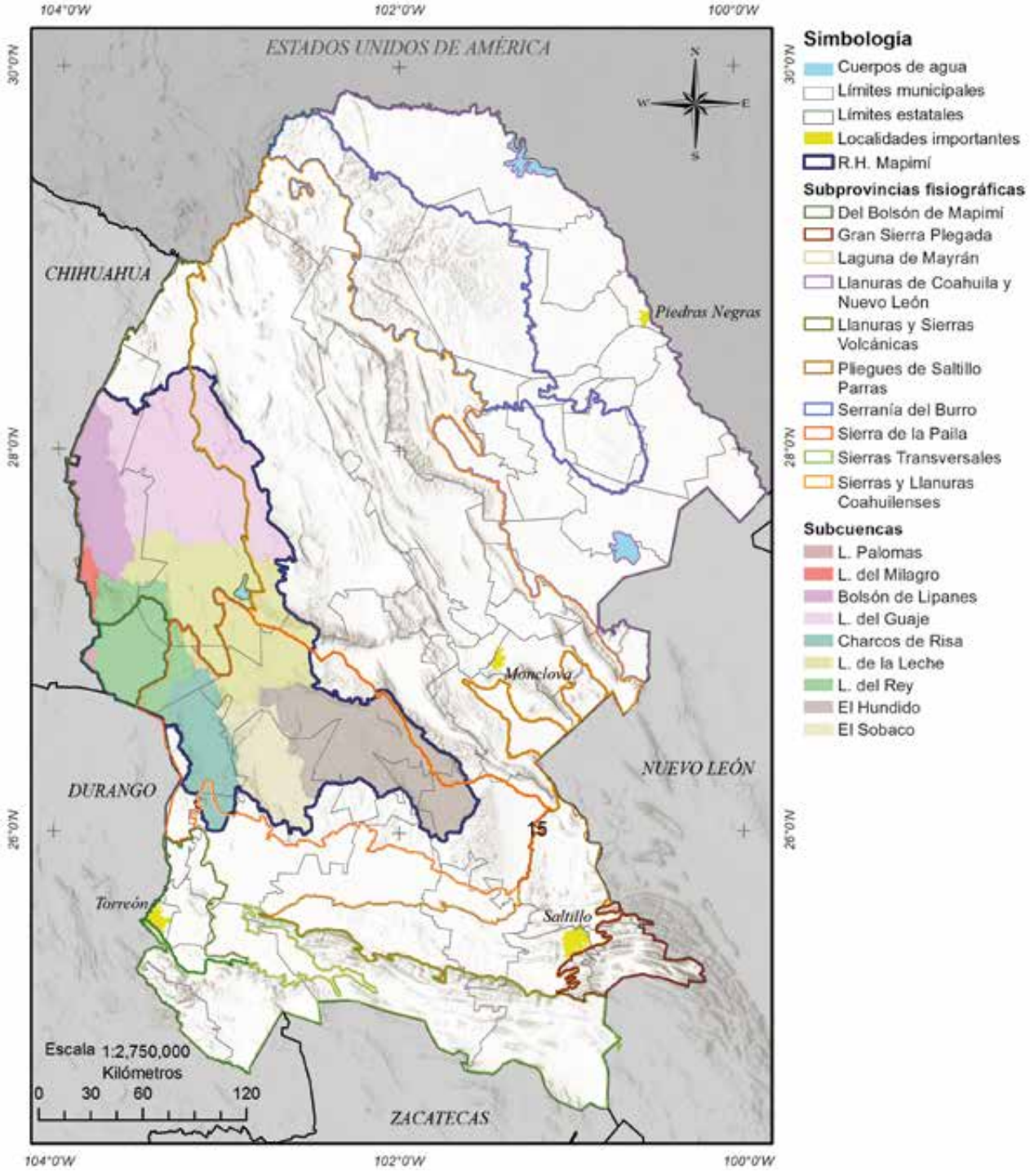


Figura 5. Región Hidrológica Mapimí (RH35) y sus subcuencas. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

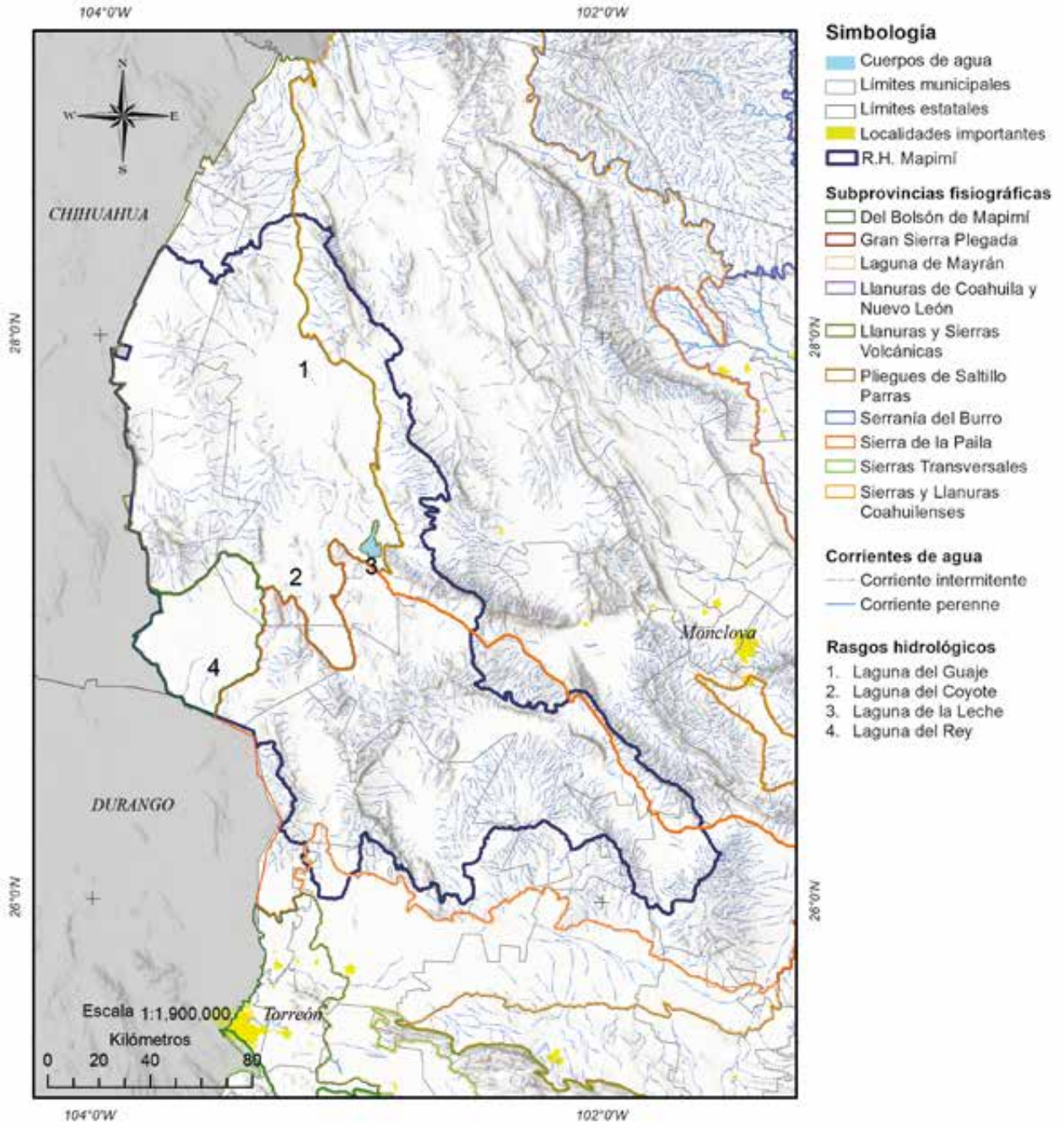


Figura 6. Principales afluentes de la Región Hidrológica Mapimí (RH35). Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Región Hidrológica Nazas Aguanaval (RH36)

Esta región se ubica en el suroeste de Coahuila (figura 7), drena en las subprovincias Del Bolsón de Mapimí, Laguna de Mayrán y Sierras Transversales, e incluye tres cuencas y cinco subcuencas (cuadro 1). Es una zona predominantemente desértica; todos los sistemas pluviales se depositan en lagunas intermitentes que ocasionalmente presentan delgadas láminas de agua.

El afluente más importante de la región es el río Nazas (figura 8, punto 1), en la cuenca río Nazas-Torreón, subcuenca río Nazas-Santa Rosa, que llega a desembocar muy eventualmente a la laguna de Mayrán (figura 8, punto 10), en la cuenca y subcuenca del mismo nombre. Sobre el Nazas se construyó la presa Francisco Zarco (figura 8, punto 8) que alimenta al distrito de riego 017 Laguna, en Coahuila y Durango. Con la construcción de esta presa, el agua sólo fluye sobre el cauce del río cuando hay excedentes debido a la presencia de eventos atmosféricos, como los huracanes.

En la cuenca río Aguanaval, subcuenca río Aguanaval-Nazareno, se localiza el segundo afluente en importancia: el río Aguanaval (figura 8, punto 2) que, a causa de la construcción de presas en la parte alta de la cuenca, ya sólo fluye esporádicamente y desemboca en el municipio de Viesca, donde aportaba agua a la extinta laguna de este nombre (figura 8, punto 9).

En la cuenca laguna de Mayrán y Viesca, subcuenca laguna de Mayrán, se localizan arroyos intermitentes producto de las escorrentías de la sierra de Parras y cerros que faldean a esta estructura. Los más importantes son los arroyos de Las Carretillas y La Difunta (figura 8, puntos 3 y 4), que desembocan en la extinta laguna de Mayrán.

En el extremo oriente se localizan afluentes de arroyos intermitentes que convergen hacia la laguna de Malanoche (figura 8, punto 11), y los arroyos más importantes son Agua de las Cabras y Cañada Grande (figura 8, punto 5), Agua Prieta, El Veintiocho (figura 8, punto 6) y Hormigas-Las Liebres-Mezquite Grande (figura 8, punto 7).

Región Hidrológica El Salado (RH37)

Se localiza en el sureste de la entidad, en las subprovincias Sierras Transversales y Gran Sierra Plegada (figura 9). Está conformada por tres cuencas y tres subcuencas endorreicas (cuadro 1), abastecidas por arroyos intermitentes que en ninguno de los casos llegan a formar lagunas, esto debido al ambiente geológico conformado por las rocas calizas.

La cuenca sierra de Rodríguez, subcuenca Concepción del Oro, desemboca en el llano de San Carlos y se abastece de las escorrentías de las sierras El Mezquite, Zuloaga y de Enfrente (figura 10, punto 1). En la misma subcuenca se ubica la estructura de la sierra de Parras, y sus escurrimientos y los afluentes de las sierras El Laurel y Concordia (figura 10, punto 3) desembocan en el llano que se forma en terrenos de los ejidos Buñuelos y La India.

La cuenca Matehuala, subcuenca Huertecillas, desemboca en el llano de Encarnación de Guzmán-La Ventura y recibe escorrentías de las sierras El Jabalí y El Astillero (figura 10, punto 2). La cuenca Sierra Madre Oriental, subcuenca San Rafael, corresponde a la parte alta de la sierra de Arteaga, donde se encuentra el llano de San Antonio de las Alazanas (figura 10, punto 4) y la sierra del Tapanquillo, en la que se generan las escorrentías que fluyen hacia el llano de San Rafael (figura 10, punto 5), en Nuevo León.

Hidrología subterránea

En Coahuila toda el agua de uso doméstico y 75% del agua de uso público urbano provienen de la explotación de acuíferos (CONAGUA 2015)

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

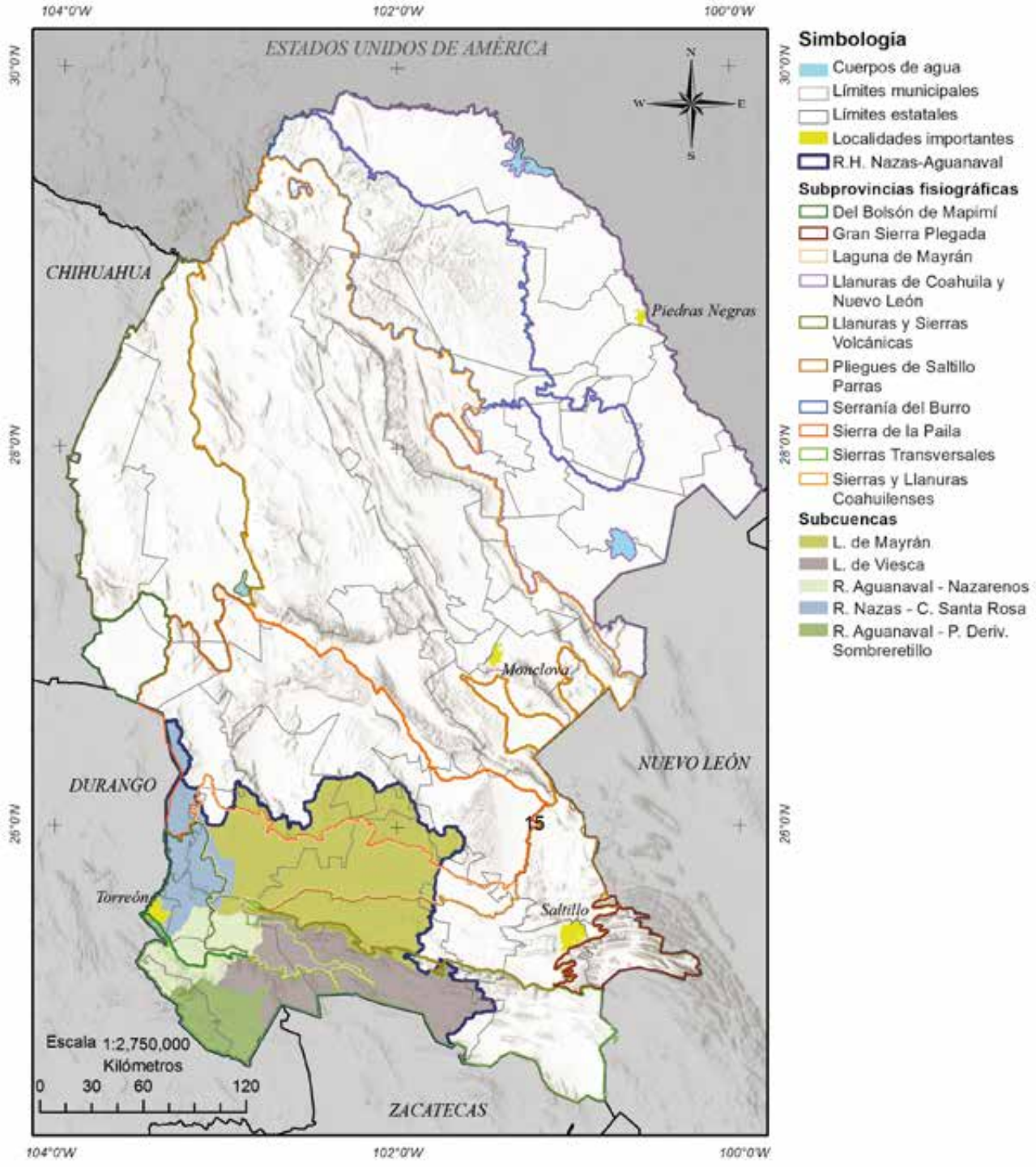


Figura 7. Subcuencas de la Región Hidrológica Nazas Aguanaval (RH36). Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

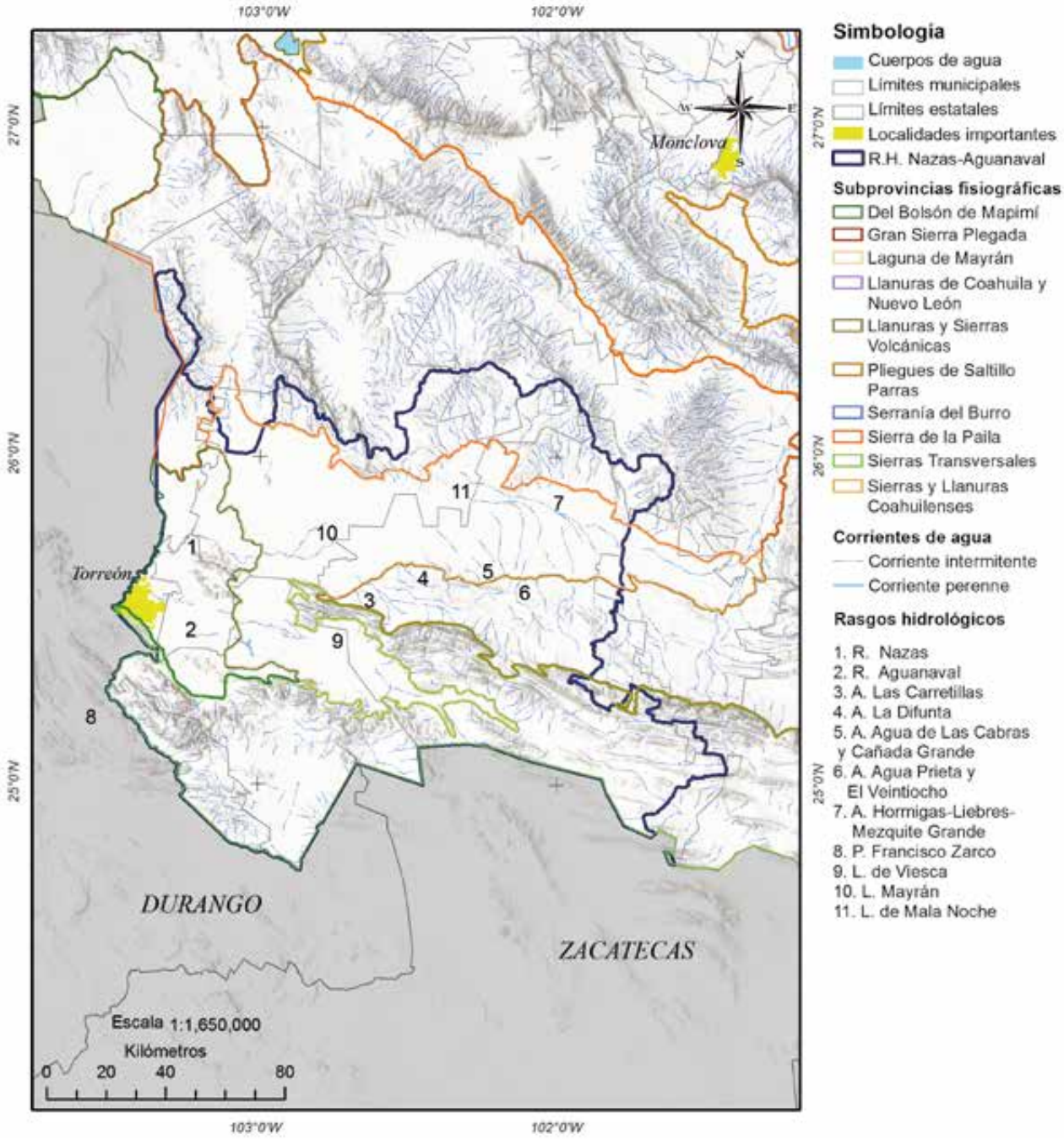


Figura 8. Principales afluentes de la Región Hidrológica Nazas Aguanaval (RH36). Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

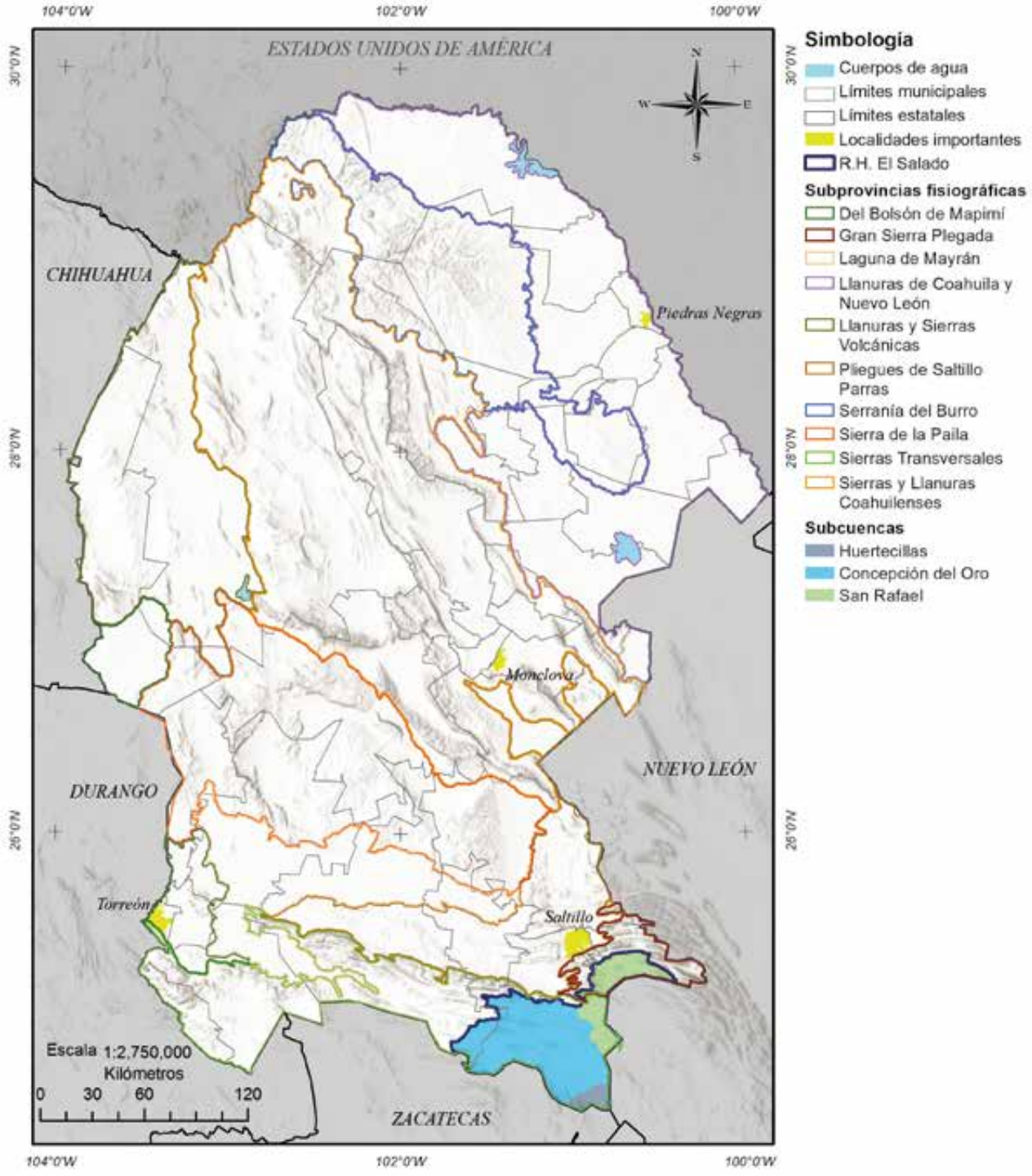


Figura 9. Región Hidrológica El Salado (RH37) y sus subcuencas. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

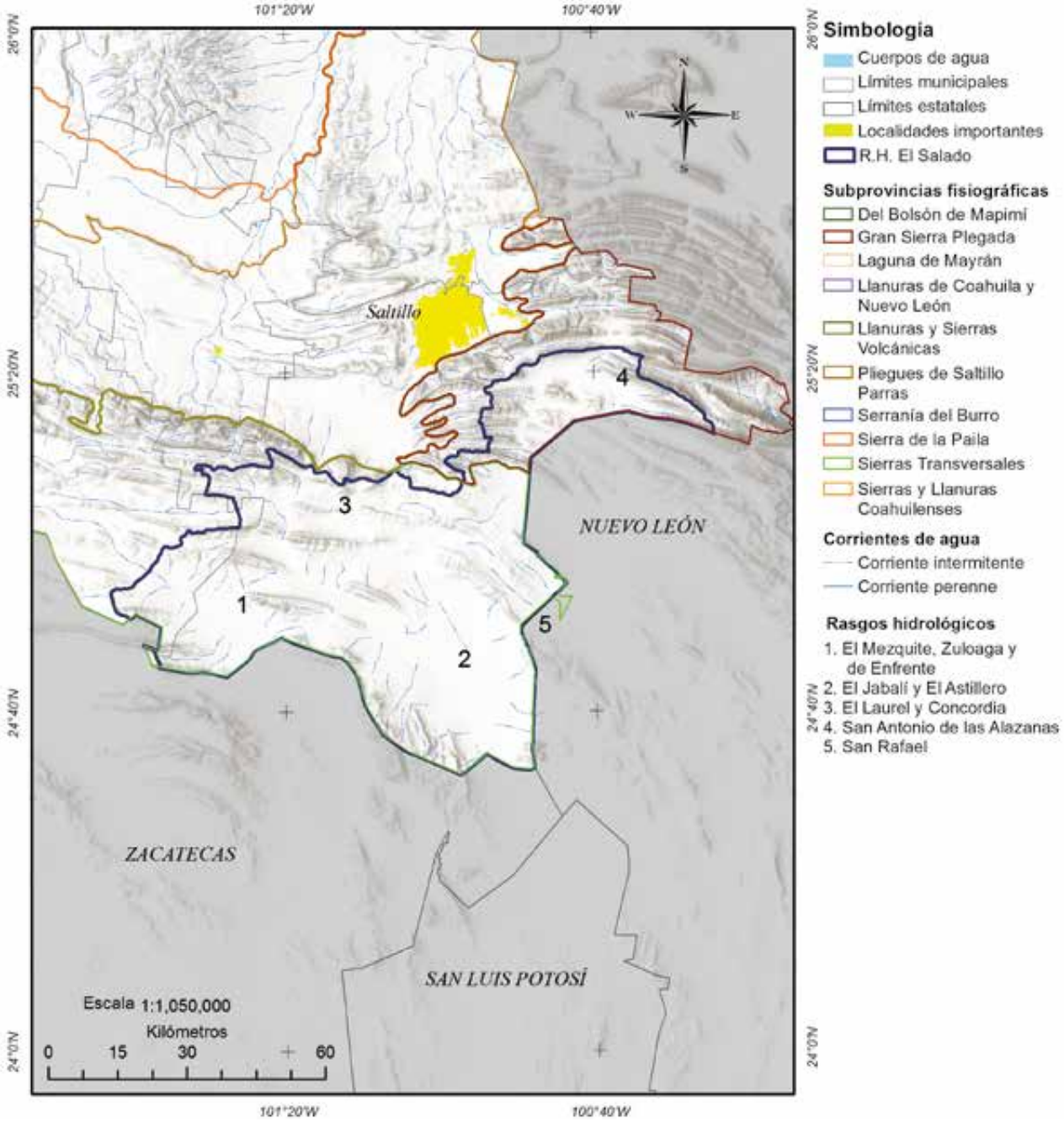


Figura 10. Principales afluentes de la Región Hidrológica El Salado (RH37). Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La mayoría de los acuíferos en el estado están en roca y son del tipo "medio fracturado", lo que significa que se forman por el almacenamiento del agua que se infiltra por las fracturas o fallas geológicas. Al estar en roca caliza, los acuíferos presentan, en muchos casos, un fenómeno denominado karsticismo, que consiste en la dilución de la roca que da origen a formaciones cavernosas que admiten buenas cantidades de agua. Por otra parte, los materiales impermeables constituidos principalmente por rocas sedimentarias llamadas lutitas, forman el piso del referido acuífero y determinan su profundidad, y en algunos casos generan un confinamiento parcial.

Los acuíferos que se explotan en el estado son de tipo compuesto, los cuales son una combinación de un acuífero medio fracturado y uno granular (Gobierno del Estado 2012). Este último se forma en rocas granulares con diferente grado de compactación, donde el agua circula entre las hendiduras.

En algunas áreas, principalmente colindantes con Chihuahua, existen rocas volcánicas que generan pequeños acuíferos granulares de poca profundidad. Mientras que en las regiones centro y noreste los niveles no rebasan los 50 m de profundidad, algunos acuíferos, como el Carbonífera y el Allende-Piedras Negras, son muy someros y el agua se localiza entre los 10 y 20 m de profundidad. En la zona sureste y en la región Laguna, debido al factor estructural y a la alta permeabilidad de las rocas, el agua se encuentra a más de 250 m de profundidad.

Acuíferos

En la entidad existen 29 acuíferos (figura 11) que, con un sentido administrativo, se definieron para establecer un control de acuerdo a la entidad federativa en la que se encuentran. Cuatro de ellos son compartidos con estados vecinos: el acuífero Principal-Región Lagunera, que incluye a Durango; el Oriente-Aguanaval, que comprende Zacatecas y Durango; y los acuíferos Paredón y Castaños, que se extienden a Nuevo León (CONAGUA 2015).

La estructura de la sierra en la subprovincia fisiográfica Serranía del Burro, constituye la zona de recarga para el acuífero del mismo nombre, que también abastece al área de los Cinco Manantiales: Allende, Morelos, Nava, Villa Unión y Zaragoza.

El acuífero Región Carbonífera se localiza en parte de las subprovincias Llanuras de Coahuila y Nuevo León, Serranías del Burro y Sierras y Llanuras de Coahuila (figura 11). La sierra de Santa Rosa, en el municipio de Múzquiz, constituye la principal zona de recarga.

El acuífero Monclova se localiza en porciones de las subprovincias Sierras y Llanuras de Coahuila, Pliegues Saltillo-Parras y Llanuras de Coahuila y Nuevo León. Las sierras de Agua Chiquita, Purísima y Sacramento constituyen la zona de recarga para los municipios de Monclova y Frontera, abastecidas por Pozuelos y Viborillas. Otra zona es Bocatoche, importante para el abastecimiento del municipio de Castaños y complementario para los de Monclova y Frontera.

Las sierras de Sardinas y El Cristo proveen agua de buena calidad para los municipios de Nadadores, San Buenaventura, Escobedo y Abasolo, los cuales poseen aguas con alto contenido de sales (Gobierno del Estado 2012).

El acuífero Principal-Región Lagunera se distribuye en partes de las subprovincias Del Bolsón de Mapími, Sierra de la Paila, Laguna de Mayrán y Sierras Transversales. Su zona de recarga eran los ríos Nazas y Aguanaval, en su parte interna, y pasó a ser recargada desde la parte alta de las sierras de Durango.

La zona de descarga del Principal-Región Lagunera se caracterizó por la existencia de grandes manantiales con gastos abundantes que llegaban a superar los 100 l/s. Estos gastos dejaron de observarse al desaparecer los manantiales

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

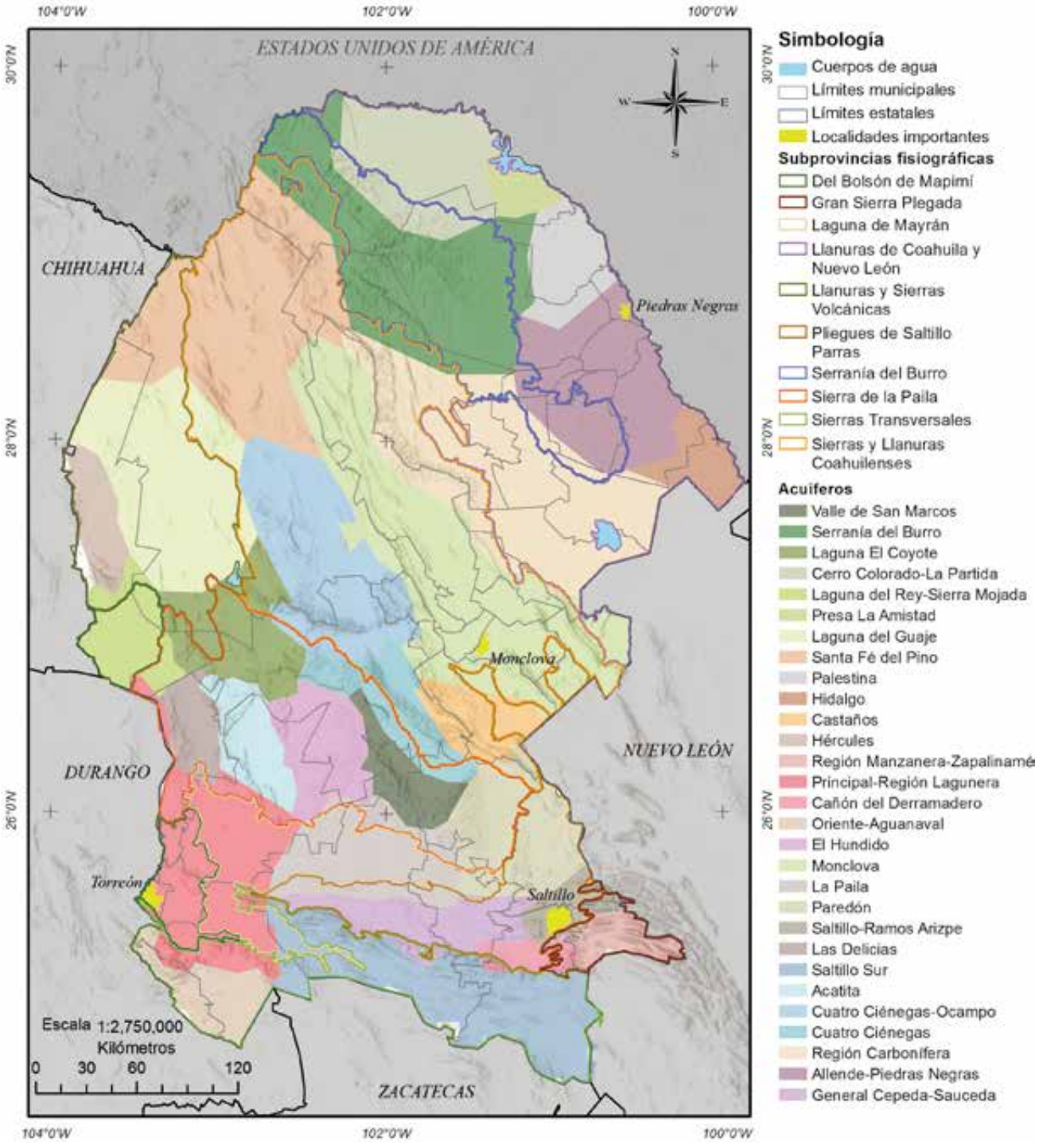


Figura 11. Acuíferos de acuerdo a subprovincias fisiográficas. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b; CONAGUA 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de Viesca. Para el año 2015 el acuífero mostró niveles estáticos que alcanzaron los 170 m de profundidad.

En la zona centro del estado (en la subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses, y la porción norte de Sierra de la Paila) se ubican los acuíferos Cuatro Ciénegas-Ocampo, Cuatro Ciénegas y parte del acuífero Valle de San Marcos, los cuales abastecen los municipios de Cuatro Ciénegas y Ocampo.

En la región sureste se distribuyen cinco acuíferos (figura 11) que su zona de recarga incluye la curvatura de Monterrey, en la parte este, y la sierra de Parras, en la parte oeste. Toda esta agua tiene un alto contenido de sales y se concentra en la zona norte de Alto de Norias-Paredón, en el municipio de Ramos Arizpe, donde se controla por la Falla de Patos (Gobierno del Estado 2012).

Disponibilidad media anual

De acuerdo al Programa Especial del Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (PEAP) 2011-2017 (Gobierno del Estado 2012), en Coahuila se genera un escurrimiento medio anual de 2 309 hm^3 (un hectómetro cúbico equivale a un millón de metros cúbicos), que se comparte con Nuevo León y Tamaulipas y, mediante acuerdos internacionales, con los Estados Unidos de América. La recarga de agua subterránea para Coahuila es de 1 954 hm^3 (SEMARNAT 2015).

El 20 de abril del 2015 la CONAGUA publicó el acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea, con base en los 653 acuíferos que existen en el país (SEMARNAT 2015); en el cuadro 2 y figura 12 se citan los datos de los acuíferos de la entidad.

Los casos más notables de sobreexplotación son los acuíferos Principal-Región Lagunera, con un sobreaprovechamiento de 182.9 hm^3; Monclova, con 95.2 hm^3; y Saltillo-Ramos Arizpe, con 21.5 hm^3 de la recarga media anual (SEMARNAT 2015). La zona sur del estado no presenta disponibilidad de agua, salvo los acuíferos Saltillo Sur y General Cepeda-Sauceda, que manifiestan una disponibilidad concesionable baja. En el acuífero Región Manzanera-Zapalinamé se tienen niveles de 200 m o más de profundidad, en tanto que en el Saltillo-Ramos Arizpe el nivel freático oscila entre 70 y 100 m.

Calidad del agua

Las aguas subterráneas son la principal fuente de abastecimiento del total de las ciudades de la entidad. La calidad del agua que se abastece es muy variable. Depende de las estructuras geológicas donde se forma el acuífero, de la fluctuación de los niveles estáticos y de la concentración de sólidos disueltos que son indicadores de salinidad (figura 13).

La sobreexplotación de los acuíferos origina el descenso de los niveles estáticos del agua, lo que hace que en algunos casos se revierta el gradiente hidráulico que, a su vez, ocasiona la infiltración de agua de mala calidad en las fuentes de buena calidad (Gobierno del Estado 2012).

En algunas áreas del estado la salinidad del agua varía entre 1 000 a 100 000 mg/L. En este último rango se encuentran zonas de los municipios de Cuatro Ciénegas, Ocampo, Sierra Mojada y Viesca. La más alta salinidad ocurre en el acuífero Laguna del Rey-Sierra Mojada, donde el contenido de sales es de aproximadamente 20%. En algunos sitios de la región Laguna, además de salinidad, se reporta la presencia de metales pesados como cadmio, plomo y arsénico, este último en valores mayores a 1.5 mg/L (Gobierno del Estado 2012), cantidad muy superior a lo que determina la NOM-127-SSA1-1994, que es de 0.025 mg/L para agua potable (SS 1994).

El agente que más influye en la calidad del agua, con respecto a dureza, es el azufre que se

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Disponibilidad media anual (DAS) de los acuíferos.

		Millones de metros cúbicos anuales					
Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	Déficit
501	Allende-Piedras Negras	496.60	274.40	148.47	128.60	73.72	0.00
502	Cañón del Derramadero	18.00	1.10	27.42	18.40	0.00	-10.53
503	Cerro Colorado-La Partida	6.50	0.00	0.63	0.60	5.87	0.00
504	Cuatro Ciénegas-Ocampo	57.90	6.40	41.21	55.40	10.29	0.00
505	General Cepeda-Sauceda	113.40	30.50	76.36	80.40	6.54	0.00
506	El Hundido	20.20	0.00	22.38	21.80	0.00	-2.23
507	Monclova	116.40	20.40	112.49	96.00	0.00	-18.49
508	Paredón	21.20	1.10	25.11	21.20	0.00	-5.01
509	La Paila	14.70	0.00	24.69	40.90	0.00	-9.99
510	Saltillo-Ramos Arizpe	86.70	2.20	90.79	78.70	0.00	-6.29
511	Región Manzanera-Zapalinamé	55.50	3.60	60.03	70.00	0.00	-8.10
512	Región Carbonífera	84.10	39.10	35.55	45.00	9.45	0.00
513	Palestina	10.30	0.00	2.10	2.10	8.20	0.00
514	Hidalgo	3.80	0.00	2.11	2.70	1.69	0.00
515	Santa Fe del Pino	19.50	1.00	0.16	1.10	18.34	0.00
516	Hércules	5.50	0.10	0.45	0.50	4.95	0.00
517	Laguna El Guaje	15.80	0.10	0.15	7.40	15.55	0.00
518	Laguna El Coyote	13.30	0.00	0.02	0.30	13.28	0.00
519	Castaños	18.90	5.10	7.73	8.80	6.07	0.00
520	Laguna del Rey-Sierra Mojada	11.40	0.00	4.46	4.90	6.94	0.00
521	Saltillo Sur	13.10	0.00	9.32	14.60	3.78	0.00
522	Presa La Amistad	22.60	10.80	1.46	1.50	10.34	0.00
523	Principal-Región Lagunera	518.90	0.00	642.49	930.90	0.00	-123.59
524	Acatita	5.60	0.20	5.42	3.50	0.00	-0.02
525	Las Delicias	6.20	0.20	2.67	14.10	3.33	0.00
526	Serranía del Burro	11.90	0.30	0.71	0.30	10.89	0.00
527	Valle San Marcos	10.70	0.00	0.00	0.10	10.70	0.00
528	Cuatro Ciénegas	143.00	130.20	2.95	15.10	9.85	0.00
1024	Oriente-Aguanaval	32.30	30.00	43.65	38.40	0.00	-41.35

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción consignado de estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.
Fuente: SEMARNAT 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

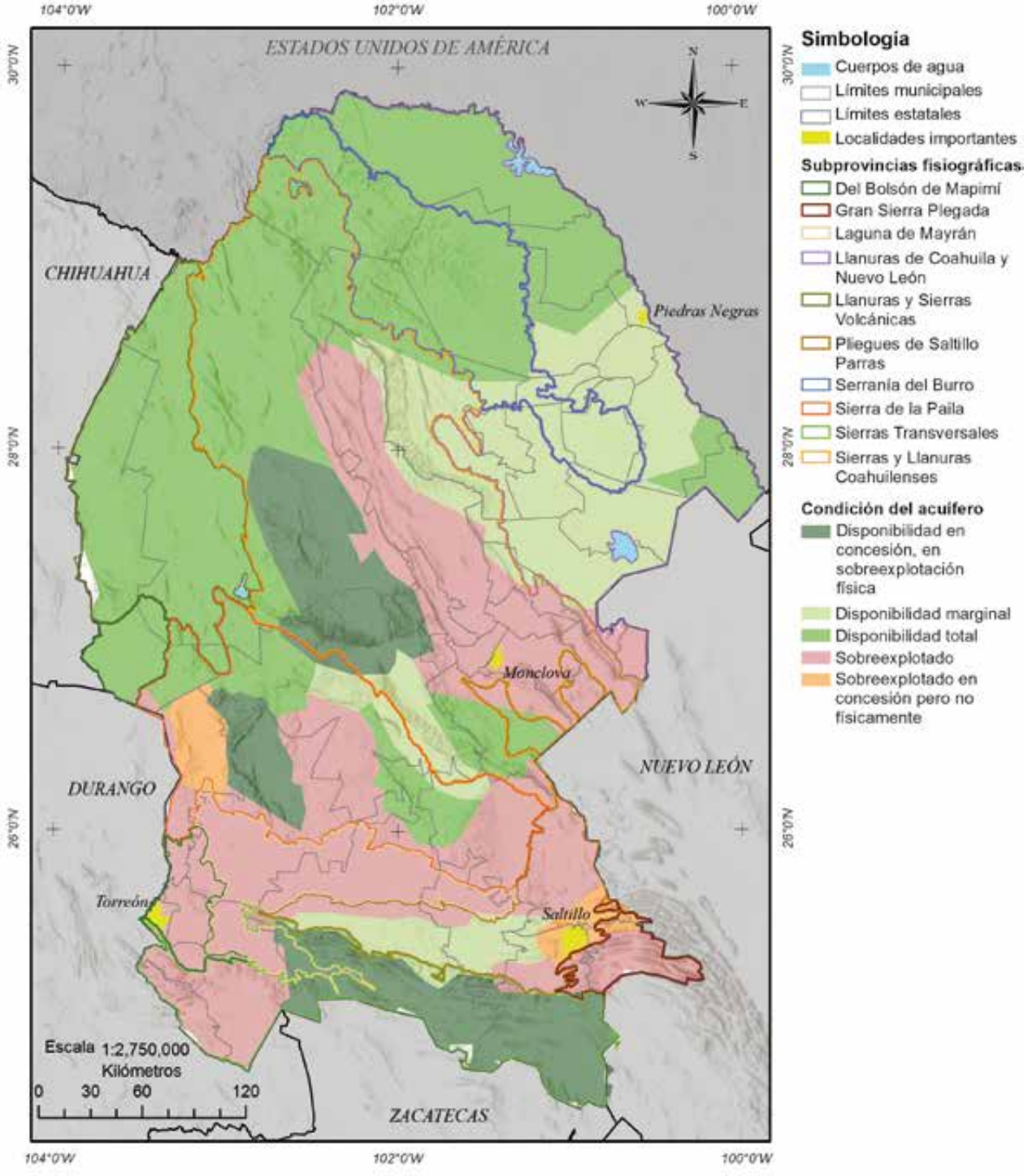


Figura 12. Condición actual de los acuíferos. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2011a, b; SEMARNAT 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

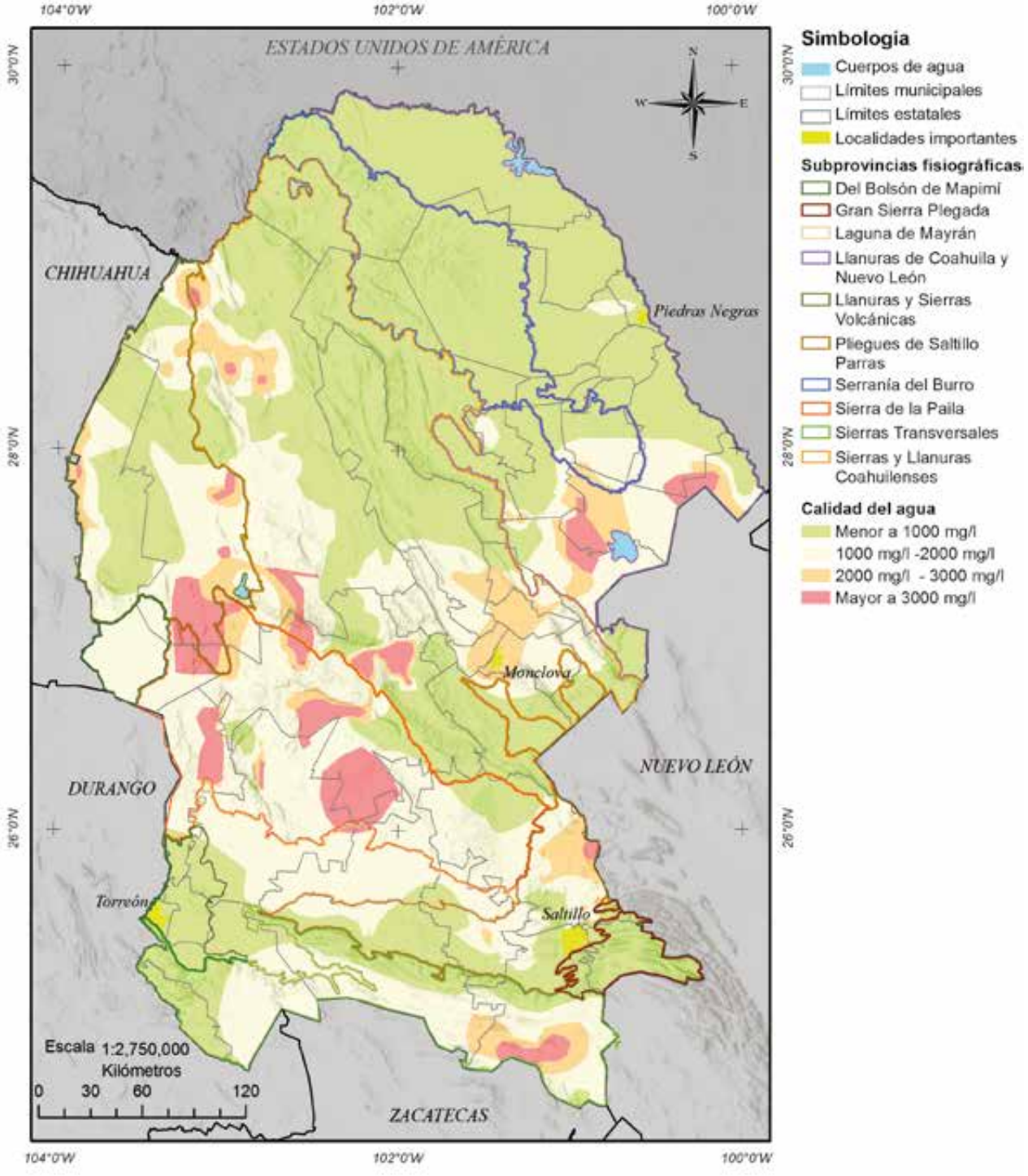


Figura 13. Distribución de la calidad del agua en el estado. Fuente: elaboración propia con datos de CEAS 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

encuentra en forma de yeso o pirita (sulfato de calcio y sulfuro de fierro, respectivamente). En el sur de Saltillo existen formaciones jurásicas con presencia de yeso; en el centro y norte del estado se encuentra la Formación Kiamichi, que incluye altos contenidos de pirita. En La Laguna y Cuatro Ciénegas, en las sierras del Alamito, San Lorenzo y Texas, se ubica la Formación Acatita que presenta altos contenidos de yeso. En la región Carbonífera, el agua presenta altos contenidos de azufre debido a la presencia de los mantos de carbón.

Usos del agua

En el cuadro 3 se muestran los diversos usos del agua que se hacían en Coahuila al 30 de noviembre de 2015, de acuerdo al Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), así como los volúmenes de metros cúbicos concesionados para cada uso, según el origen superficial o subterráneo del agua.

En apariencia la mayor cantidad de agua que se utiliza en el estado, equivalente a 67%, es de origen superficial, lo que se debe a la gran cantidad que se almacena en la presa La Amistad, pero que no se consume en Coahuila, mientras que 33% del agua proviene de fuentes subterráneas. Las actividades agrícolas son las que tienen mayor demanda, con 43% del volumen total de agua concesionada, seguido de la generación de energía eléctrica, con 42% que corresponde al agua almacenada en la presa La Amistad.

El tercer uso es el público urbano, con 7%; el cuarto es el industrial, con 4%; el quinto son los usos múltiples, con otro 4%. Los usos pecuario y doméstico son los que tienen los valores más bajos: 0.31% y 0.02%, respectivamente. Cabe resaltar que existe un título a nombre de la asociación civil Pronatura Noreste, para uso de conservación ecológica en el municipio de Cuatro Ciénegas, que representa 0.27% del total de agua concesionada.

Problemática del agua

De acuerdo al PEAP (Gobierno del Estado 2012), la problemática del agua se resume en siete puntos que se muestran en el cuadro 4.

Conclusión

Por su localización geográfica, Coahuila es el tercer estado de la república donde menos llueve, con 325 mm de precipitación media anual (CEAS 2005). Ello se refleja en los escasos cuerpos de agua naturales que se distribuyen en la entidad, la mayoría de régimen temporal, lo cual influye en la recarga de las fuentes subterráneas.

El porcentaje de agua empleada para usos consuntivos (56%) respecto a la disponibilidad total, es un indicador de la fuerte presión que se ejerce sobre el recurso hídrico (CEAS 2005), por lo que la administración y manejo del agua constituye uno de los retos ambientales más importantes para la entidad.

Los problemas más graves del recurso hídrico son la sobreexplotación de los acuíferos y la pérdida de calidad del agua. Del total de los acuíferos en la entidad, 38% están sobreexplotados y el acuífero Principal-Región Lagunera se encuentra entre los 188 que a nivel nacional están en peligro (CNA 2003).

Solucionar la problemática del agua en el estado requiere de la implementación de acciones de gobernabilidad, es decir, de la aplicación de un marco normativo que utilice las leyes ya existentes y genere las necesarias para comprometer a los tres niveles de gobierno, involucrados en su uso, a coordinarse para realizar una verdadera administración, manejo y aprovechamiento del recurso con base en la cantidad de agua realmente disponible.

Este marco normativo deberá considerar acciones legales (vedas, zonas de reservas), técnicas (manejo integral de cuencas, monitoreo de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Títulos y volúmenes de agua nacionales por tipo de uso, según origen.

	Aguas superficiales			Aguas subterráneas			
Uso	**Títulos**	**Anexos**	**Volumen de extracción concesionado (m^3/año)**	**Títulos**	**Anexos**	**Volumen de extracción concesionado (m^3/año)**	**Volumen total**
Agrícola	158	175	824 365 793	3 456	4 568	668 054 887	1 492 420 680
Agroindustrial	0	0	0	3	3	7 300	7 300
Doméstico	0	0	0	162	165	802 729	802 729
Acuacultura	1	1	175 000	1	1	25 000	200 000
Servicios	1	1	12 000	109	126	5 668 226	5 680 226
Industrial	5	6	48 768 602	143	235	96 345 516	145 114 118
Pecuario	672	672	1 584 135	686	940	9 312 009	10 896 144
Público urbano	277	277	18 015 691	4 608	4 682	220 952 317	238 968 008
Múltiples	7	15	908 547	860	1 373	133 005 794	133 914 340
Generación de energía eléctrica	1	1	1 464 513 000	0	0	0	1 464 513 000
Comercio	0	0	0	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0	0	0	0
Conservación	1	1	9 460 800	0	0	0	9 460 800
Total	**1 123**	**1 149**	**2 367 803 567**	**10 028**	**12 093**	**1 134 173 779**	**3 501 977 346**

Fuente: conagua 2015.

Cuadro 4. Problemática del agua en la entidad.

Problemática	Descripción
Abatimiento de fuentes	La recarga anual de agua subterránea calculada para el año 2015 en el estado es de aproximadamente 1 921.7 hm^3 (semarnat 2015), mientras que la extracción es del orden de 86% de la recarga (1 651.3 hm^3). No obstante, de los 29 acuíferos de la entidad, 10 presentan un marcado déficit por sobreexplotación (semarnat 2015). Los casos más graves son el Principal-Región Lagunera, Oriente-Aguanaval, Monclova, Cañón del Derramadero, La Paila, Cuatro Ciénegas-Ocampo, Las Delicias y Región Manzanera-Zapalinamé

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 4. Continuación.

Problemática	Descripción
Pérdida de la calidad del agua	Este recurso puede ser considerado de mala calidad, debido a la presencia de sólidos disueltos totales que determinan su salinidad y dureza. La calidad del agua subterránea se deteriora gradualmente por la sobreexplotación, ya que al extraerse a niveles cada vez más profundos ésta es más salina y, por otra parte, los estratos del suelo se compactan y liberan agua salobre que se mueve junto con otros compuestos químicos, como sulfatos, arsénico, nitratos, flúor, molibdeno, selenio, plomo y manganeso, entre otros, por lo que se contamina el agua de buena calidad en cantidades mayores de lo que permite la norma (NOM-127-SSA-1-1994) y se hace inútil para consumo humano y uso agrícola y pecuario Otra fuente de contaminación de las cuencas y acuíferos son las descargas de aguas residuales domiciliarias, provenientes de las redes de drenaje, y las descargas industriales El problema más grave de contaminación del agua en el estado ocurre en el acuífero Principal-Región Lagunera, debido a la presencia de arsénico de manera natural y al vertido de los antiguos drenajes industriales y públicos. Por otra parte, la gran cantidad de ganado que se cría en la región provoca la infiltración de aguas residuales con contenido de químicos derivados de las sustancias médicas que se les suministra En la parte alta del acuífero la actividad agrícola se caracteriza por el uso de fertilizantes e insecticidas. La infiltración de estos productos se extiende hasta los terrenos de la antigua laguna de Mayrán, la cual funciona como fosa séptica del acuífero. En esta zona los niveles de agua se encuentran a seis metros. Sin embargo, el agua es de muy mala calidad
Escasa aplicación de la normatividad	El desorden y la ineficiencia en el aprovechamiento del agua subterránea reflejan la poca aplicación de la normatividad vigente por la autoridad federal responsable de su administración
Falta de ordenamientos estatales y municipales	La carencia de ordenamientos a nivel estatal y municipal que regulen el aprovechamiento del recurso hídrico contribuye a su sobreexplotación
Limitada cultura y participación de los usuarios en su cuidado	La CONAGUA, el Gobierno del Estado y organizaciones de la sociedad civil han desarrollado diversas campañas para motivar a los diversos sectores de la sociedad al cuidado del agua. Si bien no se cuenta con información para evaluar el efecto de estas campañas, la percepción es que la penetración es lenta y que no tienen los efectos deseados
Falta de acceso al agua	En 2010, 95.5% de los habitantes del estado tenían acceso a drenaje sanitario, mientras que 98.2% lo tenía al agua potable; por ello, la meta del gobierno estatal es que 1.8% de los habitantes que no tienen acceso al agua, y que se distribuyen en 60 localidades urbanas y rurales de 16 municipios, cuenten en 2017 con acceso al agua en cantidad y calidad
Deficiencia de infraestructura en el saneamiento de agua residual	Coahuila ocupa el noveno lugar nacional en el tratamiento de aguas residuales, con una capacidad instalada de 5 179 l/s (82.4% de las aguas residuales que producen las ciudades de la entidad). Al 2016 se tratan 4 026 l/s, de los cuales 35% se utiliza en la industria eléctrica, metal mecánica, riego de áreas verdes y de cultivos agrícolas. Las plantas tratadoras se localizan en las ciudades de Acuña, Piedras Negras, Monclova, Saltillo y Ramos Arizpe

Fuente: ss 1994, Soto Balderas y Gómez Guijarro 2009, Gobierno del Estado 2012, SEMARNAT 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

acuíferos, sistemas presurizados de riego, plantas tratadoras de agua, filtros para eliminar arsénico, entre otros), económicas (fortalecer los organismos operadores de agua, establecer medidores volumétricos en los pozos) y ambientales (proteger y mantener las zonas de recarga), sólo por citar algunos ejemplos.

Además de acciones de gobernabilidad, son indispensables acciones de gobernanza, en las que se involucre a los usuarios no sólo en el cuidado del agua, sino en su gestión, administración y manejo a través del aprovechamiento de los espacios que ofrece la Ley de Aguas Nacionales; o bien, al promover la creación de mecanismos locales que aseguren la participación ciudadana.

El agua en un acuífero es como una chequera: no se pueden girar cheques por más dinero del que hay depositado en la cuenta, ya que el banco cobrará el sobre giro. Tampoco se debe sacar más agua de la que recarga un acuífero, porque la naturaleza cobrará la disminución de la disponibilidad y la calidad del agua, lo que provocará que se cancelen muchas actividades productivas y se comprometa el abasto para consumo humano.

Referencias

Canales G., L.E. 2016. Gerente de Geología de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Coahuila (CEAS). Observación personal, abril.

CEAS. Comisión Estatal de Agua y Saneamiento. 2005. El agua en Coahuila. Conferencia de Gobernadores Fronterizos México-Estados Unidos, Mesa del Agua. El Paso, Texas.

——. 2015. Reportes técnicos no publicados.

CNA. Comisión Nacional del Agua. 2003. Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 31 de enero de 2003. Texto vigente.

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2012. Regiones hidrológicas de México. En: <*http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/09/index_svg.html*>, última consulta: 1 de abril de 2016.

——.2014. Cuencas hidrológicas de México. Comisión Nacional del Agua. Sistema Nacional de Información del Agua. En: <*http://201.116.60.25/sina/geoSina.html*>, última consulta: 5 de abril de 2016.

——. 2015. Registro Público de la Propiedad de Derechos de Agua, s/f. Estado de Coahuila, Títulos y volúmenes de aguas nacionales y bienes inherentes por uso de agua. En: <*http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/coa.pdf*>, última consulta: 23 de febrero de 2016.

Gobierno del Estado. 2012. Programa Especial del Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (PEAP) 2011-2017 Coahuila de Zaragoza. En: <*http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/PROGRAMA%20ESPECIAL%20DE%20AGUA%2011-17.pdf*>, última consulta: 23 de febrero de 2016.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011a. Conjunto de datos vectoriales de Cuencas hidrológicas de México. Escala 1:250 000. Recorte para el estado de Coahuila de Zaragoza, México.

——.2011b. Conjunto de datos vectoriales de Subprovincias fisiográficas. Escala 1:250 000. Recorte para el estado de Coahuila de Zaragoza, México.

SS. Secretaria de Salud. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 30 de noviembre de 1995 . Última modificación: 22 de noviembre de 2000. Texto vigente.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos y Naturales. 2013. *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. SEMARNAT, México.

——.2015. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativo que se indican. Publicado en el DOF el 20 de abril de 2015. Texto vigente.

Soto Balderas, J. y M.M. Gómez Guijarro. 2009. Problemática ambiental en la región lagunera: Disponibilidad, extracción y calidad del agua. En: <*http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/CienciaCierta/CC17/CC17problematicalagunera.html*>, última consulta: 1 de junio de 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Análisis temporal de la urbanización de tres microcuencas que impactan a Saltillo

Iliana Isabel Hernández Javalera y Adín Helber Velázquez Pérez

Introducción

La biodiversidad de la cuenca hidrográfica presenta una transformación ambiental a través de diferentes impactos, algunos de ellos antropogénicos, como la urbanización. Ésta provoca la transformación del uso de suelo, modifica o anula la vegetación, e influye directamente en las diferentes especies vegetales y animales, además de disminuir los bienes y servicios ambientales que provee a la población. También afecta la permeabilidad del suelo, disminuye la infiltración y altera el flujo de agua hacia los acuíferos subterráneos (González 1998, SEMARNAT 2013).

Con la finalidad de conocer este impacto dinámico, es necesario saber su velocidad de transformación y sus tendencias a través del tiempo para proponer medidas de recuperación, mitigación y mejoramiento. Por ello, el presente estudio analiza los cambios del uso de suelo urbano a lo largo de 38 años, así como las características morfológicas de tres microcuencas hidrológicas que impactan la ciudad de Saltillo.

Metodología

El área de estudio incluye tres microcuencas: Arroyo del Pueblo, Cañada del Cuatro y Cañada Boca de León, que abarcan parte del área metropolitana Saltillo-Ramos Arizpe-Arteaga. Se localiza en el sureste de Coahuila, entre las coordenadas 25º 18' y 25º 31' N y 100º 53' y 101º 09' O, dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental. De ahí se deriva la subprovincia de los Pliegues Saltillo-Parras, mientras que la sierra de Zapalinamé se levanta al este del municipio y la sierra Hermosa al suroeste.

Presenta una altura entre los 1 500 y 3 000 msnm y el clima es del subtipo seco semicálido de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (1973). La temperatura media anual se encuentra entre los 14 °C y 17 °C y la precipitación media anual oscila entre los 300 y 500 mm.

El área de estas microcuencas pertenece a la Región Hidrológica 24 (RH24), de la cuenca B y subcuenca E, en donde las unidades de escurrimiento superficial van del 0% al 20% del escurrimiento medio anual superficial dentro del

Hernández Javalera, I.I. y A.H. Velázquez Pérez. 2017. Análisis temporal de la urbanización de tres microcuencas que impactan a Saltillo. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 97-101.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

área de estudio. Las unidades de suelo que predominan son el Litosol y Xerosol. La vegetación distribuida en mayor medida está representada por el matorral desértico micrófilo, seguido por el matorral desértico rosetófilo, bosque de pino, bosque de pino-encino y matorral submontano (INEGI 2016).

La delimitación de las cuencas se realizó en las cartas topográficas impresas de la serie I a escala 1:50 000 G14C24 Ramos Arizpe (CETENAL 1975a) y G14C33 Saltillo (CETENAL 1975b). El uso de suelo urbano se delimitó en las cartas topográficas impresas de la serie I a escala 1:50 000 G14C24 Ramos Arizpe (CETENAL 1975a), G14C33 Saltillo (CETENAL 1975b) y G14C34 Arteaga (CETENAL 1975c); en las cartas topográficas digitales de la serie II a escala 1:50 000 G14C24 Ramos Arizpe (INEGI 1996), G14C33 Saltillo (INEGI 1999a) y G14C34 Arteaga (INEGI 1999b), con el programa ArcView 3.0 y en la imagen Landsat 2013, presentada por Google Earth en 2015, se utilizó ArcGis 10.

La morfología de las cuencas se describió de acuerdo a la metodología presentada por Maderey (1970) y la tasa de deforestación se obtuvo de las áreas de uso de suelo de cada microcuenca; se calculó de acuerdo a la ecuación citada por Palacio-Prieto *et al*. (2004).

Resultados

En el cuadro 1 se describen las características morfológicas generales de las microcuencas analizadas: al observar el relieve de las cuencas a través de la curva hipsométrica o el análisis de la relación área-elevación de las mismas, se considera que las microcuencas Arroyo del Pueblo y Cañada del Cuatro se encuentran en etapa erosionada o cuenca de valle, mientras que Cañada Boca de León se encuentra en etapa de equilibrio geológicamente madura, considerada también cuenca de montaña.

En la figura 1 se observan las ocupaciones por uso de suelo urbano para 1975, 2000 y 2013, en comparación con el área total de la cuenca. En las cuencas de las cañadas del Cuatro y Boca de León, prácticamente se ha triplicado la superficie ocupada por área urbana, mientras que la del Arroyo del Pueblo es la que tiene mayor superficie urbanizada (figura 2).

Lo anterior se expresa al haberse calculado una tasa de cambio anual en porcentaje del uso de suelo urbano que, de 1975 al 2000, fue de 1.228, 3.414 y 2.585; del 2000 al 2013, de 0.486, 1.145 y 5.827; y de 1975 al 2013, de 0.974, 2.633 y 3.684 para las microcuencas de Arroyo del Pueblo, Cañada del Cuatro y Cañada Boca de León, respectivamente.

Cuadro 1. Características morfológicas de las microcuencas.

Nombre de la microcuenca	Área (km^2)	Perímetro (km)	Longitud (km)	Forma	Pendiente media (%)	Orden de cuenca
Arroyo del Pueblo	91.90	51.75	19.88	Oblonga	13.67	Cuarto
Cañada del Cuatro	51.14	37.45	15.08	Ovalada	28.62	Cuarto
Cañada Boca de León	29.89	32.73	12.96	Oblonga	24.54	Tercero

Fuente: Yescas 2006.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

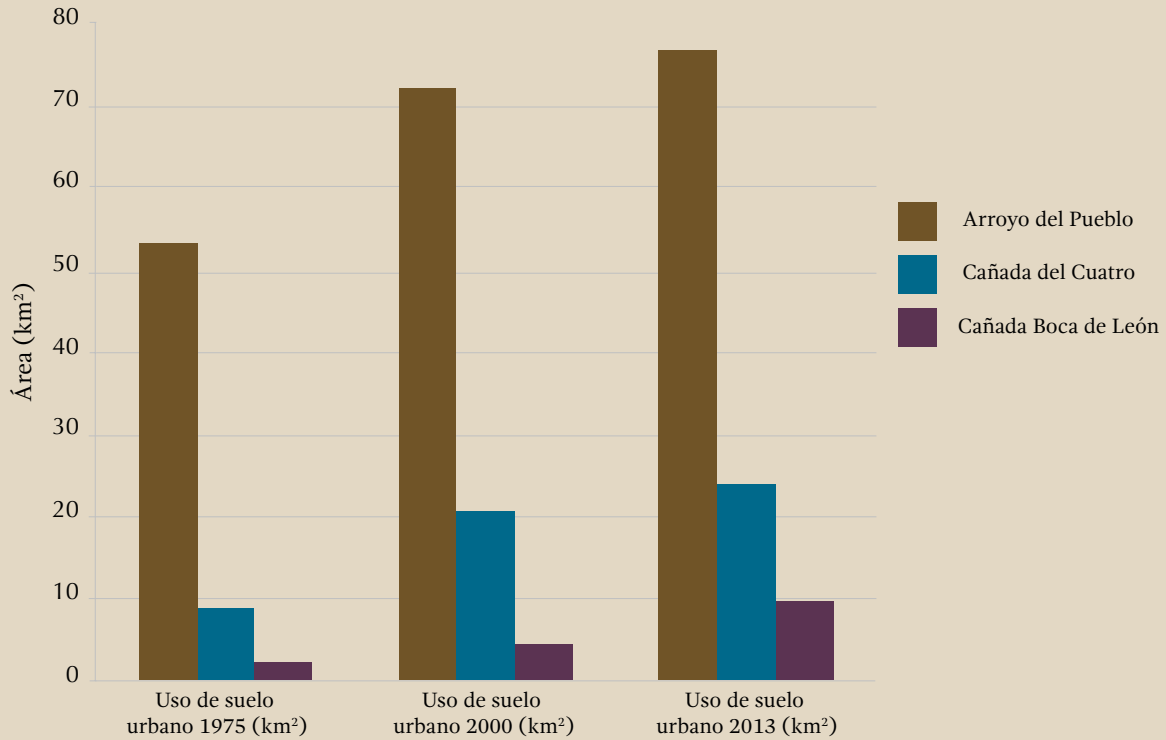


Figura 1. Superficie total de las microcuencas y la superficie ocupada por uso urbano para 1975, 2000 y 2013. Fuente: elaboración propia mediante el uso de cartas topográficas impresas y digitales de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) e INEGI.

Conclusión

Como resultado del incremento del área urbana, en las tres microcuencas se afecta de manera irreversible a la biodiversidad, al eliminar la vegetación natural, alterar el hábitat de la fauna silvestre, modificar los flujos de agua y evitar su infiltración debido a la construcción de placas de concreto para pavimentación de las calles y la conducción del agua en canales. Al mismo tiempo se genera un riesgo para la población, ante la presencia de fenómenos meteorológicos extraordinarios.

Para reducir el escurrimiento que llega a la ciudad y evitar que el desarrollo urbano invada los cauces que aparentemente no conducen agua, se recomienda realizar obras de conservación de suelo en ladera de las partes altas de la cuenca.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

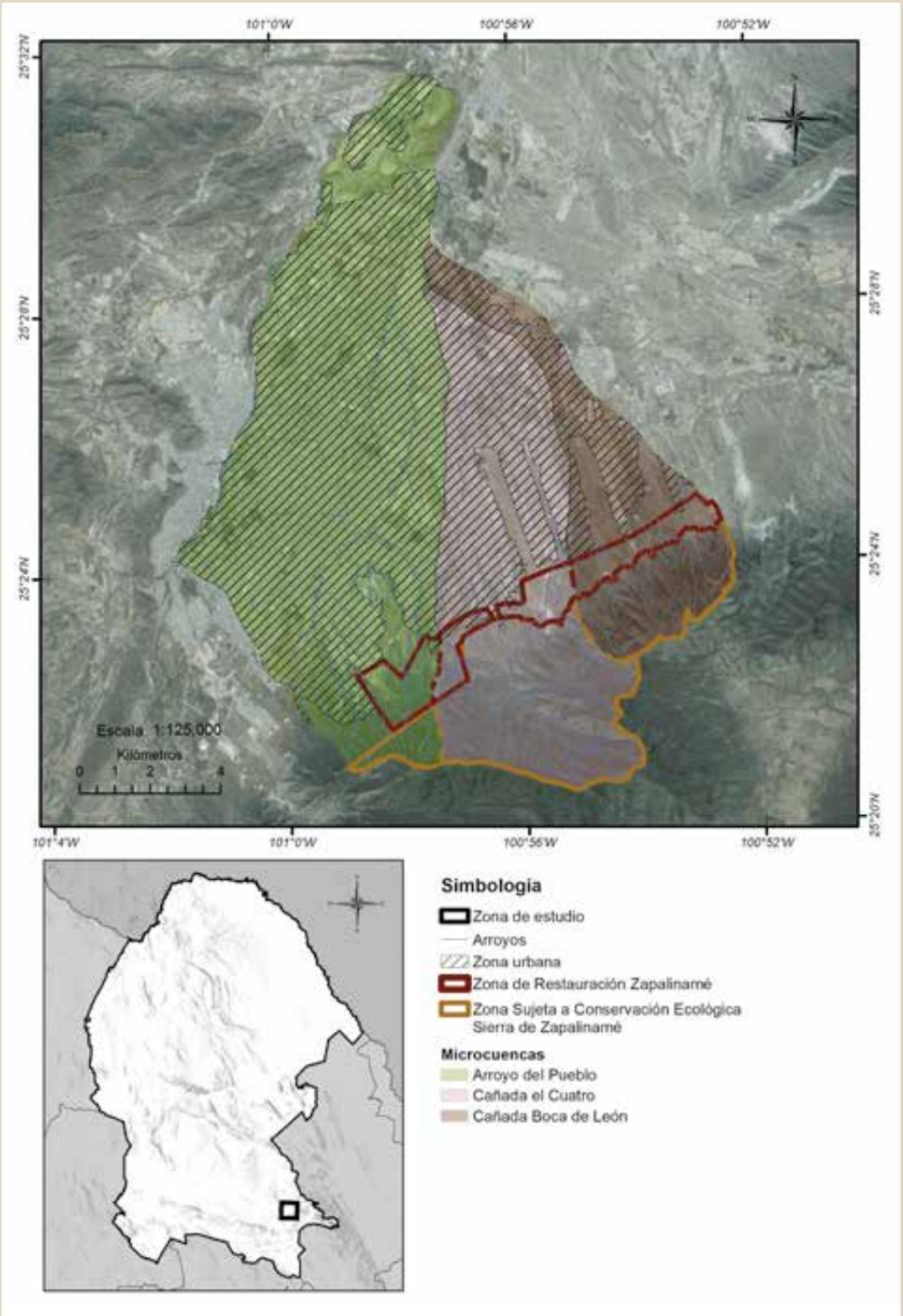


Figura 2. Uso de suelo urbano para las microcuencas Arroyo del Pueblo, Cañada del Cuatro y Cañada Boca de León, en 2013. Fuente: SEMA 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

CETENAL. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1975a. Carta topográfica G14C24. Escala 1:50 000. Secretaría de la Presidencia. México.

——. 1975b. Carta topográfica G14C33. Escala 1:50 000. Secretaría de la Presidencia. México.

——. 1975c. Carta topográfica G14C34. Escala 1:50 000. Secretaría de la Presidencia. México.

García, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. UNAM, México.

González, M. y D. García. 1998. *Restauración de ríos y riveras*. Mundi-Prensa. España.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1996. Carta topografica Ramos Arizpe G14C24. Escala 1:50 000. México.

——. 1999a. Carta topografica Saltillo G14C33. Escala 1:50 000. México.

——. 1999b. Carta topografica Arteaga G14C34. Escala 1:50 000. México.

——. 2016. Mapa digital de México V 6.1. En: <*http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/*>, última consulta: abril de 2016.

Maderey, L.E. 1970. Características físicas de la cuenca del río Tizar. Instituto de Geografía-UNAM, 3:29-38. En: <*http://www.igg.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/inves_geo/boletines/3/bol3_art18.pdf*>, última consulta: 17 de abril de 2017.

Palacio-Prieto, J.L., M.T. Sánchez-Salazar, J.M. Casado *et al.* 2004. *Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio*. SEMARNAT/Instituto Nacional de Ecología (INE)/UNAM/Instituto de Geografía-UNAM/Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2015. Actualización del conjunto de datos vectoriales de asentamientos humanos. Coahuila (inédito).

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. En: <*https://www.agua.org.mx/component/docman/doc_download/2140-cuencas-hidrograficas-fundamentos-y-perspectivas-para-su-manejo-y-gestion*>, última consulta: 8 de mayo de 2016.

Yescas, A. 2006. *Análisis de cambios del subsistema natural y social y de la morfología en las microcuencas hidrológicas que impactan la ciudad de Saltillo, Coahuila*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Coahuila.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Suelos

Luis Alfonso Natividad Beltrán del Río y Silvia Xiomara González Aldaco

Introducción

El territorio coahuilense generalmente presenta suelos cuyos orígenes son las rocas sedimentarias que se fueron formando, tanto en la placa oceánica como en la continental, con edades desde el Paleozoico hasta las más recientes del Cuaternario.

Los suelos han estado presentes aún antes de la aparición del ser humano. Son resultado de la transformación y meteorización de rocas a través de millones de años, en un proceso complejo de constante modificación del paisaje por los agentes viento y agua. Pasaron por cambios extremos de temperaturas, desde las muy bajas y congelantes hasta las considerablemente altas.

El paisaje se formó por procesos eminentemente tectónicos en el norte del país, sin dejar de considerar algunos de tipo volcánico, con la salvedad de que la roca quedó intrusiva (se solidificó dentro de la corteza terrestre), aunque existe presencia de extrusivas (se solidificaron fuera de la corteza terrestre) en parte de la región Carbonífera, cerca del municipio de Sabinas. Estos procesos dieron origen a constantes plegamientos de la placa continental, resultado de fuertes presiones ejercidas por las placas oceánicas de lo que hoy son el Atlántico y el Pacífico, hasta alcanzar la estabilidad de esos movimientos.

Para fines de este capítulo, se hará referencia a los suelos como la parte del terreno que va desde la superficie del mismo hasta la roca que se encuentra en horizontes subterráneos y paralelos a la superficie.

Unidades de suelos

Coahuila es rico en suelos de origen calcáreo, con abundancia de carbonatos de calcio, que se caracterizan por colores muy claros. De acuerdo con la clasificación FAO (FAO *et al*. 2007), en el estado se presenta una amplia diversidad de unidades de suelos. Los más abundantes son los Litosoles, Xerosoles, Regosoles, Yermosoles y Rendzinas que, en conjunto, ocupan casi 90% del territorio del estado; el resto está representado por Solonchak y Vertisol, principalmente, además de Castañozem, Fluvisol, Feozem, Chernozem, Luvisol, Solonetz y Gleysol (cuadro 1, figura 1).

Natividad B., L. y S.X. González Aldaco. 2017. Suelos. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/ Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 103-111.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Unidades de suelo y superficie.

Unidad de suelo	Superficie (ha)	Superficie (%)
N/A	66 653.41	0.44
Castañozem	149 515.05	0.99
Chernozem	32 746.98	0.22
Feozem	91 110.48	0.60
Fluvisol	99 720.06	0.66
Gleysol	270.66	0.00
Litosol	5 064 747.49	33.62
Luvisol	12 841.34	0.09
Regosol	1 626 036.13	10.79
Rendzina	1 186 557.43	7.88
Solonchak	564 862.77	3.75
Solonetz	12 225.64	0.08
Vertisol	559 990.04	3.72
Xerosol	4 392 709.40	29.16
Yermosol	1 205 644.63	8.00
Total	**15 065 631.50**	**100.00**

Fuente: INEGI 2011a.

La clase textural se refiere al contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla. Ésta tiene que ver con la facilidad con la que se puede trabajar el suelo, así como con la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa (FAO *et al*. 2007).

La clase textural que predomina en el territorio estatal es la media, con un porcentaje de 81.59% y una superficie de 122 378.72 km^2, distribuida por todo el estado (figura 2). La clase textural fina se extiende en 15.71% del territorio, equivalente a una superficie de 23 569.15 km^2, y se ubica principalmente en las subprovincias Llanuras de Coahuila y Nuevo León, Laguna de Mayrán y Llanuras y Sierras Volcánicas.

La clase gruesa ocupa sólo 2.68%, con 4 030.17 km^2, y está situada al este de la subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León, Llanuras y Sierras Volcánicas y Del Bolsón de Mapimí (INEGI 2011b). Además de la clase textural se deben considerar las fases físicas y químicas del suelo.

La fase física de los suelos (figura 3) señala la presencia de fragmentos de roca y materiales cementados, que impiden o limitan el uso agrícola (INEGI 2004); en el estado 37.39% de la superficie presenta esta fase.

A la presencia de sales solubles en el suelo que impiden el desarrollo de los cultivos se le conoce como fase química (INEGI 2004); 12.29% de la superficie del estado tiene esta fase (figura 4).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

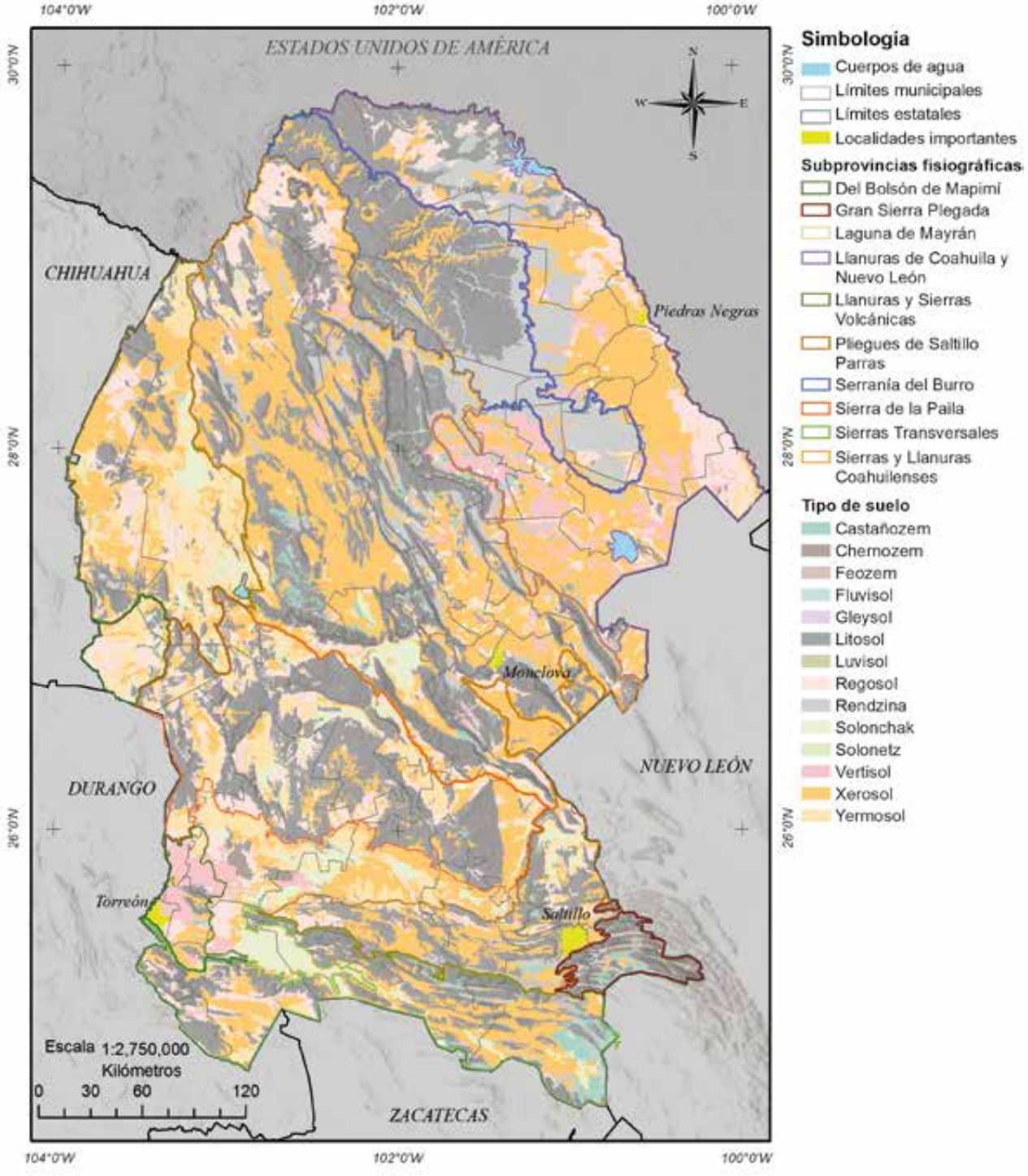


Figura 1. Distribución de las unidades de suelo. Fuente: INEGI 2011a.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

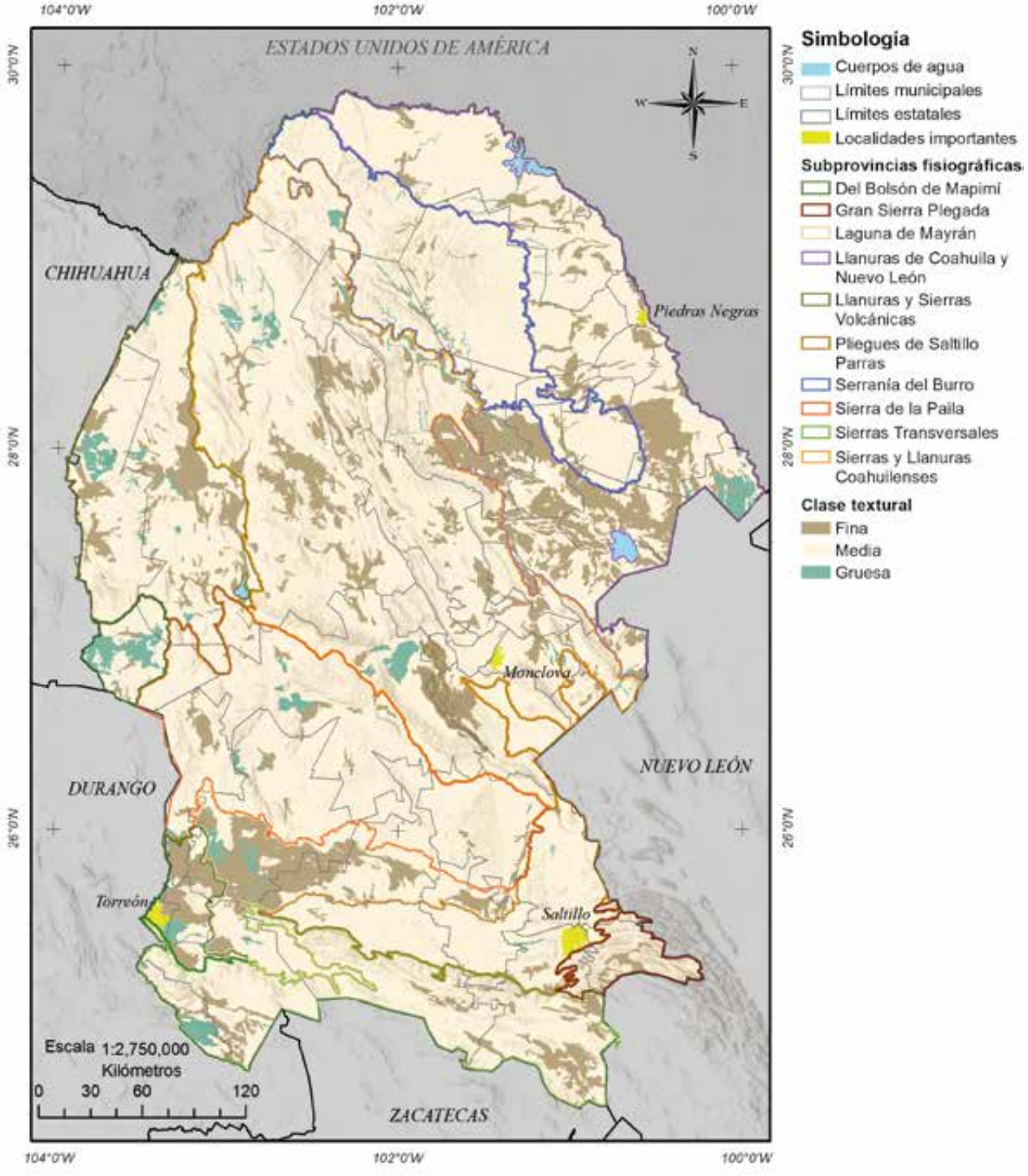


Figura 2. Distribución de la clase textural del suelo. Fuente: INEGI 2011b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

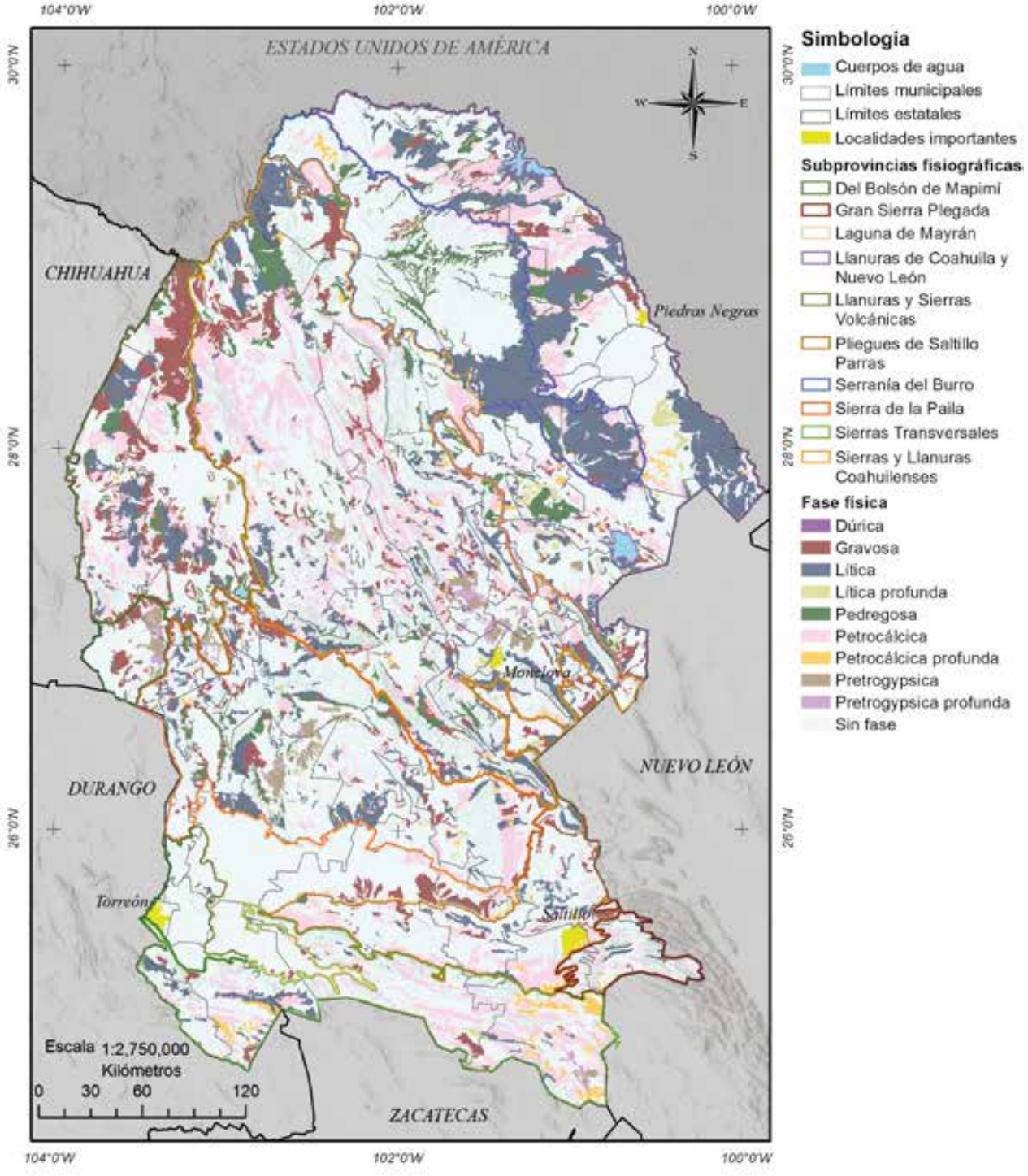


Figura 3. Distribución de la fase física del suelo. Fuente: INEGI 2011b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

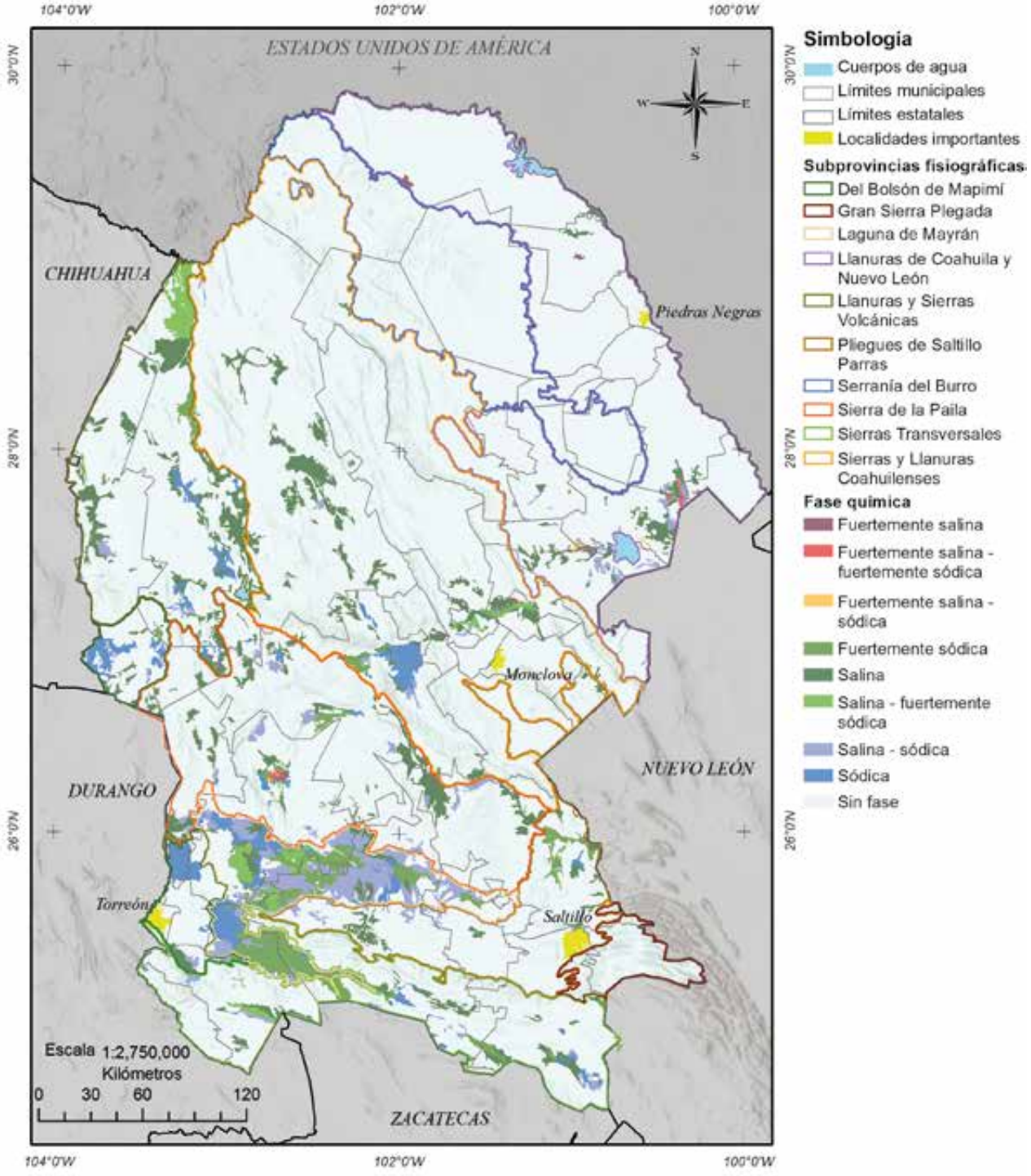


Figura 4. Distribución de la fase química del suelo. Fuente: INEGI 2011b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

A continuación se describe la distribución de los cuatro tipos de suelos más abundantes del estado (INEGI 2011a).

Litosoles

Son los suelos más abundantes, no sólo en Coahuila, sino en todo el país. Se caracterizan por tener profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido; su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable, y depende de otros factores ambientales (INEGI 2004). El uso de estos suelos está vinculado con el tipo de vegetación que los cubre; en bosques y selvas su uso es forestal, en matorrales o pastizal se realiza pastoreo limitado y, en algunos casos, se utiliza para la agricultura (INEGI 2004).

Se encuentran distribuidos en gran parte del estado, asociados a los diferentes tipos de las sierras plegadas y complejas, sobre todo en la subprovincia fisiográfica Sierras y Llanuras Coahuilenses (34.08%), en los municipios de Múzquiz, Ocampo, San Buenaventura, Cuatro Ciénegas y Castaños. En la subprovincia Sierra de la Paila (19.05%), en los municipios de Ramos Arizpe, Parras de la Fuente, Cuatro Ciénegas, San Pedro de las Colonias y Francisco I. Madero, están asociados a sierras complejas y con pliegues tendidos.

Además, en la subprovincia Serranía del Burro (14.23%), en los municipios de Zaragoza, Acuña y Múzquiz, se asocian a sierras complejas con lomeríos y en la subprovincia Sierras Transversales (10.09%), en los municipios de Parras de la Fuente, Torreón, Viesca y Saltillo, se encuentran asociados a sierras complejas con bajadas (INEGI 2011b).

Xerosoles

Son suelos que tienen, por lo general, una capa superficial de color claro, por el poco contenido de materia orgánica. Bajo esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas o, bien, muy semejante a la capa superficial. En ocasiones presentan, a cierta profundidad, manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Su principal uso en la entidad puede considerarse como pecuario (INEGI 2004).

Se distribuyen en 29.15% del territorio estatal, en una superficie de 43 915.47 km^2. Se asocian con diferentes tipos de llanuras; destaca la subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses, con una superficie de 14 404.13 km^2 (32.79%). Están distribuidos principalmente en los municipios de Ocampo, San Buenaventura, Abasolo, Monclova, Frontera, Múzquiz y Acuña, y se asocian con llanuras aluviales y, en algunos casos, con llanuras desérticas de piso rocoso o cementado.

En la subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León estos suelos se distribuyen en 24.45%, en una superficie de 10 738.07 km^2 que abarca los municipios de Guerrero, Nava, Jiménez, Juárez, Sabinas, Candela, Progreso y Acuña. Asimismo se asocian a llanuras aluviales con lomerío de piso rocoso o cementado.

En la subprovincia Llanuras y Sierras Volcánicas se localizan en 9.81% (4 309.04 km^2), a lo largo de los municipios de Sierra Mojada y Ocampo, asociados a bajadas con lomerío y llanuras aluviales.

Se localizan también en la subprovincia Pliegues Saltillo-Parras (7.93%), a lo largo de una superficie de 3 484.37 km^2 que incluye los municipios de Castaños, Ramos Arizpe, Parras de la Fuente y Saltillo, y están asociados a llanuras bajas y aluviales.

Asimismo en la subprovincia Sierras Transversales se distribuyen en 3 476.7 km^2 (7.91%), en los municipios de Parras de la Fuente, Saltillo, Viesca y Torreón, y se asocian especialmente a llanuras aluviales y bajadas típicas (INEGI 2011b).

Regosoles

Son suelos ubicados en diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

por ello, no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, y se parecen bastante a la roca que les da origen (INEGI 2004).

Se distribuyen en 10.79% del territorio estatal, en una superficie de 16 260.19 km^2. Se relacionan con lomeríos, bajadas y sus asociaciones. En la subprovincia Sierras de Coahuila y Nuevo León estos suelos se extienden en 24.95% de la superficie (4 058.42 km^2), en los municipios de Acuña, Jiménez, Piedras Negras, Nava y Guerrero, y se asocian con lomeríos de laderas tendidas con llanuras.

En la subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses se distribuyen en 24.7% de la superficie, en un área de 4 017.01 km^2, básicamente en los municipios de Acuña, Ocampo, Múzquiz y Cuatro Ciénegas, y se asocian con bajadas típicas y lomeríos.

En la subprovincia Sierra de la Paila ocupan una superficie de 2 747.59 km^2, lo que representa 16.89%, en los municipios de Sierra Mojada, Francisco I. Madero, Cuatro Ciénegas, San Pedro de las Colonias, Parras de la Fuente y Ramos Arizpe, y se asocian con bajadas típicas y lomeríos.

En la subprovincia Llanuras y Sierras Volcánicas corresponden a 10.69%, con una superficie de 1 738.85 km^2, en los municipios de Ocampo y Sierra Mojada; se asocian con sierras escarpadas y bajadas típicas, ambas con lomeríos (INEGI 2011b).

Yermosoles

Son suelos localizados en zonas muy áridas. En ocasiones presentan capas de cal, yeso y sales en la superficie o en alguna parte del subsuelo; la capa superficial es aún más pobre en humus y generalmente más clara que los Xerosoles. Su uso agrícola está condicionado con la disponibilidad del agua, aunque también se puede dar aprovechamiento de especies no maderables (INEGI 2004).

Se distribuyen en 8.01% del territorio del estado, en una superficie de 12 056.40 km^2, y se asocian principalmente a bajadas con lomeríos y llanuras típicas. Predominan en la subprovincia Llanuras y Sierras Volcánicas, con 31.14% y una superficie de 3 344.59 km^2, en el municipio de Ocampo y, en menor proporción, en Sierra Mojada; se asocian a bajadas típicas y con lomeríos.

En la subprovincia Sierra de la Paila se distribuyen en 25.74% del territorio, en una superficie de 2 764.26 km^2, sobre todo en los municipios de Ramos Arizpe, Cuatro Ciénegas, San Pedro de las Colonias y Francisco I. Madero, y se ubican en bajadas típicas y llanuras aluviales.

Asimismo en la subprovincia Laguna de Mayrán se distribuyen en 14.63% del territorio (1 571.59 km^2), en las llanuras desérticas de los municipios de San Pedro de las Colonias y Parras de la Fuente. Estos suelos se extienden en menor proporción en las subprovincias Sierras y Llanuras Coahuilenses, Del Bolsón de Mapimí, Sierra de la Paila y Pliegues Saltillo-Parras (INEGI 2011b).

Rendzinas

Son suelos someros que, por su pedregosidad, producen ruido con el arado. Se presentan en climas semiáridos o templados, y se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y fértil, que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente son suelos arcillosos y poco profundos, por debajo de los 25 cm (INEGI 2004).

Conclusión

Los suelos son parte fundamental y sostén de la vegetación. A una escala más grande determinan

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

las formas del relieve del terreno y, en su conjunto, constituyen el paisaje.

El proceso de formación de los suelos es sumamente lento, pues tarda alrededor de 100 años en apenas formar un centímetro. Una estrategia de conservación debe incluir acciones para la protección del suelo, por ser el sostén del desarrollo ecosistémico, que se puede ver mermado con una sola lluvia de chubasco, en la que se pierdan toneladas de suelo.

Referencias

FAO, ISRIC e IUSS. Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Soil Reference and Information Centre e International Union of Soil Sciences. 2007. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo.* Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos 103, Roma.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2004. *Guías para la interpretación de cartografía edafología*. México.

——. 2011a. *Suelos de Coahuila*. México.

——. 2011b. *Fases físicas del suelo de Coahuila*. México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Análisis espacial y temporal de la cobertura forestal

Silvia Xiomara González Aldaco

Introducción

Los bosques son considerados como uno de los ecosistemas más vulnerables en la entidad, no sólo por sus características específicas y las especies que los componen, sino por la superficie que ocupan en proporción a la extensión total del estado y en relación a otros tipos de vegetación que tienen predominancia, como lo son los matorrales desérticos. Dicha superficie ha disminuido a través de los años como consecuencia de la interacción de diversos factores, entre los que predominan el clima, la deforestación, la desertificación y los incendios forestales.

Los tipos de bosques que se encuentran en Coahuila son de coníferas, latifoliadas y espinosas. Los bosques de coníferas son principalmente de pino, compuestos por *Pinus cembroides* y *P. remota,* para clima templado, y *P. rudis, P. arizonica* y *P. greggii* para sierras de clima templado semihúmedo. Se distribuyen sobre todo en las partes altas de las subprovincias Gran Sierra Plegada, Pliegues Saltillo-Parras y Sierras Transversales. En menor proporción se localizan en algunas partes de las subprovincias Sierra de la Paila, Sierras y Llanuras Coahuilenses y Serranía del Burro.

El bosque de ayarín, formado primordialmente por especies de los géneros *Pseudotsuga* y *Picea,* en ocasiones se mezclan con *Cupresus* y *Populus*, distribuidas principalmente en pequeñas partes del municipio de Arteaga, subprovincia Gran Sierra Plegada; también en General Cepeda, subprovincia Sierras Transversales; y al norte en Ocampo, subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses.

El bosque de táscate –con especies del género *Juniperus*, con hojas en forma de escamas, siempre en contacto con bosques de encino o pino encino– se distribuye principalmente en las partes altas de la Serranía del Burro.

Los bosques de encino –con especies del género *Quercus*, cuya etimología se refiere a arboles de madera muy dura– se presentan en ambientes templados a semicálidos en las subprovincias Sierras y Llanuras Coahuilenses, Serranía del Burro y Llanuras de Coahuila y Nuevo León, donde también pueden mezclarse con pinos y formar agrupaciones de encino-pino, en las cuales predominan los encinos sobre los pinos, y de pino-encino, donde la relación entre especies es inversa.

González Aldaco, S.X. 2017. Análisis espacial y temporal de la cobertura forestal. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 113-122.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El bosque de mezquite –que en los últimos años entró en la categoría de bosque, con árboles de *Prosopis*– es muy importante por el papel que representa en los ecosistemas de las zonas áridas, debido a que tiene múltiples usos. Su madera es utilizada como combustible y para la construcción de cercas, sus vainas como forraje y como alimento para el ser humano; también produce resina que tiene uso en la fabricación de pegamentos y barnices, mientras que sus flores son importantes en la producción de miel (Rodríguez *et al.* 2014).

Debido a la importancia que representan los bosques en el estado, se hizo un análisis del cambio multitemporal de las superficies y se utilizó, como insumo principal, la información obtenida de las cinco series cartográficas de uso de suelo y vegetación del INEGI: serie I, elaborada entre 1979 y 1991; serie II, entre 1993 y 1999; serie III, entre 2002 y 2005; serie IV, entre 2006 y 2010; y serie V, entre 2011 y 2013 (INEGI 2015).

Conocimiento y actualización de coberturas boscosas en la entidad

El conocimiento sobre la extensión y ubicación de los ecosistemas boscosos en Coahuila se ha dado de manera progresiva desde hace varias décadas. En esta primera sección, los insumos empleados se describen para el análisis multitemporal de la cobertura de los bosques en la entidad.

La cartografía sobre uso de suelo y vegetación (USV) serie I (INEGI 1978) se elaboró a una escala 1:250 000, donde se trabajó por más de 10 años para cubrir la superficie nacional. En esta cartografía se consideró la vegetación en sus estadios primario y secundario. Para su creación se usaron tomas aéreas de vuelo alto para la fotointerpretación y trabajo de campo, y se muestra el mapa de distribución de los diferentes tipos de bosques para esta serie (figura 1).

Además se reportaron 454 941.49 ha de bosques (cuadro 1), en los que se resaltan el bosque de pino (45%) y el de encino (28.7%) con la mayor superficie.

La siguiente actualización de la información se efectuó de 1996 a 1999 y se conoce como la serie II de USV (INEGI 2000), escala 1:250 000, donde se utilizaron como insumos espaciomapas impresos –generados a partir de imágenes Landsat de 1993– y trabajo de campo de 1996 a 1999. Debido al método empleado, se muestran diferencias sustanciales en la distribución de los tipos de vegetación (figura 2) que incluye, entre otras, un incremento en la superficie de 816 063.1 ha de bosques (cuadro 1).

La serie III (INEGI 2005) se realizó con procesos y métodos digitales, para lo cual se utilizaron imágenes del satélite Landsat ETM de 2002, y además del análisis visual se hizo trabajo de campo. Las metodologías ya son más comparables y los resultados no tienen variación significativa debido a la escala, aunque se incluye el bosque de mezquite como nueva categoría (cuadro 1). La figura 3 muestra el mapa con la distribución de los tipos de bosque.

La serie IV (INEGI 2008) fue desarrollada bajo el mismo marco conceptual de la serie III, con imágenes de satélite Spot multiespectrales correspondientes a febrero, marzo y junio de 2007 (figura 4). Los cambios evidencian un incremento de 35 263 ha de la superficie boscosa, y los más sustanciales se presentan en el bosque de mezquite y en el de pino-encino.

La serie V fue difundida en el 2013 (INEGI 2013) y para generarla se utilizó la interpretación de imágenes del satélite Landsat TM5 de 2011, apoyada con trabajos de campo realizados de abril a junio de 2012 (figura 5). Los conjuntos de datos contienen la ubicación, distribución y extensión de diferentes comunidades vegetales y usos agrícolas con sus respectivas variantes en tipos de vegetación y aprovechamiento, e información ecológica relevante; asimismo, informan acerca del desarrollo de la vegetación,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

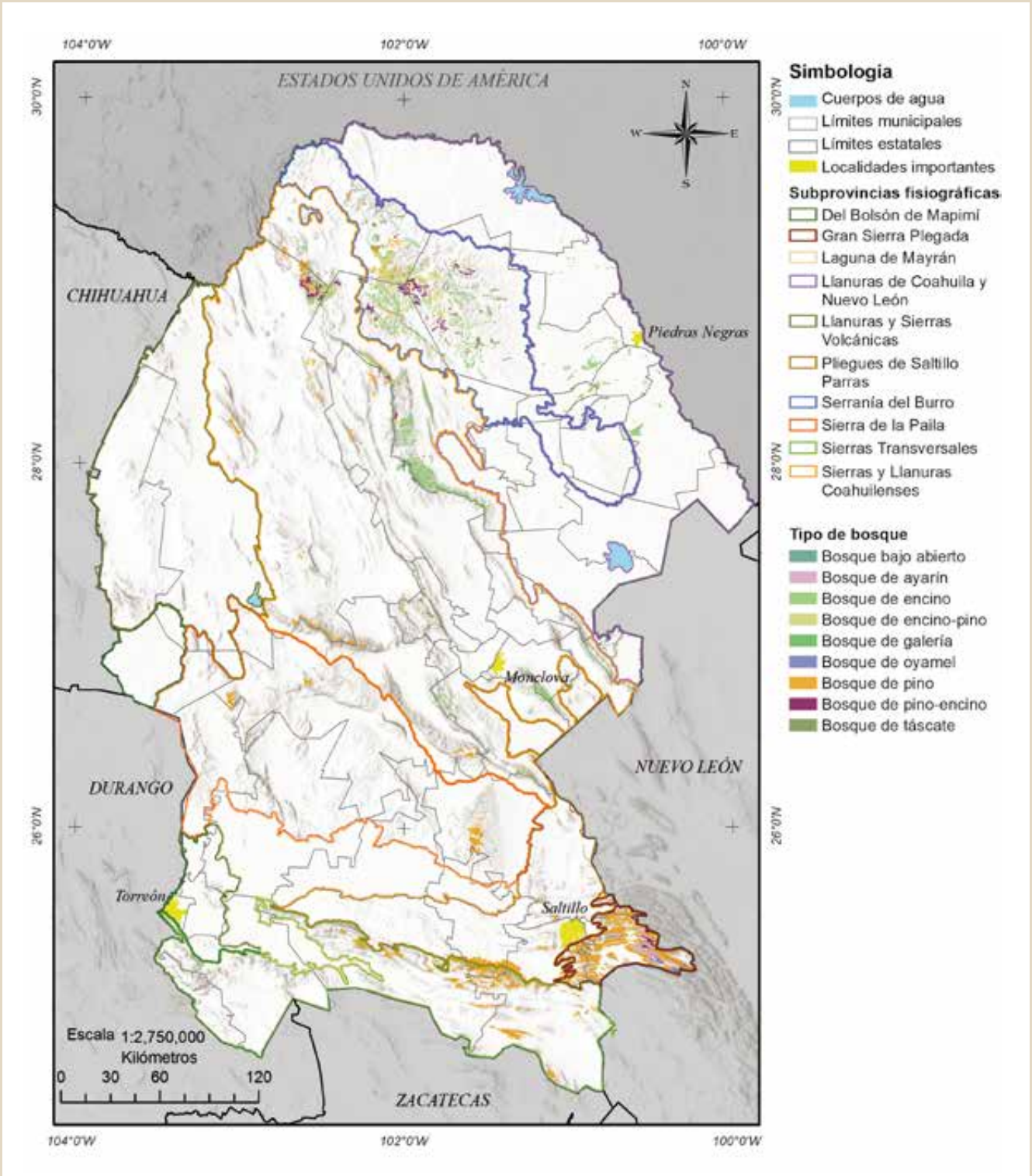


Figura 1. Distribución de los bosques en el estado para la serie I de uso de suelo y vegetación. Fuente: INEGI 1978.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Comparación de las superficies por tipo de bosque para todas las series cartográficas.

Tipo de bosque	Serie I	Serie II	Serie III	Serie IV	Serie V	SEMA
Bosque bajo abierto	787.38					
Bosque de ayarín	11 514.59	23 292.43	23 292.27	22 775.99	22 628.31	10 948.50
Bosque de encino	130 822.98	283 246.73	273 439.36	289 313.91	278 320.33	428 836.91
Bosque de encino-pino	63 101.96	166 283.99	179 678.44	180 903.40	178 823.02	97 875.49
Bosque de galería	3 162.75	4 428.78	137.68	1 187.65	1 985.95	1 280.49
Bosque de oyamel	2 868.72	2 013.47	2 875.40	3 126.88	3 069.47	155 661.26
Bosque de pino	205 308.98	278 534.46	282 470.03	289 528.82	284 435.75	310 952.38
Bosque de pino-encino	21 636.68	42 527.13	43 913.02	46 843.44	43 088.50	73 633.46
Bosque de táscate	15 737.43	15 736.07	15 758.74	16 563.50	17 322.22	85 094.31
Bosque de mezquite			16 520.24	23 105.37	23 722.63	49 746.09
Total	**454 941.49**	**816 063.10**	**838 085.18**	**873 348.96**	**853 396.19**	**1 214 028.89**

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 1978, 2000, 2005, 2008, 2013.

refiriéndose a los distintos grados sucesionales de la misma, como vegetación primaria y secundaria.

Cada una de las series de la carta de USV se hizo con diferentes metodologías, insumos y criterios, por lo que la SEMA realizó la actualización de la superficie de los bosques en Coahuila con la finalidad de conocer a detalle, y a una escala mayor, los espacios que ocupan, definir las áreas de transición con otros tipos de vegetación, así como resaltar pequeñas superficies relictas que no están consideradas en las series anteriores.

La actualización se generó al tomar como base a los bosques de la carta de USV serie V del INEGI, y se utilizaron las imágenes más actuales del software Google Earth Pro, correspondientes a los satélites Landsat de 2013 y 2014. Los resultados de la interpretación para cada tipo de bosque y su distribución (figura 6) se incluyen en el cuadro 1.

Existe una diferencia significativa entre las superficies de los tipos de bosque para cada serie de USV. Sin embargo, la mayor diferencia se encontró en la actualización de la SEMA, donde se muestra una superficie de bosques en la entidad de 1 214 028.9 ha. La mayor área corresponde al bosque de encino, con 35%, seguido del bosque de pino (25.6%; cuadro 1). El aumento de la superficie de bosques en la entidad se debe principalmente a que, al hacer la interpretación a mayor escala, se tuvo la oportunidad de detallar algunas características de los bosques y sus transiciones.

Conclusión

Resulta muy difícil hacer una comparación multitemporal si las metodologías para cada serie de información son diferentes. Además los insumos que se utilizaron para la construcción de cada cartografía corresponden a diferentes fuentes. No obstante, este tipo de análisis da una idea muy cercana de cómo se encontraban los recursos naturales en un momento determinado.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

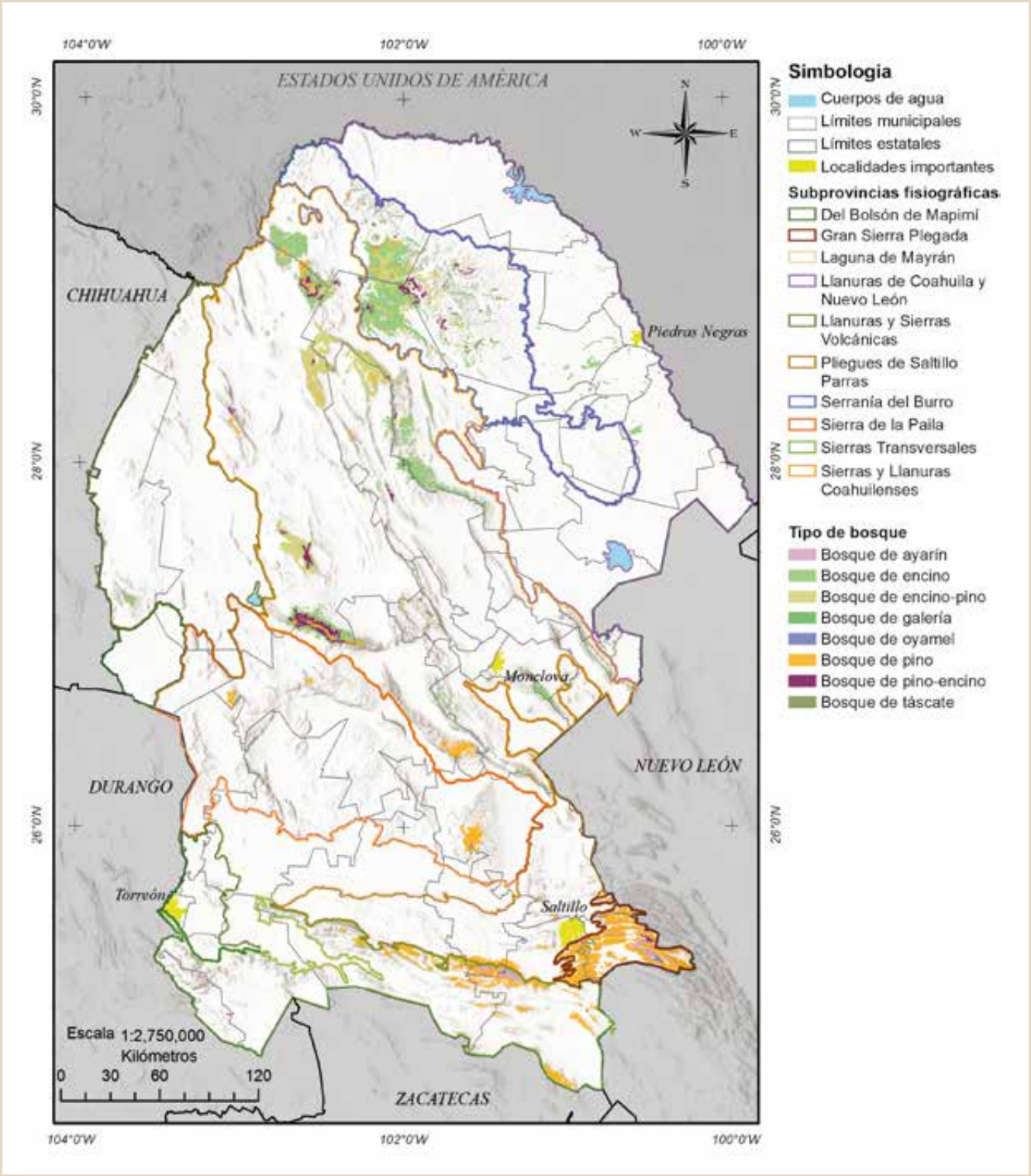


Figura 2. Distribución de los bosques en el estado para la serie ii de uso de suelo y vegetación. Fuente: inegi 2000.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

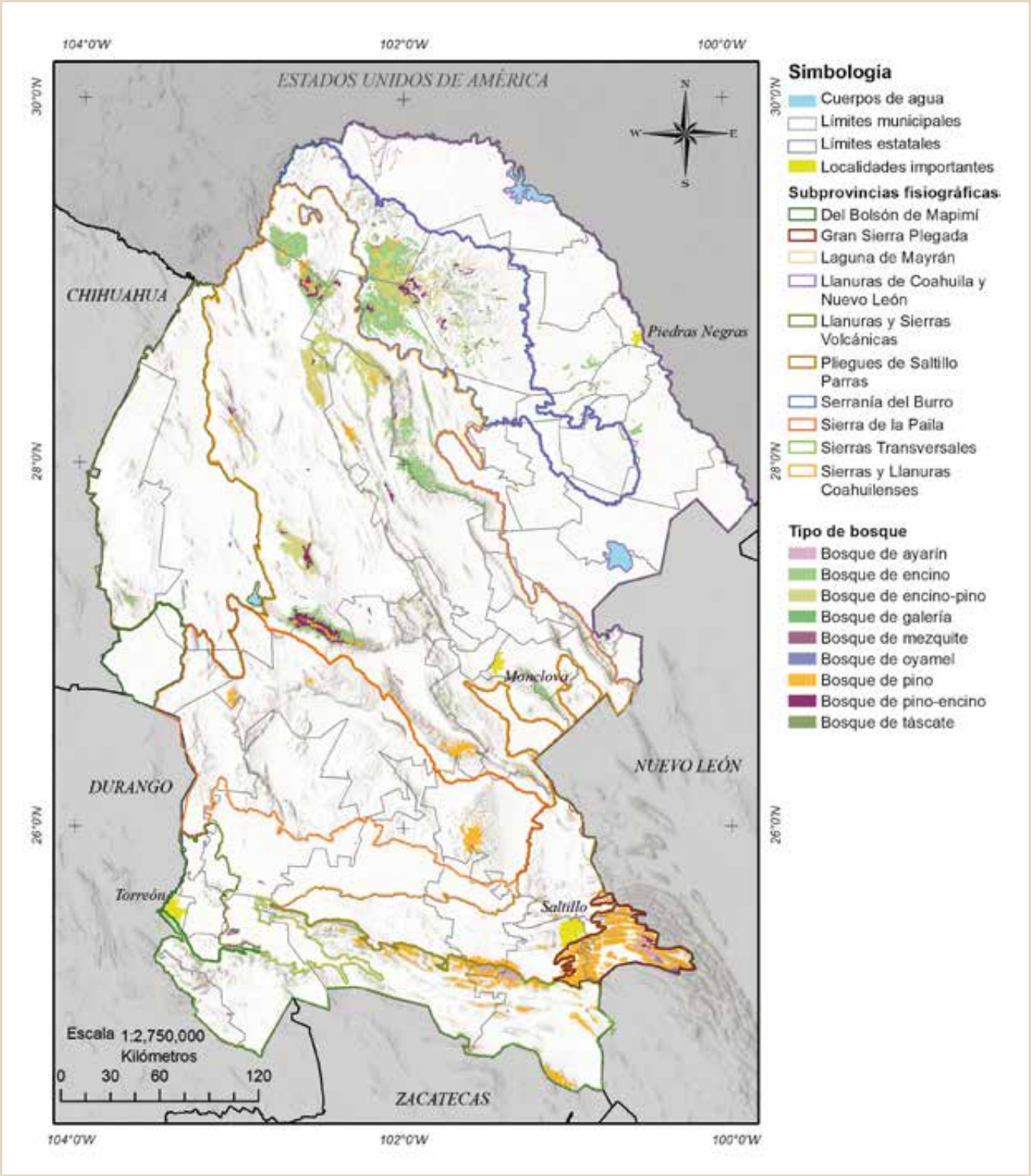


Figura 3. Distribución de los bosques en el estado para la serie III de uso de suelo y vegetación. Fuente: INEGI 2005.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

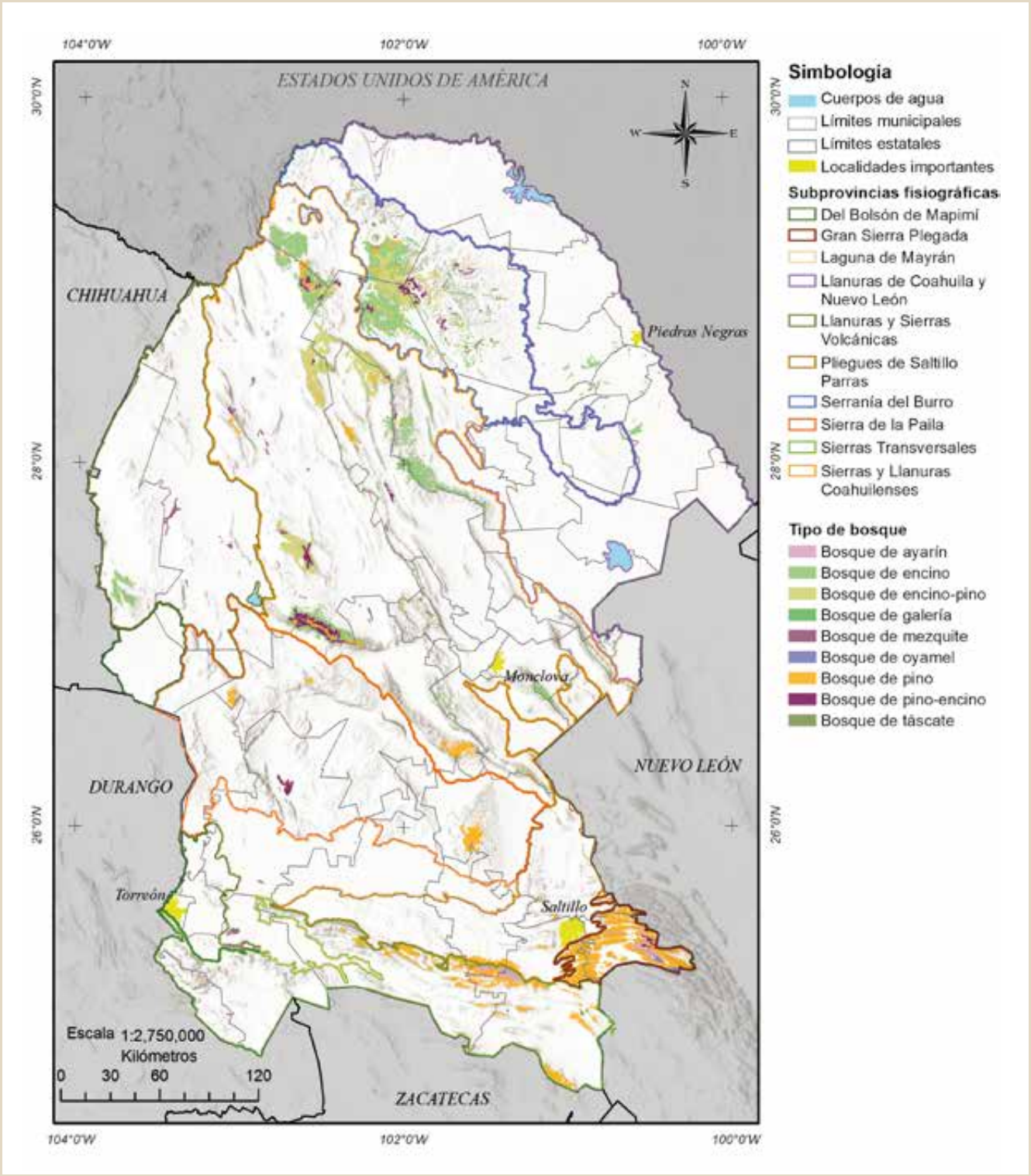


Figura 4. Distribución de los bosques en el estado para la serie iv de uso de suelo y vegetación. Fuente: inegi 2008.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

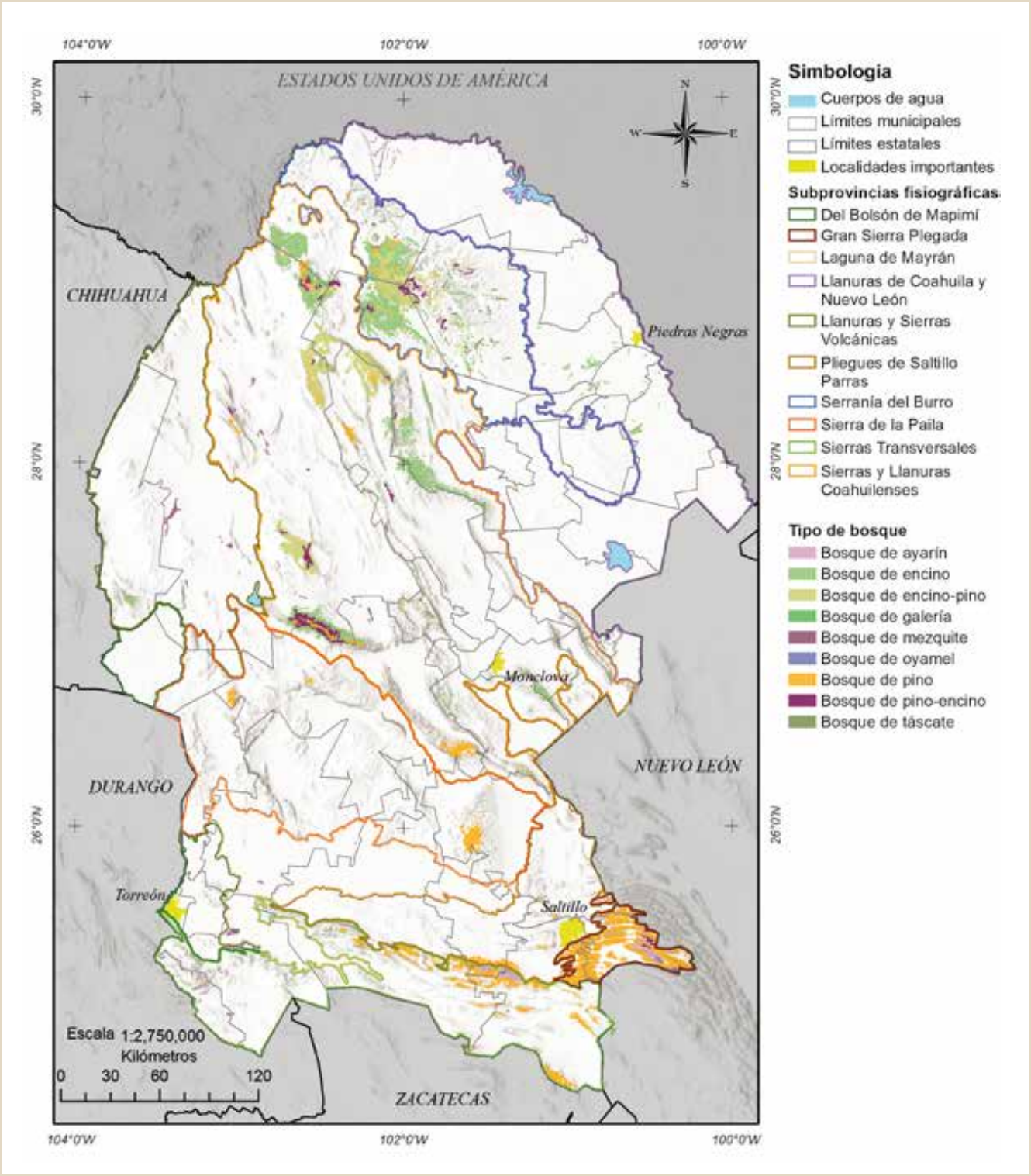


Figura 5. Distribución de los bosques en el estado para la serie v de uso de suelo y vegetación. Fuente: INEGI 2013.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

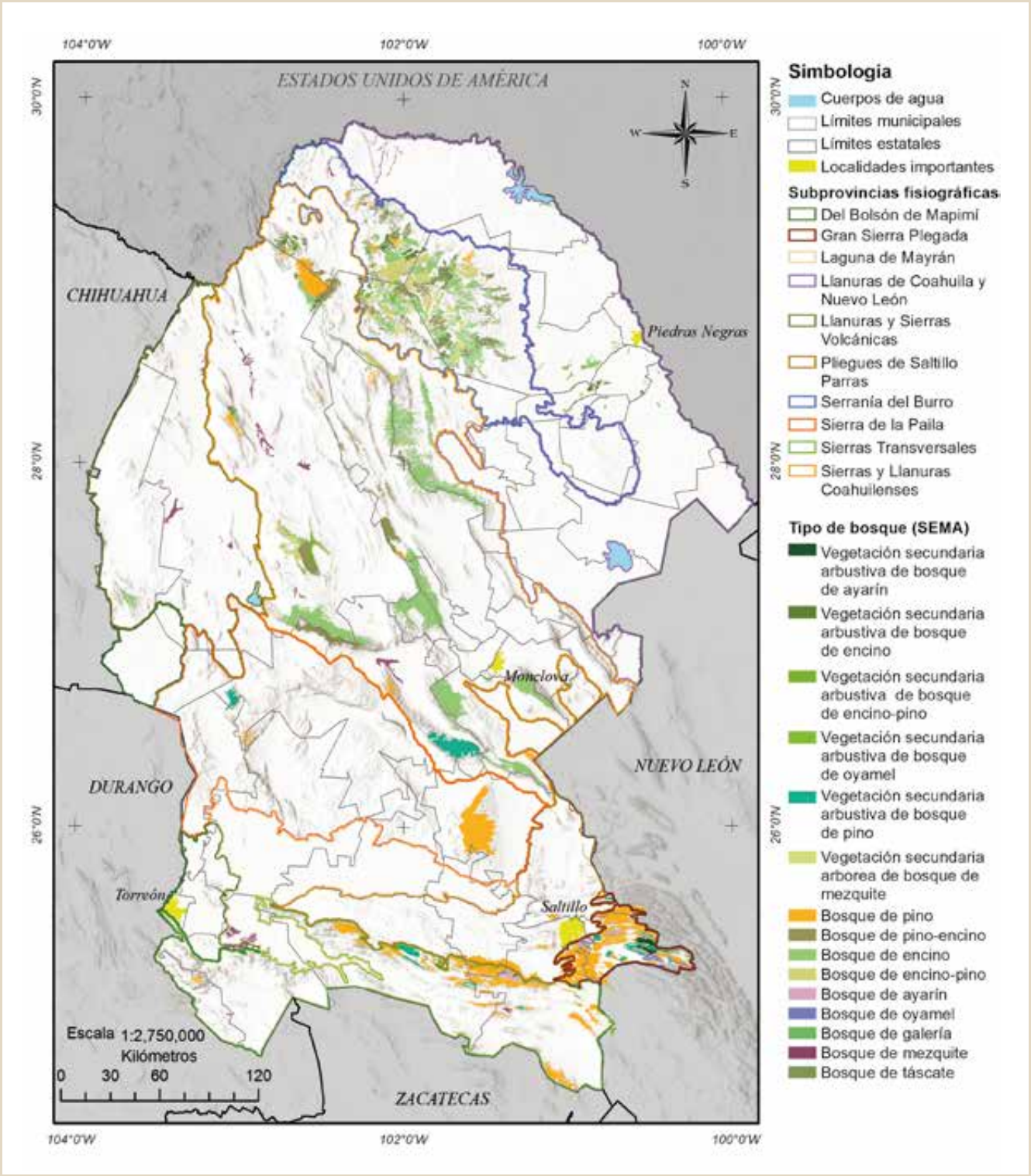


Figura 6. Actualización de la distribución de los bosques. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El uso de nuevas metodologías permite tener un acercamiento cada vez más real al estado de los ecosistemas, y da la posibilidad de hacer un manejo racional y sustentable de los mismos. Con la experiencia que deja este tipo de análisis, se recomienda un monitoreo más constante de los recursos –con una temporalidad anual o bianual– para contar con más información que pueda ser usada en la toma de decisiones.

Referencias

INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1978. Uso de suelo y vegetación serie I. México.

——. 2000. Uso de suelo y vegetación serie II. México.

——. 2005. Uso de suelo y vegetación serie III. México.

——. 2008. Uso de suelo y vegetación serie IV. México.

——. 2013. Uso de suelo y vegetación serie V. México.

——. 2015. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación Escala 1:250 000, serie V. México.

Rodríguez, E.N., G.E. Rojo, B. Ramírez *et al*. 2014. Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. *Ra Ximhai* 10(3)173-193.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Procesos históricos de la apropiación de la diversidad biológica en la sierra de Arteaga

Rita Carmen Favret Tondato

Introducción

A través del tiempo, diversos grupos humanos ocuparon el territorio de la sierra de Arteaga y desarrollaron sus prácticas de uso de los recursos naturales de acuerdo al conocimiento de los mismos, su valoración, dominio y formas de producción.

La geografía serrana del municipio de Arteaga presenta una serie de cordones montañosos paralelos que protegen los estrechos valles con suelos profundos de aluvión y forman un paisaje con distintas altitudes, climas, vida vegetal y animal; no tiene corrientes de aguas superficiales, salvo los arroyos cuando llueve y los manantiales donde aflora el agua subterránea; los veranos son cálidos, con mayor precipitación y posibles granizadas; los inviernos son fríos, con heladas y algunas nevadas; además, en la parte norte y noroeste del municipio, se presenta un gran llano con lomeríos, suelos someros donde afloran rocas calcáreas y con menor precipitación (INEGI 1988).

Para Toledo (1998), el intercambio entre la sociedad y la naturaleza es un proceso integrado por varias dimensiones; la apropiación fue la primera de éstas y es de carácter ecológico –porque depende de la calidad y cantidad de los recursos naturales y de los servicios ambientales–, seguida de las dimensiones económica, demográfica, tecnológica, de conocimientos, cosmovisión e institucional.

Los ecosistemas actuales son el resultado del proceso histórico de este territorio, como una síntesis de lo social y ambiental, aunque tanto en el pasado como en el presente, la relación de la sociedad con el ambiente no ha dependido sólo de las cuestiones locales, sino de contextos más amplios en los que se incluyen las prácticas culturales y el cambio climático.

Los ecosistemas han evolucionado por millones de años, lo que dio lugar a una sucesión de ocupantes y usos que inició hace unos miles de años con la llegada de pequeños grupos de indígenas a la región (cazadores-recolectores). Después, en los últimos cuatro siglos, se establecieron grupos de ganaderos, madereros y agricultores, y en las recientes tres décadas se incrementó el número de turistas.

A continuación se presenta una reseña histórica sobre los grupos sociales en la sierra de Arteaga, obtenida de los archivos históricos de

Favret Tondato, R.C. 2017. Procesos históricos de la apropiación de la diversidad biológica en la sierra de Arteaga. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/ Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 123-132.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

la región, como el Archivo Municipal de Arteaga (AMA), el Archivo Municipal de Saltillo (AMS) y el Archivo General del Estado de Coahuila (AGEC), así como en los relatos de los actuales habitantes de la sierra y en la observación de campo.

Ganadería

Al llegar a la región, los conquistadores españoles encontraron numerosos grupos de indígenas cazadores-recolectores que se desplazaron por un territorio restringido; hacían uso de las plantas y animales de acuerdo a las estaciones del año y acampaban cerca de los manantiales (Valdés 1995). En las primeras décadas de la colonización, muchos indígenas fueron apresados y vendidos como esclavos, otros muertos en combate por defender su territorio o por las nuevas enfermedades, mientras que muy pocos aceptaron la vida sedentaria propuesta por los misioneros.

A partir de 1591 se consolidó la colonización en la región con el asentamiento de las familias tlaxcaltecas en San Esteban de la Nueva Tlaxcala, pueblo colindante con la Villa de Santiago del Saltillo, habitada por españoles (Adams 1991). Los cañones serranos fueron repartidos a los españoles en grandes extensiones para la cría de ganado, como las haciendas de Jamé, El Tunal y San Antonio, cuyos propietarios residían en Palomas –actual poblado de Arteaga y cabecera municipal–, Saltillo o el Nuevo Reino de León.

Se practicó el pastoreo a campo abierto de caballos, vacunos, ovejas y cabras que se alimentaron del abundante zacate en los valles y el sotobosque. De esta forma se aprovechó el cercado natural de los cerros y los escasos pasos entre los cordones serranos que, más tarde, durante el siglo XIX, formaron una defensa natural contra las incursiones de los indígenas ecuestres, como los lipanes que llegaron desde el norte.

El 1861 los accionistas de la hacienda de San Isidro de Palomas habían acordado regular las áreas de cría de ganado mayor y menor, así como evitar la destrucción del bosque (AMA 1861). Esta fue una acción para preservar la vegetación, aunque no se sabe si fue respetada. A fines del siglo XIX se incrementaron los rebaños de ovejas y cabras, e importaron ejemplares de Inglaterra y Estados Unidos para mejorar las razas criollas (Velasco 1897).

En el siglo XX la actividad ganadera disminuyó durante y después de la Revolución mexicana hasta el presente, aunque continuó la práctica del pastoreo en las tierras de uso común de los ejidos o en los predios privados. Especialmente en invierno la alimentación de los animales se complementó con forraje como avena, esquilmos de maíz, además de maguey y nopal "manso".

En el presente siglo continúa la práctica del pastoreo libre de unos 2 136 bovinos del total de 6 531 censados, además de 6 198 ovinos y 8 388 caprinos pertenecientes a 717 unidades de producción (INEGI 2007).

Explotación forestal

En la región de la sierra los bosques de pino (*Pinus* spp.), oyamel (*Abies vejarii*), encino (*Quercus* spp.) y otras especies fueron explotados desde tiempos coloniales, con el fin de extraer madera para la construcción de casas y edificios, pilotes para minas, vigas y leña para carbón, que se ha utilizado como combustible para cocinar y calentar los hogares de esta región y de Saltillo.

Desde fines del siglo XIX a los anteriores usos se agregó la producción de durmientes para ferrocarril y postes para el cableado del teléfono y electricidad. En 1897 alrededor de 300 personas recolectaban leña del bosque y elaboraban carbón, otras 200 trabajaban en el corte de la madera y, finalmente, unos 10 carpinteros la transformaron en 1 460 puertas y 148 muebles

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

diversos para la casa (AMS 1897). Los pinos fueron drenados para extraer la resina que luego se procesaba en la fábrica La Aldeana, donde la transformaban en aguarrás, brea y colofonia (Valdés 1966, Ortega 2008).

Con la reforma agraria, de 1920 a 1940, se trató de reglamentar la utilización de los bosques, por lo que éstos quedaron bajo la jurisdicción de la Agencia Federal Forestal en Monterrey, Nuevo León. El gobierno entregó a los ejidatarios parte de estos recursos naturales, con el compromiso de que los cuidaran y la obligación de participar para sofocar los incendios, lo cual consta en la Resolución Presidencial de dotación de ejidos; por ejemplo, la del ejido Jamé establece:

> Que la existencia de bosques y arbolados es de ingente necesidad para asegurar las mejores condiciones climatéricas y meteorológicas del país y conservar una de las principales fuentes naturales de la riqueza pública; y que para dar plena satisfacción a las necesidades sociales citadas, se hace de todo punto necesaria la explotación en común de los terrenos forestales y el exacto cumplimiento de las leyes en la materia (SG 1927:8).

Aunque los ejidatarios contaban con el permiso para extraer lo necesario para sus hogares, en épocas de sequía aumentaron la extracción de leña e hicieron carbón para vender, con el objetivo de compensar la falta de ingresos agrícolas; además existían dos aserraderos privados.

Hacia 1933 la madera extraída para la construcción y para la elaboración de carbón vegetal fue de 6 575 t (AMA 1933). En esta década se intensificó el drene de la resina de los pinos, actividad que también reglamentó la legislación forestal porque puede ocasionar la muerte del árbol. Esta actividad se abandonó en la década de los cincuenta.

En los sesenta existieron 10 aserraderos privados, a los que se agregaron cuatro ejidales en los ochenta, con una legislación más estricta para el otorgamiento de permisos y para impedir el corte de la madera, pero se permitió la extracción de árboles para postes de teléfono y luz eléctrica, para la construcción de caminos y casas de los ejidatarios, así como para el cotidiano uso de combustible en los hogares. En la década de los noventa se prohibió totalmente la extracción de madera y en los últimos años sólo se permitió el corte de árboles muertos por insectos descortezadores del género *Dendroctonus* (Sánchez y Torres 2004).

De las zonas forestales de la sierra de Arteaga se obtienen otros recursos además de la madera. Tradicionalmente algunos campesinos y jornaleros recolectan el piñón en el mes de octubre, por lo que las piñas se transportan hasta el hogar, donde las mujeres y los niños se encargan de separar las semillas, aunque a veces personas urbanas ingresan a los predios sin permiso. En el mes de diciembre los campesinos recolectan heno *(Tillandsia usneoides)*[1] y musgo (*Torula ruralis;*[1] Encina-Domínguez 2017) que venden en Saltillo para adornar los nacimientos.

El corte de pinos para convertirlos en árboles de Navidad fue prohibido desde fines de la década de los veinte, con la aplicación de la Ley Forestal en los cañones de La Roja, San Antonio y Santa Amalia, pero la costumbre permaneció y tuvo que ser vigilada constantemente hasta el presente, aunque en las últimas décadas se ha implementado un programa para la reproducción de pinos con el fin mencionado.

También se recolectan varias plantas medicinales y especias aromáticas, como la menta (*Hedeoma drummondii;* Encina-Domínguez 2017), hojasén (*Flourensia cernua*), yerbaníz (*Tagetes lucida*) para las infusiones, y el orégano (*Poliomintha longiflora*) que se corta entre los meses de julio a septiembre para su venta en Saltillo (Pérez 1995 y Álvarez 2008).

[1] Estas especies se distribuyen en el estado pero no están reportadas en ningún apéndice de la obra.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Tanto en el pasado como en el presente las actividades de aprovechamiento se han vinculado con el cuidado del bosque, especialmente en la estación seca, cuando se incrementa el peligro de los incendios y los pobladores deben estar dispuestos a demostrar su solidaridad al combatirlos. Por ejemplo, en la década de los treinta, a fin de realizar un trabajo más sincronizado en el combate de incendios, se creó la Corporación de Defensa Contra Incendios (AMA 1931).

Durante la prolongada sequía en la década de los cincuenta, el presidente del Ayuntamiento propuso ocupar a los trabajadores para evitar su emigración, por lo que limpiaron la leña muerta de los bosques del cañón de Santa Rita, hasta los confines del municipio, como medida para prevenir el fuego. En 1955 los comités de combate a incendios fueron renovados y, como todos los años, se promovió la plantación de árboles para reforestar, aunque no se conoce si evaluaron los resultados (AMA 1955).

En la década siguiente existió preocupación por la tala inmoderada y los incendios, como los eventos de mayor riesgo para los bosques, tal y como aconteció en Potrero de Ábrego en 1962 (AMA 1962) y en 1975, cuando un siniestro de grandes dimensiones arrasó con el bosque de la ladera norte y noreste de la sierra de La Marta, conocida como Siberia.

Diez años después se evaluó una regeneración del bosque muy escasa en las partes bajas e intermedias, por las constantes perturbaciones producto del pastoreo del ganado. Otros efectos adversos sobre los bosques se originaron por el progresivo desmonte para la plantación de frutales y la extracción de morillos para sostener las mallas antigranizo de los manzanos o, en algunas laderas, para la construcción de casas en los fraccionamientos campestres (Cornejo 1987).

Actualmente está prohibido realizar fogatas en la sierra, salvo en los paraderos turísticos autorizados. El combate de los incendios está coordinado entre autoridades, expertos académicos y grupos de ejidatarios organizados en brigadas y con capacitación para mantener limpias las brechas corta fuego y sofocar incendios que llegasen a ocurrir.

Otro tipo de aprovechamiento tuvo lugar en la región más árida del municipio, donde los campesinos explotaron el ixtle de lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y la palma samandoca (*Yucca carnerosana*) durante todo el año. Las hojas eran transportadas hasta sus hogares, donde las hervían y, en forma manual, las pasaban por una especie de cuchillo tallador para extraer la fibra, que luego secaban al sol y vendían en Saltillo.

En 1931 tallaron unos 5 000 kg de ixtle de lechuguilla y 7 000 kg de ixtle de palma (AMA 1931), y años más tarde lo entregaron a la Cooperativa La Forestal a cambio de alimentos. Esta actividad se abandonó en las últimas décadas del siglo XX y actualmente son muy pocos los campesinos del municipio que extraen lechuguilla y cortadillo (*Nolina cespitifera*) para venderlos a los acopiadores, actividad que realizan en forma esporádica y sólo cuando no existe otra opción para obtener ingresos.

Agricultura

Los cultivos modelan el paisaje y en gran parte dan cuenta de ciertos hábitos alimenticios (Duby 1999). Los primeros labradores de San Isidro de Palomas de Afuera, que datan de la época colonial, canalizaron el agua de los manantiales para cultivar trigo, un cereal básico de la cultura alimenticia española, el cual sembraban año tras año en el mes de abril y cosechaban a fines del verano.

En el siglo XIX, algunos accionistas de Palomas comenzaron a retirar la cubierta vegetal nativa para el cultivo en los cañones serranos, pero encontraron la resistencia de los ganaderos en cuanto al cambio de uso del suelo (AGEC 1840, 1853, 1854), por lo que en 1836 decidieron cultivar en Rancho Viejo (cañón de La Carbonera), como se hacía en Jamé, Los Lirios, El Tunal y San Antonio.

La actividad agrícola en la región se incrementó en las últimas décadas del siglo XIX, en

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

las grandes propiedades con peones acasillados y en pequeñas producciones familiares. De esta forma, los agricultores ganaron espacio físico, económico y político, mientras las autoridades les extendieron su protección con reglamentos para que los ganaderos pagaran cuando sus animales destruían los sembrados, como sucedió en 1877, año en que el gobernador Hipólito Charles ordenó defender a los agricultores de La Efigenia (AGEC 1877).

Ya en 1897 se destacó el potencial agrícola del municipio como una región muy fértil, si hubiera contado con una irrigación adecuada para la producción de los granos requeridos en las regiones mineras aledañas del norte de Coahuila o las de San Luis Potosí y Zacatecas (Portillo 1897). Años después, Apolinar Berlanga –apoderado de la Sociedad de San Antonio de las Alazanas– destacó la menor incidencia de heladas desde fines del siglo XIX (AGEC 1930).

Junto con estas variables se agregó la llegada del ferrocarril en 1883, que agilizó el transporte de los productos agrícolas por las estaciones de Aguanueva y Saltillo, lo que contribuyó a detonar el potencial agrícola de la región.

Los productores del municipio de Arteaga trabajaron con una técnica agrícola adecuada a las condiciones de temporal. Trataron de aprovechar al máximo el agua de lluvia, ya que la superficie irrigada con agua de manantial era pequeña, pero existía una buena cantidad de tierras vírgenes de profundos suelos aluviales, que producían sin necesidad de abonar.

Para realizar el barbecho del suelo se emplearon arados de hierro americanos y mexicanos tirados por caballos, mulas o bueyes, al igual que las segadoras de trigo, mientras la separación del grano se realizó con trilladoras estacionarias de vapor. Asimismo se incorporaron unos pocos tractores de vapor americanos y alemanes que, por su gran peso, compactaban el suelo por donde circulaban y su combustión era con leña.

Otro cultivo anual fue el maíz, cuyo corte se hacía a mano como hasta el presente. Para su secado los trabajadores colocaban las cañas en forma vertical y formaban conos denominados "monos", posteriormente separaban la mazorca para consumo humano y los esquilmos para la alimentación del ganado. También se cultivó frijol, cebada y papa, así como una variedad de frutales de clima templado que diversificaba la actividad: chabacano, durazno, manzano, perón, membrillo, peral, tejocote, nogal e higuera (Velasco 1897).

Después de la Revolución mexicana nuevas tierras se abrieron al cultivo con la renta en forma de mediería o aparcería, el incremento de la población y la dotación de ejidos. Se sembró trigo en el ciclo otoño-invierno y en el periodo primavera-verano: maíz, frijol, cebada y avena para forraje y algunas melgas de hortalizas. Continuaron como cultivos perennes los frutales de clima templado: manzano, perón, durazno, ciruelo y peral.

A través de las estadísticas censales, de 1930 a 2007 (cuadro 1) se observa la dinámica de cultivos y las implicaciones de las prácticas agrícolas con el desmonte de más de 34 mil hectáreas, aunque no todas se siembran.

En la década de los cincuenta, Arteaga fue reconocida como región triguera (Hernández 1982). Sin embargo, desde entonces la extensión de siembra de trigo fue en descenso hasta desaparecer debido a años consecutivos de sequía y la enfermedad del chahuixtle en la época de lluvias. Se incrementó el uso de tractores a combustión para el barbecho, las trilladoras y espigadoras mecánicas, los fertilizantes e insecticidas, con lo cual se extendió la tecnología de producción agroindustrial (Toledo 1998) basada en el consumo de los combustibles fósiles y los agroquímicos no amigables con el ambiente y la salud humana.

El maíz tuvo incrementos constantes en el siglo XX y descensos en el actual siglo. Fue el cultivo básico producido por el campesinado en

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Dinámica de cosecha de cultivos (ha) entre 1930 y 2007.

Cultivo	1930	1950	1970	1990	2007
Anuales:	**8 100**	**7 744**	**10 311**	**13 999**	**13 017**
Trigo	7 041	2 427	3 481	98	0
Maíz	928	5 221	6 827	12 646	9 677
Frijol	37	82	2	186	183
Hortalizas	94	14	1	1 069	3 157
Tabaco	3	42	0	0	0
Algodón	0	0	34	0	0
Perennes (frutales):	**28**	**653**	**3 194**	**9 015**	**5 846**
Manzano	16	587	3 063	8 714	4 070
Otros frutales	12	66	131	301	1 776
Forrajeros	41	257	217	2 486	3 199

Fuente: elaboración propia con datos de DGE 1937, 1955, 1975; CADRA-SARH 1990, INEGI 2007.

condiciones de temporal y, por lo tanto, año tras año fluctuó su rendimiento, lo que dependió de la cantidad de lluvias o las heladas imprevistas; pasó de 500 kg a 3 t/ha. De nueva cuenta se incrementó el empleo del tractor para el barbecho y de los fertilizantes e insecticidas químicos. Desapareció la siembra de algunos cultivos, como el tabaco y el algodón, con los que se experimentó en algunos años, pero sus rendimientos no fueron competitivos.

En los frutales de clima templado se observó un proceso de expansión constante desde 1930 hasta 1980 en cuanto a superficie, con muy marcada especialización en el manzano, de mayor valor respecto a otros productos (cuadro 1). A partir de la década de los sesenta se incrementó el uso de fertilizante y de insecticida para el combate de la palomilla y, en ocasiones, se implementaron prácticas para disuadir a los osos (*Ursus americanus)*, venados (*Odocoileus virginianus*) y aves que eran atraídos por las manzanas.

En 1991 se obtuvo una cosecha récord con más de 60 mil toneladas, pero se experimentó un fuerte descenso en la producción en años posteriores, al desmontarse muchas hectáreas que producían bajo condiciones de temporal. También afectaron la producción los inviernos más benignos y las fluctuaciones en los precios por el incremento de la importación de manzana de los Estados Unidos a raíz del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

La escasez de agua en la década de los noventa y los subsidios gubernamentales propiciaron que se extendieran los sistemas de riego por microaspersión o goteo, para racionalizar el uso del líquido, pero no continuó con otros avances hacia un modelo sustentable, como serían la implementación de control biológico, fitoinsecticidas, fitofunguicidas y abonos naturales.

Algunas variedades de hortalizas, especialmente la papa y cultivos forrajeros, hicieron su aparición desde la década de los ochenta y se incrementaron a principios de los noventa. Estuvieron destinadas principalmente al mercado nacional, aunque se exportaron pequeños volúmenes a Estados Unidos. Además, hacia 2007, existían 15 viveros para cultivar hortalizas en una superficie de 36 ha (INEGI 2007), con tendencia a incrementarse para optimizar el uso del agua y la protección frente a los eventos climáticos.

El *Censo agrícola, ganadero y forestal* (INEGI 2007) registró en el municipio de Arteaga

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

3 599 unidades de producción en una superficie de 104 525 ha, de las cuales 22 479 ha son tierras de propiedad ejidal y 81 988 ha corresponden a propiedad privada. Sin embargo, no todas las unidades estaban con producción, pues se censaron con actividad agropecuaria y forestal 2 472 unidades, que equivalen a una superficie total de 68 577 hectáreas.

La actividad agrícola se ha restringido por la disminución en las precipitaciones, al no encontrar mantos freáticos accesibles y por el alto costo de la electricidad para bombear pozos de agua de más de 200 m de profundidad, así como por la veda en la zona de la sierra de Zapalinamé. Además los agricultores no adquieren créditos cuando hay incertidumbre en lograr la cosecha. Por lo tanto existe actualmente una cantidad importante de tierras sin actividad productiva disponibles para restaurar y reforestar.

Turismo

A partir de las últimas décadas del siglo xx, los citadinos saltillenses y regiomontanos comenzaron a valorar los bosques de una forma distinta, ya no para su explotación como fuente de recursos maderables, sino para ser preservados por su valor paisajístico y de recreación. Esta práctica causa cierta perturbación ambiental, al talar los árboles donde se construyen casas y caminos de acceso, demandar servicios como agua y electricidad, generar basura y trasladar valores urbanos.

Asimismo se incrementó el número de fraccionamientos campestres y hoteles en tierras privadas, así como la compra con este objetivo de tierras ejidales que pasaron a dominio pleno, al aplicar la Ley Agraria (Congreso de la Unión 1992), mediante la cual los ejidatarios y comuneros pueden obtener un título de propiedad privada y vender sus tierras a terceros (Escalante 2001).

En este sentido, 3 718 ha pasaron a dominio pleno (ran 2005) y 2 095 ha que pertenecían al ejido Arteaga (ran 2005) fueron vendidas para su urbanización, al crecer la población de la cabecera municipal; el resto corresponde a siete ejidos serranos que redestinaron tierras de uso común con bosques, a parcelas y posteriormente a dominio pleno, para finalmente venderlas a inversionistas que construyen fraccionamientos campestres, la mayor parte de ellos originarios de Monterrey y Saltillo (Molina 2006).

La actividad turística es la nueva tendencia y ejemplo de la multifuncionalidad de las áreas rurales. Los fraccionamientos campestres de distintas categorías comenzaron en las propiedades privadas durante la década de los setenta (Valdés 1998) y posteriormente se extendieron a las tierras ejidales, que se vendieron en forma ilegal y a menor precio, antes de que la Ley Agraria lo autorizara.

Con la legalización subió el precio de la tierra, aunque la primera transacción de venta está exenta de pagar impuestos. Además se incrementó la venta de solares en los asentamientos humanos de los ejidos y localidades más pobladas, así como la venta de porciones de las parcelas sobre los caminos para la construcción de casas de fin de semana (Hernández 2008).

Tres ejidos redestinaron una parte del bosque a paraderos turísticos que actualmente rentan a visitantes en Huachichil, San Antonio y Rancho Nuevo, éste último financiado por el gobierno del estado. En Los Lirios se construyeron locales comerciales para la venta de artesanías, manualidades y productos típicos. El único paradero bien organizado es el módulo de Protección de la Fauna Mexicana A.C. (profauna), en el ejido Chapultepec, que otorga capacitación tanto a los lugareños como a visitantes. Este ejido se encuentra en el área natural protegida de la sierra de Zapalinamé (profauna 2014).

Además creció la ocupación de la población en el sector terciario, fundamentalmente el pe-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

queño comercio y los negocios de hospedaje de distintas categorías, así como los establecimientos para la preparación y venta de alimentos en las pequeñas poblaciones sobre los caminos destinados al turismo, la mayoría de los cuales pertenecen al comercio informal, además de pequeños negocios de mujeres que, para incrementar el ingreso familiar, preparan comida típica, conservas de fruta, licor de manzana y membrillo. También algunos pequeños productores venden fruta de la estación en puestos improvisados a un costado del camino (Favret 2006).

La actividad turística demandó una mayor inversión gubernamental para mejorar los caminos más transitados. Asimismo los pobladores solicitaron mejores servicios públicos y la pavimentación de las principales calles en las comunidades serranas, por el visible aumento de la actividad comercial y la mayor frecuencia del transporte público.

Los turistas, de distintos niveles de ingreso, ocuparon toda la gama de alojamientos, desde los del campismo y las cabañas en renta de distintas categorías en más de 20 fraccionamientos campestres, hasta un hotel con pista de esquí y campo de golf. Por otra parte, el elevado número de paseantes se debe al retorno de los migrantes para visitar a sus parientes, además que las familias de los empresarios agrícolas tienen por costumbre pasar la temporada de Semana Santa en la sierra y, en menor cantidad, las vacaciones de verano y los fines de semana (STEC 2006).

Esta valorización del territorio como recurso turístico con base en el paisaje, motivó la creación de un área especializada del Ayuntamiento, la cual comenzó con el diagnóstico de la situación y la promoción para crear nuevos paraderos turísticos que ayudaran a ordenar a los visitantes y a controlar la basura y las fogatas, que están prohibidas para evitar incendios (Molina 2006). Además esta área también reglamentó los fraccionamientos campestres.

Conclusión

Los ecosistemas de la sierra de Arteaga han sido transformados a lo largo de la historia. Esto se ha debido a las formas de apropiación de los recursos naturales y servicios ambientales que realizaron los grupos productivos rurales que habitaron la región que, además, aplicaron los modelos tecnológicos dominantes en cada época, con la tala de los árboles del bosque, la ganadería que modificó los pastizales y la agricultura que eliminó la cubierta vegetal e introdujo las plantas alimenticias que mejor se adaptaron para el consumo o el mercado. Asimismo a través de los años aumentó la afluencia de turistas citadinos.

En las últimas décadas del siglo XX se tomaron medidas para evitar la disminución del área boscosa; se prohibió talar árboles y realizar fogatas, y fue hasta el presente siglo cuando se realizó una propuesta integral para la conservación de la sierra de Arteaga: la Dirección de Ecología del Estado de Coahuila presentó un estudio para la conservación de la sierra como área natural protegida (DEE 2002).

Lamentablemente esta propuesta no prosperó por la oposición de los productores, como sucede en otros lugares de México; los empresarios agrícolas demandaron al gobernador para que desistiera de este propósito porque restringiría la tierra de labor a 18 256 ha y el uso de agroquímicos. Es así que en el 2002 se publicó en el DOF el Aviso de Decreto del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Arteaga (SEMARNAT 2002), el cual aún se encuentra en un proceso de consulta. En consecuencia, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) la considera una región prioritaria para la conservación (RPC), que son áreas sin decreto, pero que esta institución atiende por su importancia para la biodiversidad y su grado de conservación.

Por ello es necesario avanzar en el ordenamiento territorial para cada actividad y su regla-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

mentación. En las tres últimas décadas se dejó de cultivar una cantidad importante de hectáreas que podrían ser restauradas o reforestadas; también es necesario continuar con una intensa labor de concientización, tanto de los productores y trabajadores agrícolas sobre el cuidado ambiental y las buenas prácticas productivas a favor de un modelo sustentable, como de los usuarios de los recursos naturales y servicios ambientales, como en el caso de las campañas de información a los turistas que se realizan durante la Semana Santa.

Lo global incide sobre lo local y viceversa. El conocimiento adquirido por la especie humana en relación con la naturaleza puede cambiar la inercia destructiva si los habitantes de la sierra de Arteaga deciden restaurar y conservar su ecosistema.

Referencias

Adams, D. 1991. *Las colonias tlaxcaltecas de Coahuila y Nuevo León en la Nueva España*. Archivo Municipal de Saltillo (AMS), Coahuila.

AGEC. Archivo General del Estado. 1840. Fondo siglo XIX, caja 4, foja 5, expediente 10, 24 fojas. Escrito el 29 de abril de 1840.

——. 1853. Fondo siglo XIX, caja 4, foja 5, expediente 10, 24 fojas. Escrito el 23 de junio de 1853.

——. 1854. Fondo siglo XIX, caja 4, foja 5, expediente 10, 24 fojas. Escrito el 9 de marzo y 21 de julio de 1854.

——. 1877. Fondo siglo XIX, caja 7, foja 7, expediente 10, 8 fojas. Escrito el 17 de agosto de1877.

——. 1930. Informe presentado ante la Comisión Nacional Agraria. Escrito el 25 de diciembre de 1930.

Álvarez, E. 2008. *Las plantas útiles del Área Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México*. Tesis de ingeniería en agrobiología. UAAAN, Coahuila.

AMA. Archivo Municipal de Arteaga. 1861. Caja Presidencia Municipal. Escrito el 1 de abril de 1861.

——. 1931. Caja Presidencia Municipal. Escrito el 1 de julio y 31 de diciembre de 1931.

——. 1933. Caja Presidencia Municipal, septiembre-octubre de1933.

——. 1955. Caja Presidencia Municipal. Escrito el 7 de marzo de 1955.

——. 1962. Caja Presidencia Municipal. Escrito el 5 de junio de 1962.

AMS. Archivo Municipal de Saltillo. 1897. Jefatura política, caja 7, expediente 7, 41 fojas, circular número 188.

CADRA-SARH. Centro Agrícola y de Desarrollo Rural de Arteaga-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1990. Datos estadísticos. Coahuila (inédito).

Congreso de la Unión. 1992. Ley Agraria. Última reforma publicada el 9 de abril de 2012.

Cornejo, E. 1987. *Aspectos ecológicos y dasonómicos del bosque Pseudotsuga-Pinus-Abies en la Sierra de La Marta, Arteaga, Coahuila*. Tesis de ingeniería en agronomía. UAAAN, Coahuila.

DEE. Dirección de Ecología del Estado. 2002. Documento de Decreto de la Sierra de Arteaga como Área Natural Protegida. Coahuila (inédito).

DGE. Dirección General de Estadística. 1937. Primer Censo Agrícola-Ganadero 1930. Coahuila, México.

——. 1955. Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal 1950. Coahuila, México.

——. 1975. V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal 1970. Coahuila, México.

Duby, G. 1999. *Guerreros y campesinos. Desarrollo inicial de la economía europea (500-1200)*. Siglo XXI, México.

Encina-Domínguez, J.A. 2017. Especialista en Vegetación de Coahuila; Doctor en Ecología por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Comunicación personal.

Escalante, R. 2001. *Mercado de tierras en México*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, Chile.

Favret, R. 2006. Globalización, cambio ocupacional y valoración territorial del municipio rural. En: *Memorias del VII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología Rural ALARSU GT 22*. ALASRU, Quito, Ecuador.

Hernández, E. 1982. Las zonas agrícolas de México. *Geografía Agrícola* 3:152-163.

Hernández, R. 2008. Presidente del comisariado del ejido Los Lirios. Comunicación personal, abril.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1988. Cuaderno de información básica para la planeación municipal de Arteaga, Coahuila. INEGI-Delegación Coahuila, Coahuila.

——. 2007. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, 2007. En: <*http://www.inegi.gob.mx*>, última consulta: 23 de abril de 2014.

Molina, G. 2006. Director de turismo del municipio de Arteaga. Comunicación personal, marzo.

Ortega, S. 2008. *Reconstrucción histórica del uso del bosque en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila*. Tesis de ingeniería forestal. UAAAN, Coahuila.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Pérez, S. 1995. *Inventario de las plantas medicinales usadas en la ciudad de Saltillo, Coah*. Tesis de licenciatura en biología. Instituto de Ciencia y Cultura, A.C., incorporada a la UAAAN, Coahuila.

Portillo, E. 1897. *Catecismo geográfico, político e histórico del estado de Coahuila de Zaragoza*. Tipografía del Gobierno en Palacio, Coahuila.

PROFAUNA. Protección de la Fauna Mexicana A.C. 2014. En: <*http://www.profauna.org.mx*>, última consulta: 22 de septiembre de 2014.

RAN. Registro Agrario Nacional. 2005. Programa Histórico de Investigación de Núcleos Agrarios. En: <*http://www.ran.gob.mx*>, última consulta: 18 de noviembre de 2005.

Sánchez Salas, J.A. y L.M. Torres Espinoza 2004. Manejo del Descortezador *D. pseudotusugae* Hopkins en los bosques de Coahuila. INIFAP, folleto técnico Núm. 15.

SG. Secretaría de Gobernación. 1927. Resolución presidencial de la dotación del ejido Jamé. Publicada el 6 de agosto de 1927 en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

STEC. Secretaría de Turismo del Estado de Coahuila. 2006. Departamento de Información. Comunicación personal, marzo.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Aviso por el que se informa al público en general que están a su disposición los estudios realizados para justificar la expedición del decreto por el que se pretende establecer el área natural protegida con el carácter de área de protección de flora y fauna, la zona conocida como Sierra de Arteaga, con una superficie de 120,428-5-4 hectáreas, localizada en los municipios de Arteaga y Ramos Arizpe, en el Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicado el 27 de noviembre de 2002 en el DOF.

Toledo, V. 1998. Estudiar lo rural desde una perspectiva interdisciplinaria: el enfoque ecológico-sociológico. En: *Globalización, crisis y desarrollo rural en América Latina. Memoria de sesiones plenarias*. ALASRU-UACH, México.

Velasco, A. 1897. *Geografía y estadística del Estado de Coahuila de Zaragoza,* Tomo XIX. Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México.

Valdés, C. 1995. *Historia de los indígenas de México. La gente del mezquite*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Atropología Social (CIESAS), México.

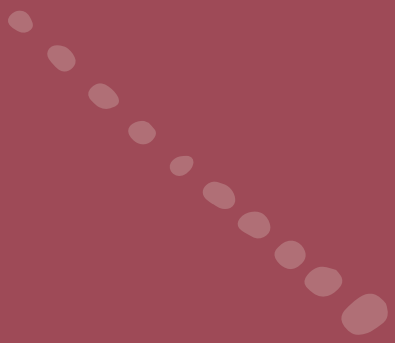
Valdés, E. 1998. Presidente municipal de Arteaga. Comunicación personal, noviembre.

Valdés, J. 1966. *Monografía del municipio de Arteaga, Coahuila (1866-1966)*. Talleres del Estado de Coahuila de Zaragoza, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



SECCIÓN II. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Federico Ricardo Muller Rodríguez

A continuación se presenta un diagnóstico socioeconómico de Coahuila. En él se analizaron tres aspectos que contribuyen a explicar el comportamiento de la economía coahuilense durante los últimos años: la dinámica demográfica, el desarrollo urbano y el comportamiento de la producción y el empleo.

A partir del desempeño de los factores socioeconómicos señalados, se revisaron sus implicaciones en la calidad de vida y el bienestar de los habitantes de la entidad, evaluadas mediante el índice de desarrollo humano (IDH) y el índice de marginación (IM).

Se muestran los principales indicadores demográficos, como población, distribución por edades y concentración demográfica por región. Se hizo un análisis sobre la infraestructura y los servicios urbanos disponibles en el estado, desde la cobertura en viviendas y la problemática que presumiblemente enfrentará en el futuro inmediato, no obstante que, según los datos que presenta el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el suministro de servicios primarios tiene una cobertura satisfactoria. Además, se hace un señalamiento sobre el desabasto del agua potable como un factor a resolver, dadas las características semidesérticas del territorio.

En relación al desarrollo urbano se menciona la conveniencia de acceder a fuentes menos contaminantes para la producción de energía eléctrica, en comparación con el uso de hidrocarburos para su generación.

Como parte del crecimiento económico, se señalan los cambios más importantes que ha tenido la estructura productiva de la entidad, a partir de la modificación del modelo económico nacional que implicó una mayor orientación al sector externo.

Se destaca la creciente presencia de empresas de autopartes y ensambladoras de automóviles que aprovecharon las ventajas de localización para exportar hacia el mercado estadounidense.

Aunque la recomposición en la estructura productiva debilitó la dinámica de crecimiento de actividades tradicionales, como la agricultura y ganadería, el progreso industrial también propició condiciones para el desarrollo de sectores relacionados con la vida urbana, como el comercio y los servicios.

Finalmente, se hizo una revisión de los niveles de desarrollo humano que ha tenido la enti-

Muller Rodríguez, F. 2017. Resumen ejecutivo. Contexto socioeconómico. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 137-138.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

dad; se encontraron resultados aceptables en relación a otros estados de la república y a la media nacional, tanto en lo referente al IDH, como en el IM que se presenta en los 38 municipios del estado.

Estos datos colocan a Coahuila como una entidad con un desarrollo socioeconómico bueno que, en los últimos años, ha incrementado el nivel de los indicadores que permiten garantizar la calidad de vida de sus habitantes.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Perspectiva histórica del aprovechamiento de los recursos naturales del valle de Saltillo (siglos XVI al XX)

Carlos Manuel Valdés Dávila y Ernesto Alfonso Terry Carrillo

Introducción

Existe una relación intrínseca entre las culturas, la cual determina la apropiación de los recursos naturales. La radiografía actual sobre los ecosistemas se deriva de un cúmulo de decisiones sobre su uso, basadas principalmente en paradigmas tecnológicos que generan cambios en su conformación a través del tiempo.

El valle de Saltillo se encuentra en el Desierto Chihuahuense, mismo que albergó un oasis, como todavía lo es Parras y como lo fueron Viesca, San Pedro y Monclova. Se encuentra rodeado por un semidesierto con recursos bióticos; sus montañas con bosques de pinos, aunque muy deterioradas, acogen y filtran al valle la escasa agua de un régimen de lluvia pobre, pero que ha permanecido constante al menos en los últimos 100 años.

La cadena montañosa que constituye la Sierra Madre Oriental detiene las nubes y humedad que produce el Atlántico, atrae la lluvia y permite su filtración a los mantos freáticos. En el pasado esto dio lugar a aguajes, manantiales, lagunas y ciénagas, y hoy se ha traducido en pozos, cada año más profundos, de los que se extrae el líquido que permite la vida social.

Esta contribución recopila, a través de más de mil manuscritos históricos, los relatos y evidencias sobre el aprovechamiento de la diversidad biológica en el valle de Saltillo y expone algunas de las situaciones que determinaron las condiciones actuales. Se describen, de manera amplia, los hechos históricos posteriores a la Conquista, en donde se conjuntan cambios sociales, culturales y de diversidad.

Primeros pobladores

Durante millones de años la naturaleza configuró en esta área la orografía, los recursos bióticos y geológicos, así como los factores climáticos. Diversas culturas indígenas aprovecharon por milenios ese espléndido oasis; consumieron frutos (nueces, capulines, piñones, mezquites, dátiles) y cabuches de la biznaga; usaron la flora, como el maguey para producir aguamiel, pulque y quiote, y la lechuguilla, con cuya fibra tejieron redes, cobijas y petates.

Valdés, C.M. y E.A. Terry C. 2017. Perspectiva histórica del aprovechamiento de los recursos naturales del valle de Saltillo (siglos XVI al XX). En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 139-145.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Este aprovechamiento se puede ejemplificar con los tobosos y bobosarigames que habitaron durante siglos en el Bolsón de Mapimí o, también, con los carancahuas de la región del río Bravo. Su prolongada presencia no parece haber extirpado ninguna especie de flora y fauna regionales.

Posteriormente, se dio el arribo de nuevas formas de pensamiento, tanto provenientes del viejo mundo como de la región de Mesoamérica, ambos con costumbres específicas sobre el aprovechamiento de los recursos naturales y sus hábitats. Así, los representantes de tres culturas milenarias (aborígenes, europeos y mesoamericanos) utilizaron un mismo espacio a través de temporalidades extensas.

No existe constancia alguna de que los indígenas que aprovecharon el valle de Saltillo realizaron prácticas en la agricultura, pero fueron recolectores y cazadores muy diestros. Por la documentación, se sabe que el enorme valle era boscoso y que sostenía a varias sociedades indígenas de diferentes lenguas: la cuachichil al sureste y, quizá, la coahuileña hacia el norte y oriente, con incursiones temporales de pachos, zacatecos u otros desde el sudoeste.

A pesar de que el alimento abundaba durante una buena parte del año, los pobladores migraban en el invierno a otros lugares para buscar frutos y animales. Los que permanecían en el lugar enfrentaban un lapso de hambruna que podía alargarse hasta por dos meses. Para 1649, Alonso de León (1985) relata que "enflacaban, y en su apuro comían raíces, tubérculos, la corteza de algunos árboles y huesos molidos que mezclaban con alguna semilla".

Los vestigios encontrados en la región muestran que la población nativa era abundante. Habían encontrado los mecanismos para convivir con sociedades de distintas familias lingüísticas y para explotar los recursos de los diversos hábitats, entre ellos, los del desierto.

Se reporta que los nativos comían tunas durante varios meses, mientras duraba la temporada. Las consumían frescas, pero también las secaban por miles al sol y, al estar deshidratadas y sin peso, las cargaban en grandes redes. Posteriormente, las molían en morteros cavados en la roca viva y de la harina hacían tortas que horneaban entre brasas y cenizas. Esto también lo hacían con mezquites, cuyo producto era un pan muy sabroso (Arlegui 1737).

Época colonial

El arribo de los españoles tuvo lugar casi inmediatamente después del asalto y derrota de Tenochtitlan. Nuño Beltrán de Guzmán recorrió y asoló la región, al maltratar a los indios desde 1524. Ya para 1529, fray Juan de Zumárraga denunció la feroz esclavización de los nativos de la región para ser vendidos en Las Antillas, Honduras y Venezuela; en ese año contabilizó 10 mil (Tamayo 1992).

En la documentación encontrada se relata que los esclavistas de origen portugués –y luego los españoles que continuaron el negocio– consideraban que los indígenas eran parte de los recursos naturales que estaban a su disposición. Esta sería, sin duda, la primera ofensiva contra el hábitat, si se toma en cuenta esa calificación del indio como recurso (Chapa 1985, Cuello 1990, Valdés 2006, Valdés y Venegas 2010).

Tras la fundación formal de Santiago del Saltillo, el asentamiento de colonos cambió, hasta cierto punto, esa primeriza vocación. La anarquía que reinaba en la región propició que el virrey promoviese asentamientos de pobladores. Se creó, por tanto, la Villa del Saltillo como parte de la Nueva Vizcaya.

Los vizcaínos tendían al aprovechamiento de la tierra, ya que se habían trasladado con sus familias y criados. Una vez establecidos, vieron la necesidad de conservar a los indios nómadas como mano de obra para las tareas agrícolas y ganaderas. Así dio inicio la "encomienda" (institución

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

novohispana por la cual se atribuía a una persona autoridad sobre un grupo de indios) en el área.

Ante el fracaso de la colonización en todo el centro-norte y noreste de la Nueva España, el virrey Luis de Velasco propuso enviar familias tlaxcaltecas para que poblaran y enseñaran a los nómadas las técnicas agrícolas y los acercaran a la religión y lengua. Francisco de Urdiñola –alcalde de Saltillo y gobernador de la Nueva Vizcaya– luchó para que algunos se asentaran en Saltillo y convenció, sin mucha dificultad, a los españoles que habían sido mercedados para que aceptaran ceder parte de sus propiedades.

Los tlaxcaltecas que aceptaron fundar el pueblo de indios, junto a Saltillo, eran oriundos de Tizatlán, uno de los cuatro *altépetls* o señoríos de Tlaxcala. Llegaron en septiembre de 1591 y se les cedió parte del agua y algunas tierras. Desde Saltillo se enviaron varias carretas en las que los migrantes transportaron almácigos de flores y macetas con frutales; acarrearon magueyes de su tierra porque acostumbraban beber aguamiel y producían pulque. Por su parte, el virrey les entregó maíz, frijol, borregos, caballos, bueyes y aperos de labranza.

Casi enseguida iniciaron labores para abrir tierras al cultivo. Urdiñola los presionó para que, de acuerdo a las indicaciones del virrey, aceptaran tener en el pueblo –que nombraron San Esteban, su santo patrono– a dos grupos indígenas de la región: los cuachichiles y los rayados. Estos pronto aprendieron a hablar náhuatl, lengua que los tlaxcaltecas conservarían por varios siglos.

Cabe señalar que estos indígenas que llegaron al valle de Saltillo, pertenecían a la tercera generación de cristianos aliados a sus conquistadores. Aun cuando las diferencias entre españoles y tlaxcaltecas eran enormes, ambas culturas tenían similitud en cuestiones específicas, como su organización social y económica, religión y clara diferenciación respecto a los nómadas.

Poco después de la fundación ya se realizaba la minería y la crianza de caballos y mulas. Se introdujo la cría de borregos porque los indios hilaban telas y frazadas. La transformación del valle inició: se desbrozó el terreno para introducir el arado, barbechar y sembrar; el suelo fértil quedó a merced de la lluvia; se introdujo ganado ovino, caprino, bovino y caballar. Con ese solo hecho se propició la destrucción de los pastos, lo que impidió el crecimiento de los renuevos de los árboles (las cabras los arrancaban y los caballos los pisaban). En los primeros años tuvo lugar una competencia desigual entre los mamíferos y la flora (Valdés 2013).

Por su parte, la comunidad tlaxcalteca, de tradición campesina por siglos, llegó a instaurar sus melgas, a conducir las acequias para irrigar sus predios y también a abrir tierras al cultivo, lo que implicaba talar los árboles y quemar los arbustos y malezas. También introdujeron borregos porque ya habían adoptado el telar europeo y, desde el inicio, empezaron a fabricar lo que con el tiempo se conocería como el sarape de Saltillo.

Las comunidades de la villa y el pueblo, políticamente independientes entre sí (Saltillo dependía de la gubernatura de la Nueva Vizcaya, mientras que San Esteban del virrey; la villa tenía alcalde y el pueblo, gobernador), pronto dejaron la idílica relación que hubo al inicio y empezaron a competir por el poder y los recursos naturales.

Lo que los mantuvo unidos fueron los constantes ataques de los indios o los robos de sus animales, pues se unían para combatirlos o perseguirlos. Era evidente que la lógica de la propiedad no encajaba en los cazadores-recolectores, quienes consideraban que un animal que andaba en el monte era una pieza para cazar y comer, además de que le tomaron el gusto a la carne de mula y res.

Para el año 1603, Saltillo recibió por primera vez la visita del obispo Alonso de la Mota y Escobar, cuya sede estaba en Guadalajara. Él escribió un diario sobre su larguísimo recorrido, en el

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

que narra lo que vio, escuchó y experimentó en su camino por el desierto. Relata que encontró "grandes manadas de yeguas cimarronas mostrencas sin dueño que se han criado y multiplicado de algunas mansas que se han huido de las estancias comarcanas, y nadie las toma ni quiere por la gran dificultad que hay de encerrarlas en tan difusos llanos y ser ellas ligerísimas" (De la Mota y Escobar 1966).

Con base en este relato, existe la posibilidad de que los caballos hubiesen llegado al norte antes que los españoles. Quizá a causa de la Guerra del Mixtón y luego de los ataques de los chichimecos a los viajeros, los caballos huyeron y crearon manadas salvajes.

El obispo también señala la abundancia de berrendos, y menciona que en el valle de Saltillo hay ciervos a los que se les llama cornicabras. Éstos presentan una anomalía: en su estómago forman un cálculo que los españoles llamaron "piedras bezares" (también bezoares) a las que atribuían cualidades mágicas, de ahí que las buscaran con empeño. Por eso "los indios chichimecos andan continuamente a caza de ellos, y las piedras que hallan las rescatan los españoles por frazadas, cuchillos, sombreros y otras baratijas".

El obispo añade que los indios eran tan inteligentes que las fabricaban "haciéndolas de cierto género de tierra con su betún que engañan al más diestro en conocerlas". En los primeros años de la Conquista, un bezoar novohispano podía llegar a costar 200 escudos, especialmente si provenía de ciervo o berrendo, que eran los más apreciados.

De manera que apenas iniciados los asentamientos, los españoles –se incluyen a los tlaxcaltecas porque llegaron como parte del imperio– tuvieron manadas de equinos, cazaron ciervos y berrendos, abatieron bosques, introdujeron especies animales y vegetales que compitieron con las nativas y, aun sin proponérselo, expulsaron a los indígenas y a animales comestibles: pecaríes, venados, osos, guajolotes y otros más.

Los tlaxcaltecas trajeron sus prácticas ancestrales y sus gustos. Traían semillas de calabaza, de tomate y jitomate, ajo y cebolla, y algunas variedades de frijol, de camote y, por supuesto, chayotes y chiles de varios tipos. También aportaron hijuelos de sus magueyes, que son mucho más grandes y producen más aguamiel que los locales. Pero los que llegaron a Saltillo representaban la tercera generación de los que fueron conquistados por Hernán Cortés, así que ya se habían adaptado a las frutas, verduras y animales domésticos europeos.

De ahí que trasportaron membrillos, duraznos, manzanos, perales y chabacanos, entre sus frutales, además de repollos, cebollas y trigo. También aportaron guajolotes domésticos americanos, así como patos y gallinas españolas. "Son famosos sus huertos de perones, membrillos, peras y manzanas, pero más fama tiene la preparación que de esas frutas hacen gala. Los tlaxcaltecas han establecido obrajes para cardar y tejer lana de borrego, están edificando molinos de trigo, por lo cual en corto plazo veremos que el comercio crecerá para beneplácito de los lugareños" (Alessio Robles 2000).

La explosión demográfica creó tensiones entre las dos comunidades y estalló en el campo más evidente: la lucha por el espacio y, sobre todo, por el agua. Si antes el agua era abundante, y bastaba para que todos pudieran usarla para regar sus huertos y sembradíos, ahora se había convertido en el elemento de la discordia.

Los conflictos fueron de tal magnitud que, a mediados de 1600, se retomaron las mercedes otorgadas por Urdiñola para que los tlaxcaltecas alegaran sus derechos en un conflicto con varios saltillenses. Incluso, en un documento Urdiñola ordena que no se les moleste en sus aguas y sementeras ni en sus bestias, por ser privilegiados por el virrey como conquistadores (Valdés y Dávila 1999).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Otro incidente muestra que los recursos del valle empezaban a escasear cuando el asentamiento apenas contaba con un siglo de vida. En 1676 el procurador general notificó al pueblo indio de San Esteban, que se multaría a sus naturales con la pérdida de sus bestias, bueyes, hachas y aparejos, si se les sorprendía al extraer leña del monte que correspondía a la Villa del Saltillo, pues cada día debían ir más lejos para obtener ese recurso, lo cual es muestra que en la parte tlaxcalteca ya habían acabado con los árboles (Valdés 1995).

Por otro lado, los tlaxcaltecas se mostraban molestos ante las medidas tomadas por las autoridades de la Villa de Saltillo y reclamaron el derecho de uso de los recursos que les mercedó Urdiñola.

Los agostaderos también fueron un motivo de conflicto entre españoles y tlaxcaltecas; éstos últimos se quejaban con las autoridades por considerar injustas las multas de las cuales eran objeto por dejar pastar a sus animales en la parte correspondiente a la villa española.

Aunque hubo diferencias entre las culturas en el aprovechamiento de los recursos naturales, no se encontró indicios de que hubiera existido un contraste importante entre la época colonial y la independiente.

Época pre y post independiente

Hasta hace un par de siglos, el paisaje dominante era el de un valle boscoso, irrigado por 665 manantiales. Todavía en 1777 se contaba con alrededor de 200 lagunillas o ciénagas, además de manantiales. A partir de la segunda mitad del siglo xix hubo una evidente ruptura que influyó tanto en la destrucción del medio como en la lucha contra los estereotipos del atraso: se aniquiló a los indios nómadas, se vedó el cabildo tlaxcalteca, se prohibió la lengua náhuatl y, sobre todo, entre 1840 y 1895, se acabó con varias especies de flora y fauna (Valdés 2013).

El alcalde de Saltillo pidió y obtuvo un recuento de los animales y plantas silvestres que estaban en peligro de extinción en 1895. Apareció ahí el águila real, el oso negro, el guajolote, la chachalaca y la guacamaya; y entre la flora declaró desaparecido el ébano negro (ams 1885, 1888, 1889).

Otro manuscrito curioso es donde un alcalde declaró, en 1885, la creación del Día del Árbol, con la idea de reforestar el valle, y entregó un arbolito a cada niño para que lo sembrase. Otro presidente municipal volvió a proponer el Día del Árbol en 1889 (ams 1889).

En los siglos xix y xx se presentaron eventos relevantes que, por una o más décadas, marcaron tendencias y cambiaron de manera sustancial la conformación de los recursos naturales. Entre estos se encuentra la instalación de las cuatro primeras fábricas de hilados y tejidos, las cuales consumieron una cantidad de leña importante, pues quemaban una tonelada métrica diaria (Valdés *et al*. 2013).

La llegada del ferrocarril acabó con los encinares: se talaron 100 mil para colocarlos como durmientes en 1895 (Valdés 2013). Además, las carboneras proliferaron. Otros aspectos que pueden considerarse estructurales son el cambio del uso del suelo, la pérdida de la capa de tierra fértil, la extinción definitiva de algunas especies de mamíferos, aves y peces, además de la introducción de borregos y cabras.

En lo que respecta al siglo xx hay menos información disponible, sobre todo después de 1930; no obstante, se cuenta con el registro de la primera fotografía aérea de Saltillo, hecha en 1946, la cual mostraba una ciudad desértica con muchas de sus calles sin un solo árbol.

Por otra parte, resulta difícil atribuir a causas ambientales el detrimento en la riqueza natural, como son los cambios climáticos: grandes ventiscas o ciclones nunca antes experimentados; sequías rigurosas, seguidas por precipitaciones colosales; heladas que destruían las cosechas y ardientes ve-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ranos que impedían las siembras; además, lluvias torrenciales que arrastraron casas y cosechas; granizos tan grandes que mataron conejos, coyotes, cabras y asnos; incendios recurrentes del bosque de coníferas o inviernos inclementes.

Aunque no se abordan de manera más amplia los elementos sociales en el último siglo, resulta difícil imponer a la naturaleza los resultados que parecen derivar aún más de patrones de consumo y estereotipos de desarrollo.

Conclusión

Una visión a corto plazo, que parte de la propia existencia fugaz, no permite ser consciente del deterioro que propiciaban los referidos factores a su hábitat. Esto sin duda ha abierto caminos amplios a procesos irreversibles de los ecosistemas que se agravan con procesos de desertificación. La forma de vida de los saltillenses implicó la destrucción del medio y la aniquilación de los indígenas. A pesar de ello, el valle y la sierra de Zapalinamé se recuperan poco a poco.

Se han sembrado cientos de miles de árboles. En 2008 se reintrodujeron 20 guajolotes silvestres y ahora los hay por centenas (Valdés 2013). Se hace un enorme esfuerzo por reconquistar el espacio para la flora y la fauna (hay más osos y guacamayas), sin que esto desplace al ser humano. Desde la llegada de los españoles y la inclusión de los tlaxcaltecas, se propició lentamente la destrucción de los recursos naturales.

En 250 años del virreinato Saltillo perdió demasiado; en el siglo XIX el capitalismo aceleró y magnificó la pérdida, como ocurrió en las experiencias de las fábricas de hilados y tejidos y del ferrocarril. Se han emprendido diversas acciones para revertir esta situación. Desde alrededor de 1960 se inició una reforestación que todavía continúa. Además, se consiguieron varios decretos de protección y se trabajó por proteger a la fauna.

De esta forma, comienzan a observarse algunos signos de recuperación: de la probable extinción de la guacamaya en 1888, ahora existen aproximadamente 2 500 o 3 000 parejas en la sierra de Zapalinamé (véase Monitoreo de las poblaciones de aves de la ZSCE Sierra Zapalinamé, y Reintroducción del guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo intermedia*) en la sierra de Zapalinamé, en esta misma obra) y hay al menos 80 osos negros, además de venados, pumas, gatos de monte y coyotes (Valdés 2013). En algo se avanza.

Referencias

Alessio Robles, V. 2000. *Saltillo en la historia y la leyenda (1934)*. Instituto Municipal de Cultura de Saltillo (IMCS), México.

AMS. Archivo Municipal de Saltillo. 1885. Presidencia Municipal de Saltillo. Caja 138.

——. 1888. Presidencia Municipal de Saltillo. Caja 138.

——. 1889. Presidencia Municipal de Saltillo. Caja 138.

Arlegui, J. 1737. *Crónica de la Provincia de N.S.P.S. Francisco de Zacatecas*. Joseph Bernardo de Hogal, México.

Cuello, J. 1990. La persistencia de la esclavitud india y la encomienda en el noreste de México en la época colonial, 1577-1723. En: *El norte, el noreste y Saltillo en la historia colonial de México*. J. Cuello (ed.). AMS, México, pp. 91-121.

Chapa, J.B. 1985. Historia del Nuevo Reino de León de 1650 a 1690. En: *Historia de Nuevo León con noticias sobre Coahuila, Tamaulipas, Texas y Nuevo México*. I. Cavazos Garza (ed.). Ayuntamiento de Monterrey, Nuevo León, pp. 121-226.

De León, A. 1985. Relación y discursos del descubrimiento, población y pacificación de este Nuevo Reino de León; temperamento y calidad de la tierra. En: *Historia de Nuevo León con noticias sobre Coahuila, Tamaulipas, Texas y Nuevo México*. I. Cavazos Garza (ed.). Ayuntamiento de Monterrey, Nuevo León.

De la Mota y Escobar, A. 1966. *Descripción geográfica de los Reynos de Nueva Galicia, Nueva Vizcaya y Nuevo León*. Instituto Jalisciense de Antropología e Historia, Guadalajara.

Tamayo, M.F. 1992. *Nuño de Guzmán*. Editorial Siglo XXI. México.

Valdés, C.M. 1995. *Aux marges de l´empire: société et délincquance à Saltillo à l´époque coloniale*. Presses Universitarires de Perpignan, Francia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

——. 2006. Umbrales del Noreste mexicano actual. En: *El Noreste: Reflexiones*. I. Ortega Ridaura (ed.). Fondo Editorial de Nuevo León, Monterrey, pp. 21-31.

——. 2013. Dos visitas pastorales al Nuevo Reino de León y Nueva Extremadura de Coahuila. Una reconsideración de las misiones franciscanas y el ambiente que las rodeaba en el siglo xvii. En: *Derecho, política y sociedad en Nueva España a la luz del Tercer Concilio Provincial Mexicano (1585)*. A. Lira González, A. Carrillo Cázares y C. Ferreira Ascencio (eds.). El Colegio de Michoacán (colmich)/El Colegio de México (colmex), México, pp. 305-333.

Valdés, C.M. e I. Dávila. 1999. *Los tlaxcaltecas en Coahuila*. El Colegio de San Luis (colsan), México.

Valdés, C.M., E.A. Terry, A.A. Villarreal y D.A. Niño. 2013. *Historias de protección y depredación de los recursos naturales en el Valle de Saltillo y la Sierra de Zapalinamé*. Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila (sema)/Universidad Autónoma de Coahuila (uadec)/Protección de la Fauna Mexicana, A.C. (profauna)/Universidad Autónoma del Noreste (uane)/Biocampo/Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (uaaan), Coahuila.

Valdés, C.M. y H.M. Venegas Delgado. 2010. Esclavos indios del noreste mexicano vendidos en las Antillas y Nueva España. En: *Las regiones en Latinoamérica. Nuevos talleres internacionales de estudios regionales y locales*. H. Venegas Delgado, J. de J. Hernández López, A. Fábregas Puig *et al*. Universidad de Guadalajara (udeg), México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Población

Olivia Carmina Milchorena Montes

En este capítulo se presentan los principales indicadores demográficos, como población, distribución por edades y concentración demográfica por región.

En el 2010, según datos del del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Coahuila contaba con una población total de 2 748 391 habitantes, de los cuales 1 364 197 (49.6%) eran hombres y 1 384 194 (50.4%) mujeres. Esta relación porcentual se mantiene prácticamente en las últimas cuatro décadas.

Se estimó que para 2012 la población fuera de 2 854 334 personas, según cálculos del Consejo Nacional de Población (CONAPO), al considerar una tasa de crecimiento de 1.3%.

Para la década de los ochenta, el INEGI (2010) reportó una tasa media de crecimiento de la población en Coahuila de 2.4%. Mientras que en los noventa la variación fue 1.6%. Sin embargo, en la primera década del siglo XXI se observó un ligero repunte, al crecer en promedio 1.8% anual (figura 1).

En 2012, según el CONAPO (2015), la tasa bruta de natalidad (que mide los nacimientos por cada 1 000 habitantes en un año) se registró en 19 para Coahuila, en tanto que la tasa de mortalidad (defunciones por cada 1 000 habitantes en un año) fue de 5.2 y la tasa global de fecundidad (hijos nacidos vivos por mujer) fue de 2.3.

La esperanza de vida de los coahuilenses es de 74.9 años en promedio para la población total; se observa que para los hombres es de 72.5 años y para las mujeres de 77.5.

En relación a la densidad de población, Coahuila pasó de 15 hab/km^2 en el 2000, a 18 hab/km^2 en el 2010 (INEGI 2000, 2010). Es una de las concentraciones más bajas en el país, dado que la media nacional es de 57 hab/km^2.

Distribución de la población por edades

En 2010, la distribución de la población por edades en el estado reflejó que 38.5% de la población son niños, niñas y jóvenes de hasta 19 años. Otro 31.6% son adultos de entre 20 y 39 años de edad; para 20% de los habitantes su edad osciló entre los 40 y 59 años, y el restante 9.1% son mayores de 60 años (figura 2).

Milchorena Montes, O.C. 2017. Población. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 147-151.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

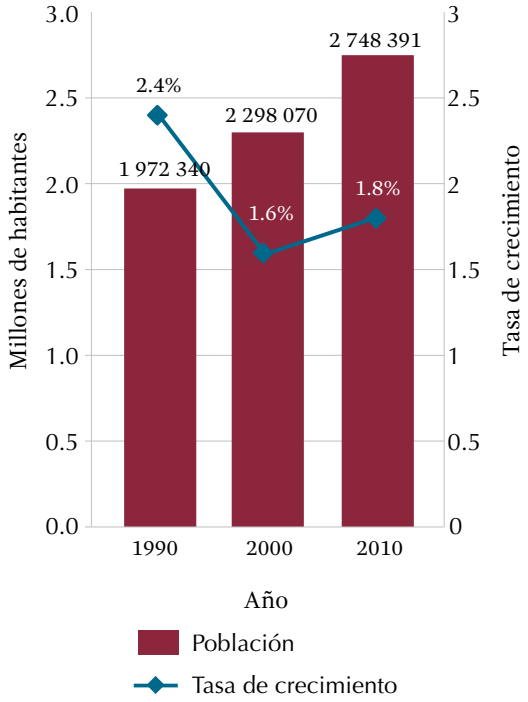


Figura 1. Población de Coahuila y tasas de crecimiento. Fuente: INEGI 2010.

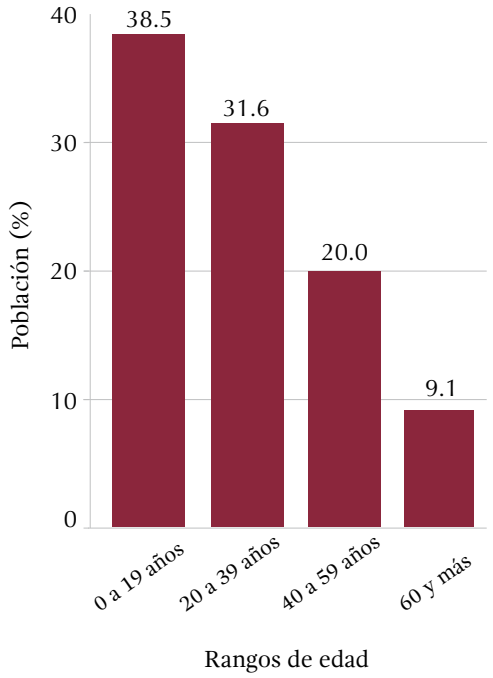


Figura 2. Población por edades. Fuente: INEGI 2010.

Población por municipios

Los municipios más poblados en Coahuila son: Saltillo, Torreón, Monclova, Piedras Negras, Acuña, Matamoros y San Pedro, que concentran 75.7% de la población. Además, hay otros cinco con población que varía entre 56 y 76 mil habitantes: Ramos Arizpe, Frontera, Múzquiz, Sabinas y Francisco I. Madero, los cuales suman 12.1% de la población total del estado. Estos municipios enlistados representan 87.8% de la población de la entidad (figura 3).

Coahuila se divide en cinco regiones sociopolíticas (figuras 4 y 5): 1) Frontera o Norte; 2) Carbonífera; 3) Centro-Desierto; 4) Laguna y 5) Sureste.

Las regiones Laguna y Sureste son las que presentan mayor número de habitantes con 34% y 32%, respectivamente. Cada una de las tres regiones restantes concentra menos de 15% (figura 4).

La mayor parte de la población que habita en Coahuila nació en la entidad (84.4%) y la porción restante nació en otros estados del país (13.2%). Son pocos los habitantes originarios de un país distinto (0.8%), mientras que parte de los encuestados no especificó su origen (1.5%).

Conclusión

La dinámica de la población implica un desarrollo en el tiempo y el espacio que ha inducido, directa e indirectamente, muchos de los cambios en los ecosistemas. En este sentido, es deseable armonizar el crecimiento demográfico de la entidad con un prudente uso de los recursos naturales.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

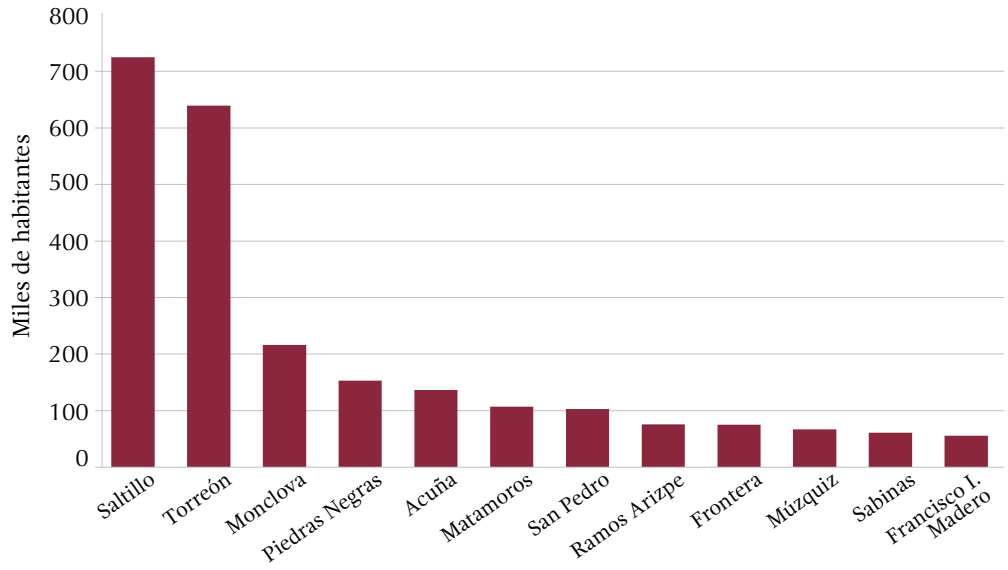


Figura 3. Población de los 12 municipios con mayor densidad de habitantes. Fuente: INEGI 2010.

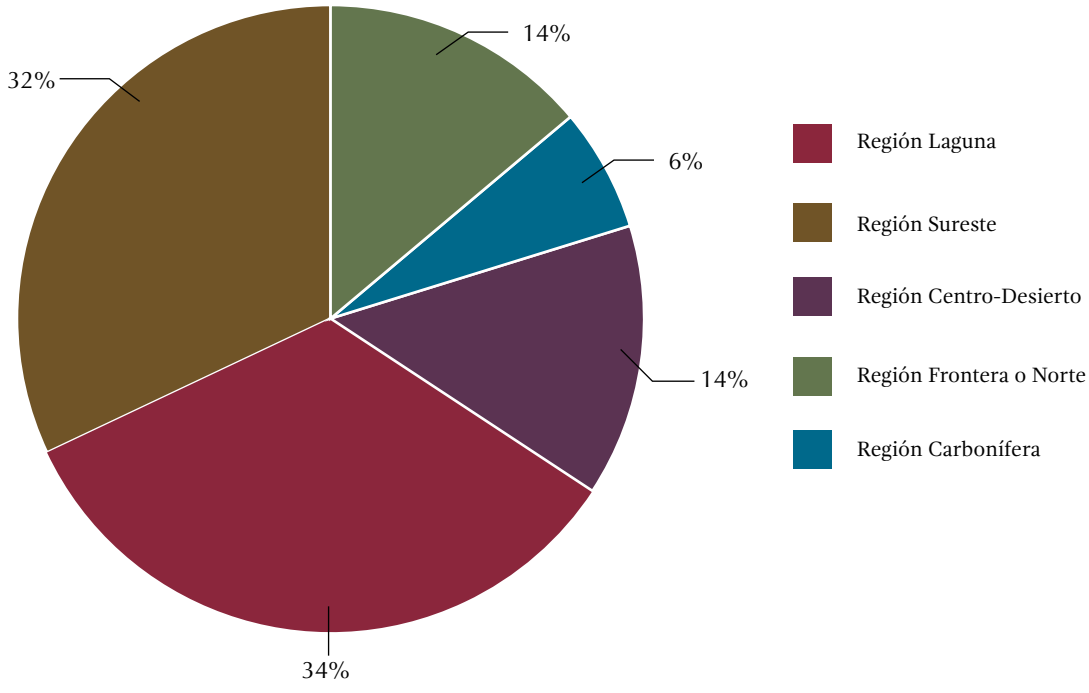


Figura 4. Población por regiones. Fuente: INEGI 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

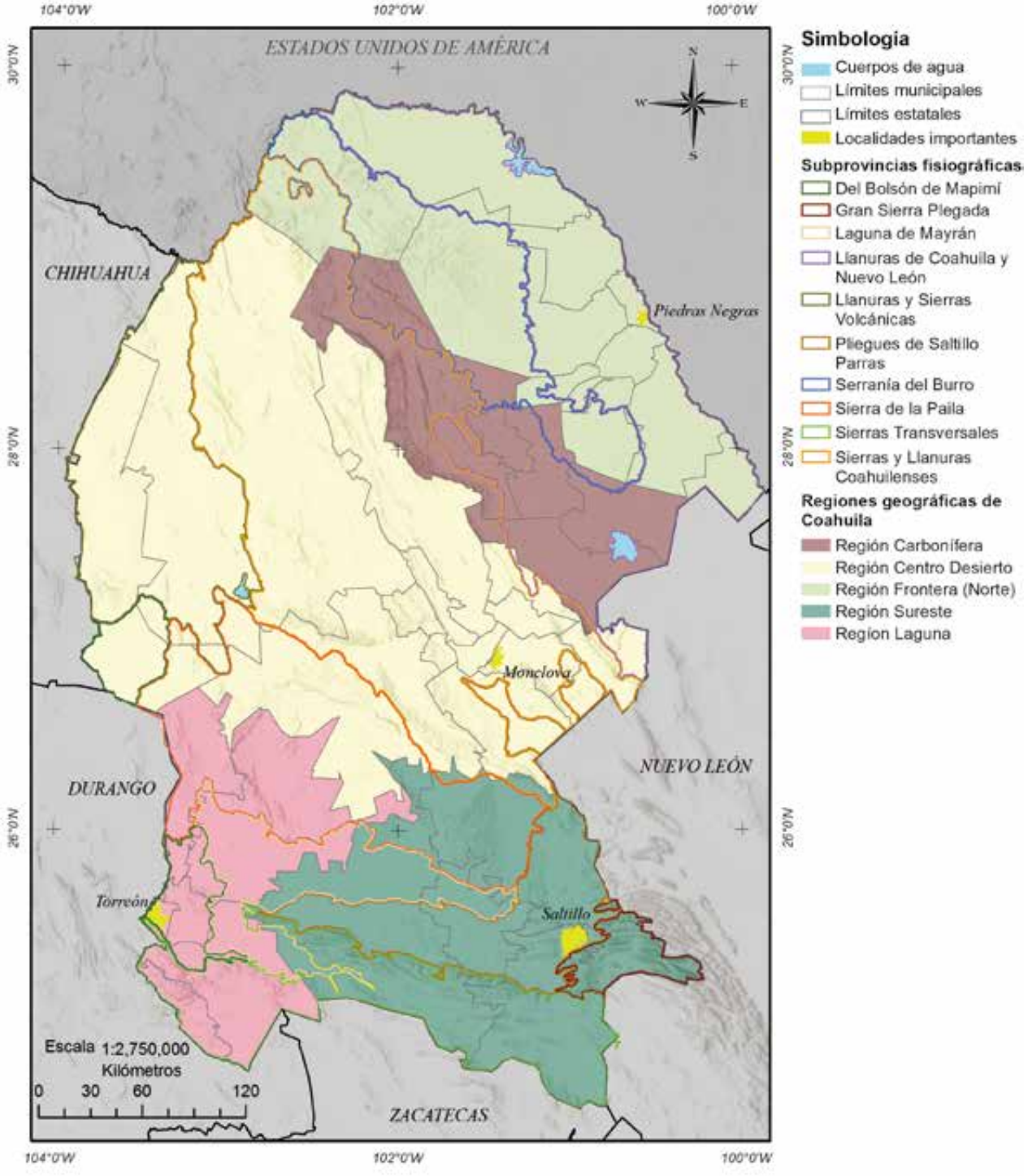


Figura 5. Regiones sociopolíticas. Fuente: SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

CONAPO. Consejo Nacional de Población. 2015. Proyecciones de la Población de México 2010-2030. En: <*http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ccpv/cpv2000/default.aspx*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

——. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2016. Regiones sociopolíticas del estado de Coahuila. Documento interno.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Servicios e infraestructura

José Luis Escobedo Sagaz

Introducción

El crecimiento económico de una región requiere que la población tenga acceso a una infraestructura digna que garantice la calidad de vida. Las viviendas deben contar con acceso a la electricidad, agua potable y alcantarillado. En Coahuila, la cobertura de estos servicios se encuentra por encima de la media nacional. Sin embargo, se tienen retos que enfrentar.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2010), la mayoría de las viviendas existentes en Coahuila se concentraron en dos poblaciones: Torreón y Saltillo. Entre ambas localidades acumulan casi 50% de las viviendas; le siguen Monclova y Piedras Negras (figura 1). La mayor parte de los servicios también se concentraron en las poblaciones mencionadas. Sin embargo, al considerar el porcentaje de viviendas que cuentan con electricidad, agua y drenaje, se puede observar que la cobertura de los servicios es adecuada.

Servicio de electricidad

En el caso de la electricidad, el valor mínimo corresponde al municipio de Hidalgo con 84% de cobertura, mientras que los valores máximos conciernen a Morelos, con 98.79%, Nadadores y Frontera, con 98.76%. Existen 13 municipios con porcentajes de 98.1% a 98.8%, 18 con proporciones de 96% a 97.9% y sólo dos con valores menores al 90%.

Abasolo es uno de los municipios más despoblados de Coahuila, pero cuenta con una cobertura del 98.6% en relación a este servicio. Por otro lado, los dos municipios más poblados, si bien tienen coberturas altas, no son los que cuentan con el porcentaje más elevado en la entidad; en el caso de Saltillo, 97.6% cuenta con electricidad, mientras que en Torreón el porcentaje se acercó al 96.8% (figura 2).

Si se considera la zona conurbada Saltillo-Ramos Arizpe-Arteaga, 97.5% de las viviendas cuentan con electricidad. En la región Laguna, 97.2% de los hogares tienen este servicio.

El principal reto que enfrenta Coahuila, en materia de energía eléctrica, está orientado al manejo adecuado, esto es, buscar un uso más eficiente mediante el acceso a tecnologías que permitan el ahorro de energía, como puede ser cambiar los sistemas de iluminación, mejorar el aislamiento de las casas y utilizar energía solar

Escobedo-Sagaz, J.L. 2017. Servicios e infraestructura. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/ Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 153-159.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

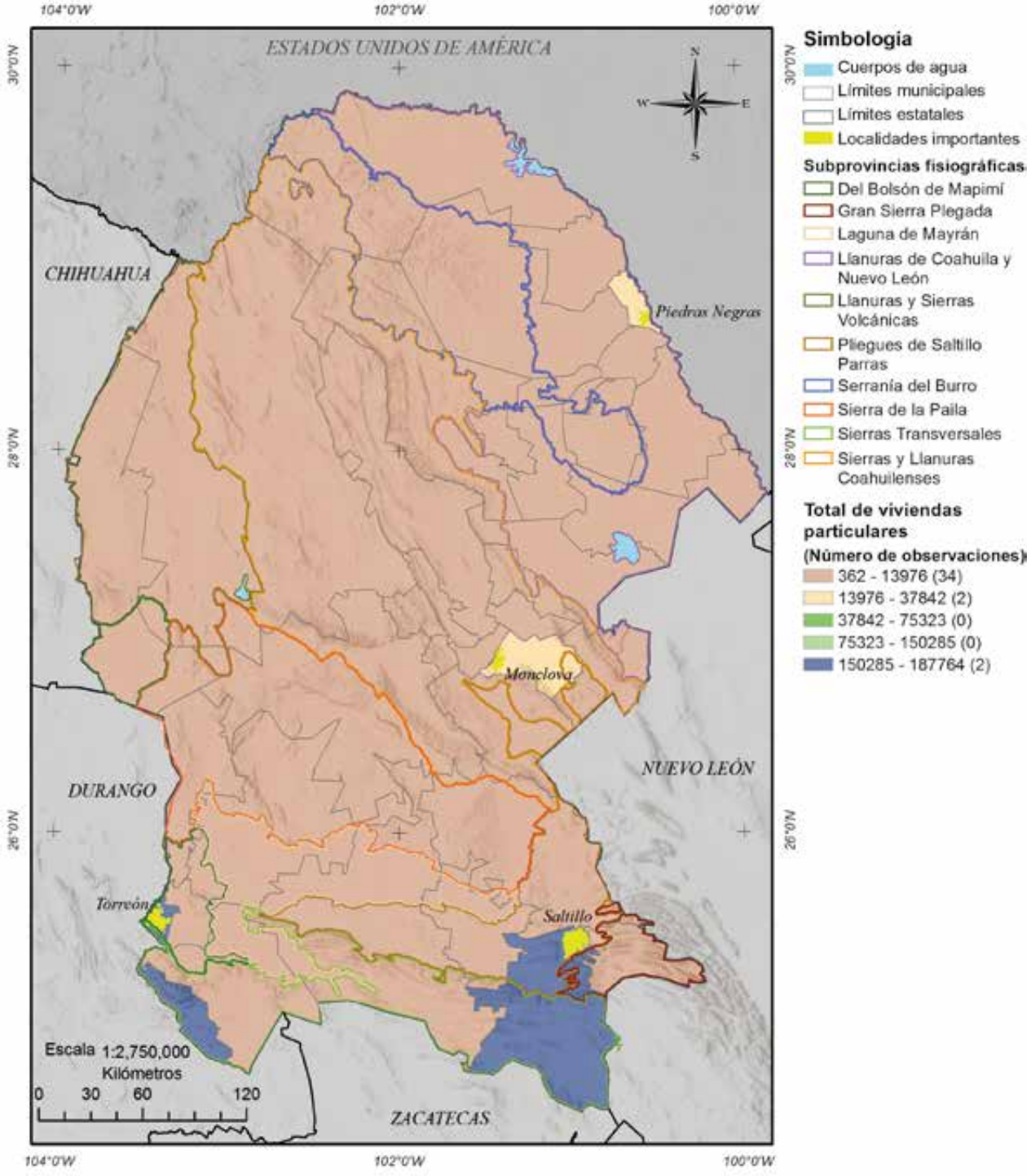


Figura 1. Viviendas por municipios. Fuente: INEGI 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

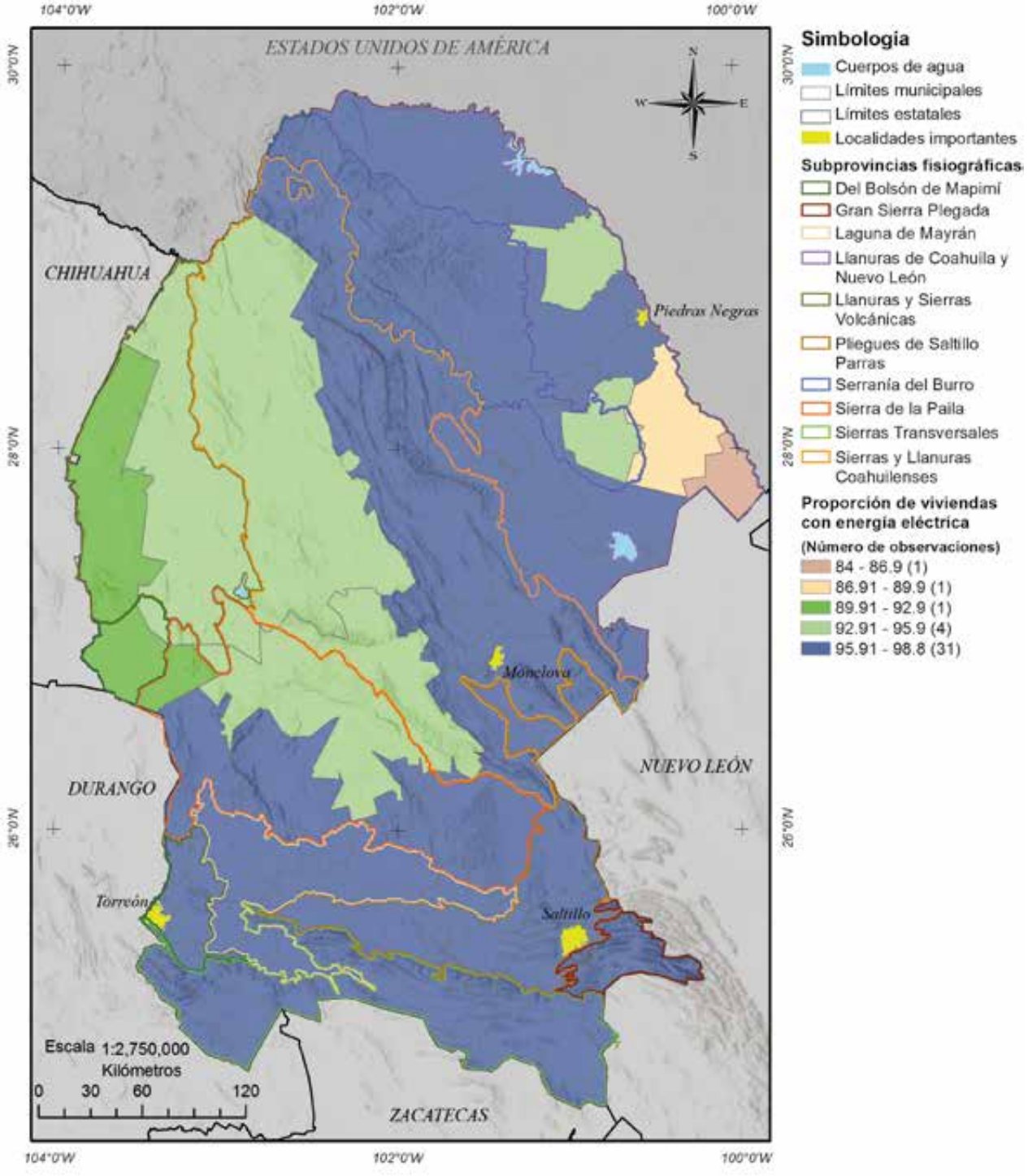


Figura 2. Proporción de viviendas que cuentan con electricidad. Fuente: INEGI 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

en las viviendas. En este sentido, el implementar un programa para la difusión de hábitos favorecería la reducción del consumo de energía, con impactos positivos en el medio ambiente.

Servicio de agua potable

En el caso del agua potable, los problemas que enfrenta Coahuila son de consideración. En Sacramento, 97.5% de las viviendas cuentan con agua del sistema público, en contraste con Jiménez, que sólo registra 70%. En general, se tiene una menor cobertura comparada con la electricidad; 27 municipios con porcentajes de 90% a 97.5%, 10 con valores de 80.1% a 89.7% y uno con 70% (figura 3).

En las zonas conurbadas de Saltillo-Ramos Arizpe-Arteaga se tuvo un comportamiento muy parecido al caso de la electricidad, con una cobertura de 95%; no obstante, el municipio de Arteaga cuenta con 86% de cobertura y, a diferencia de los otros dos, presenta un mayor número de pequeñas comunidades, lo que vuelve más complicado dotar de este servicio a la población. En este sentido, al poseer una mayor precipitación y una menor densidad de población, se podrían utilizar técnicas para la captura de lluvia y así disminuir las grandes inversiones en infraestructura para dotar a las viviendas de agua.

En la región Laguna, la cobertura alcanza 94.9%. Sin embargo, las condiciones naturales generan presiones para la dotación del recurso, por lo que debe impulsarse el uso eficiente del mismo. Esta es una situación común en todo el estado, debido al clima semidesértico que prevalece y convierte al agua en un recurso escaso. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) considera que en las dos regiones hidrológico-administrativas en que se encuentra Coahuila se tiene un alto grado de presión sobre el recurso.

En caso de un aumento de la población o un mayor crecimiento de la industria, se podría generar un incremento en la demanda del agua, lo que resultaría una limitante para el desarrollo de la región ante las condiciones naturales prevalecientes.

El estado está localizado cerca de un polo de desarrollo importante: la zona metropolitana de Monterrey. En este sentido, la entidad compite con aquella población por este recurso, lo que reduce la disponibilidad del agua en la región y en otras cuencas. Por ello se debe fomentar, con mayor ahínco, el uso eficiente de este recurso natural.

Servicio de drenaje

La situación del drenaje se volvió más complicada, ya que si bien 94% de la población dispone de este servicio, en algunos municipios se observa un rezago mayor a diferencia del agua y la electricidad.

La mayor cobertura se encuentra en Monclova, con 97%, y la menor en Hidalgo, con 68%. Diez municipios tuvieron una cobertura de entre 91.8% y 97%, 13 se ubicaron entre 85.2% y 91.2%, cinco estuvieron entre 81.2% y 82.8% y 10 entre 68% y 79.8%. Por otro lado, nueve municipios tuvieron menos del 80% de cobertura en ese servicio (figura 4).

En la zona conurbada Saltillo-Ramos Arizpe-Arteaga, 95.7% de las viviendas estuvieron conectadas al sistema de drenaje y en la región Laguna 93.5%.

La CONAGUA registra que Coahuila cuenta con 21 plantas de tratamiento de agua, con una eficiencia de entre 60% y 90%, lo que se añade al reto de la cobertura del drenaje. Esto también representa una oportunidad para el estado, ya que se podría cambiar de un sistema centralizado para el tratamiento de agua, a un sistema más disperso, con tecnologías capaces de ser utilizadas en las viviendas o en colonias, lo que permitiría el uso de este recurso para las áreas verdes y otros servicios.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

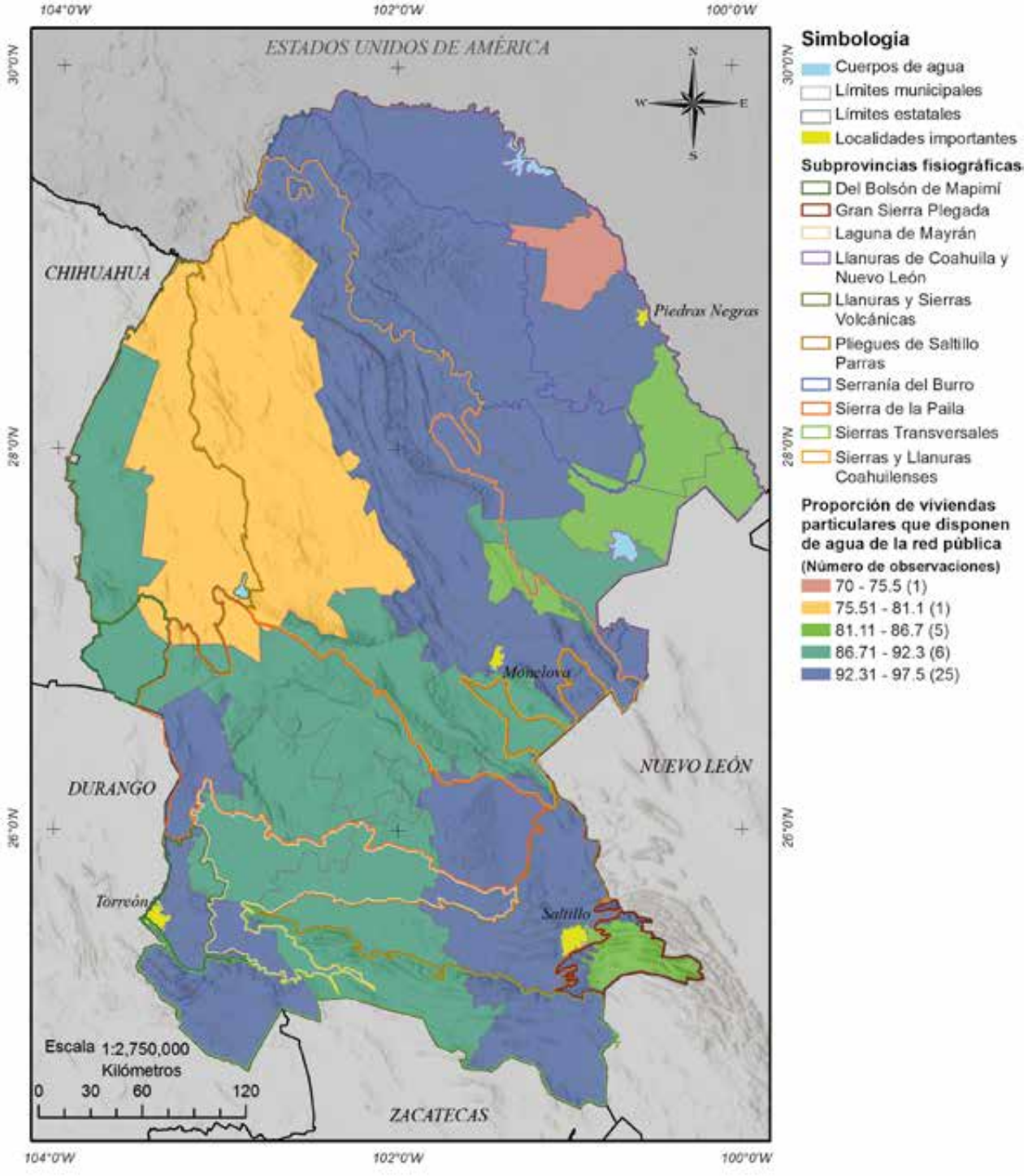


Figura 3. Proporción de viviendas con acceso al agua potable. Fuente: INEGI 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

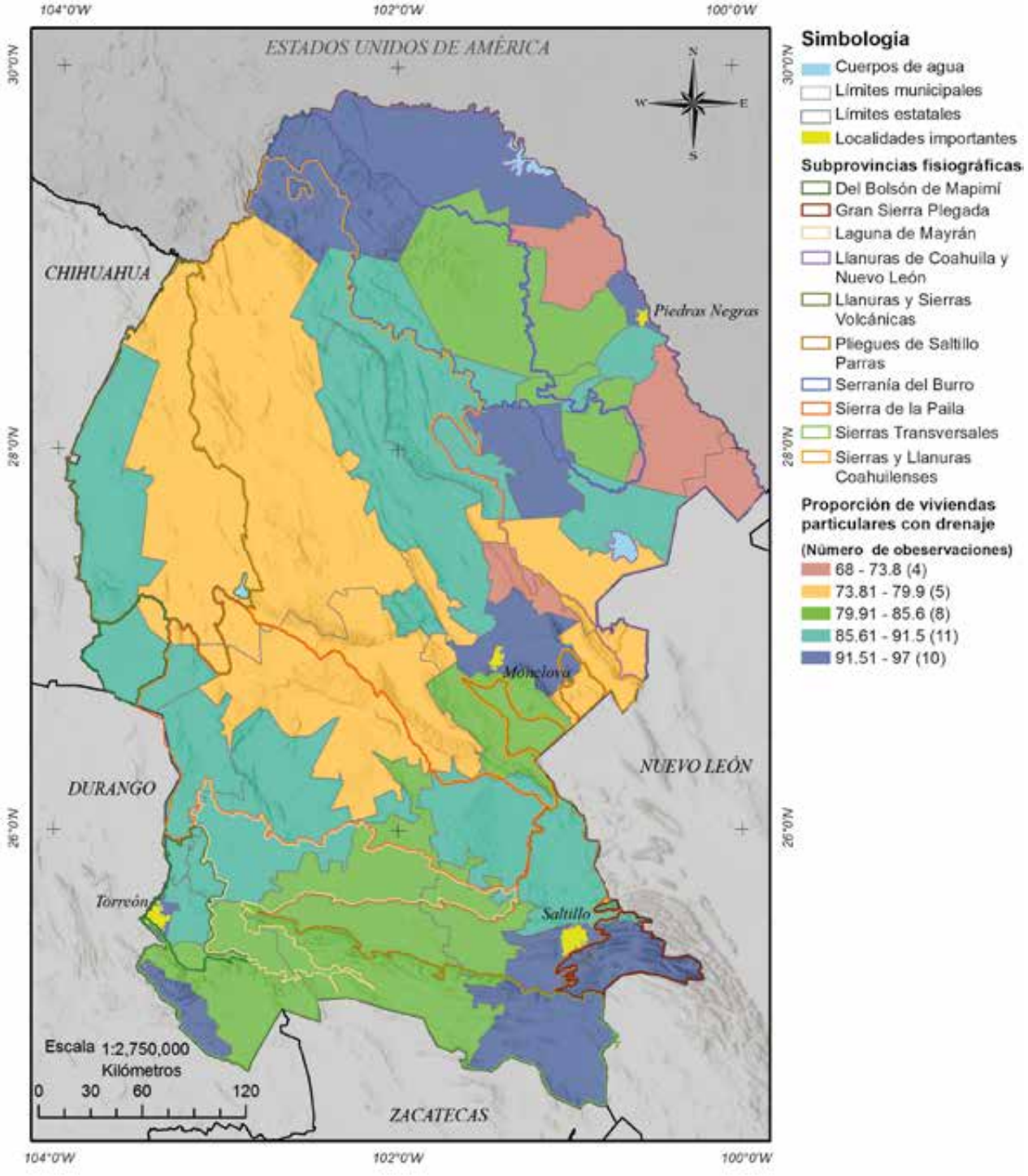


Figura 4. Proporción de viviendas con acceso a drenaje. Fuente: INEGI 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

En general, Coahuila cuenta con infraestructura adecuada, la cual se concentra en dos poblaciones: Torreón y Saltillo. Es en el ámbito del agua en donde se pueden ubicar los principales retos, ya que se encuentran municipios por debajo del 90% en la cobertura del servicio de agua potable, y lo mismo ocurre con el drenaje. Debe hacerse un esfuerzo para planear y ejecutar un sólido programa destinado exclusivamente al tratamiento del agua.

Referencias

inegi. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de población y vivienda 2010. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Economía y empleo

Arnoldo Ochoa Cortés

Introducción

La crisis económica que estalló en México en 1982 significó el inicio de una profunda transformación económica y social en el país, conocida como neoliberalismo: se cancelaba la posibilidad de sostener un modelo económico cuya base de crecimiento se ubicaba en el mercado interno. Por ello, se hizo necesario encontrar una forma de integración a una economía mundial en plena globalización.

El proceso de apertura financiera modificó sustancialmente el funcionamiento de la economía mexicana y sus relaciones con el exterior. A partir de entonces se incrementaron las ventas al extranjero de productos elaborados en México, así como las compras de mercancías de otros países.

En ese sentido, es importante señalar que la mayor proporción de los intercambios comerciales que realiza México con el resto del mundo se lleva a cabo con los Estados Unidos de América, esto gracias al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), implementado en 1994.

El crecimiento de las ventas de productos elaborados en México y con destino al mercado norteamericano dio lugar a que muchas empresas nacionales y extranjeras, principalmente de origen estadounidense, se establecieran cerca de la frontera norte para reducir los costos de traslado de insumos y mercancías.

Lo anterior propició que la producción y empleo de las entidades federativas ubicadas al norte del territorio nacional, crecieran a ritmos superiores a lo observado en otras regiones del país.

Coahuila es uno de los estados que, a partir de la apertura económica, encontró condiciones para un mayor crecimiento. Esto se debió a su situación geográfica, a las características de su aparato productivo y a sus condiciones sociodemográficas.

La transformación productiva

En la década de los ochenta del siglo XX, Coahuila experimentó una transformación productiva que fortaleció una añeja vocación industrial, la cual estuvo sustentada en la producción de bienes relacionados con el ensamble de automóviles destinados a la exportación, en un entorno empresarial dominado por firmas transnacionales. De esta manera quedó atrás el periodo de florecimiento

Ochoa Cortés, A. 2017. Economía y empleo. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 161-164.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

industrial destinado a generar productos metálicos para abastecer el mercado interno con capital, mayoritariamente, de origen nacional.

El producto interno bruto (PIB) es la suma monetaria del total de bienes y servicios que se generan en un año. Sirve para medir el crecimiento que experimenta una economía, así como para observar la participación porcentual que tienen los distintos sectores, lo que se denomina "estructura económica". En el 2013 la economía de Coahuila representó 3.3% del PIB nacional (INEGI 2015).

De 1980 a 2012, las actividades del sector primario (que incluyen a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca) disminuyeron su importancia relativa del 6.1% al 2.2% (cuadro 1). Las labores integradas en el sector secundario, como la industria manufacturera basada en minerales, construcción y electricidad, pasaron de contribuir con 40.1% del producto estatal en 1980 al 51.5% en 2012. Entre estas actividades destacaron la industria automotriz, la producción de metales y la elaboración de alimentos.

Por su parte, las labores consideradas en el sector terciario, y que corresponden a comercio y servicios, contribuyeron con 53.8% de la producción de la entidad en 1980 y con 46.3% en 2012. Entre estas actividades figuraron los servicios de apoyo a los negocios.

Las cifras anteriores indican que, a lo largo del periodo, el sector secundario fue el más dinámico y el que mayor importancia adquirió con el paso de los años. Asimismo, cabe señalar que el ámbito industrial ha sido el que mayor capacidad de atracción de inversión extranjera ha mostrado y el que sostiene las relaciones comerciales con el exterior.

Estructura del empleo

La creación de empleos es una de las principales necesidades que busca atender una economía y está íntimamente relacionada con su capacidad de crecimiento. Derivada de la dinámica demográfica, la población económicamente activa (PEA) es el segmento de la población mayor de 15 años que está legalmente facultada para participar en las actividades productivas, según la reforma realizada a la Ley Federal del Trabajo en diciembre de 2014 (Congreso de la Unión 1970).

Al cuarto trimestre de 2014, Coahuila contaba con una PEA de 1 314 365 personas, de las cuales 94.7% representaban la población ocupada (PO), lo que arrojó un índice de desempleo de 5.3%. Asimismo, si se segmenta la PO por género, resultaría que 781 741 (62.8%) son hombres y 463 070 (37.2%) mujeres, lo que muestra una mayor participación masculina en el empleo, aunque la proporción de ambos sexos en la población total es semejante (cuadro 2).

Cuadro 1. Estructura económica por sector de actividad (1980 y 2012).

Sector de actividad	1980	2012
Primario	6.1	2.2
Secundario	40.1	51.5
Terciario	53.8	46.3
Total	**100.0**	**100.0**

Los valores se muestran en porcentajes.
Fuente: INEGI 1987, 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Población económicamente activa y población ocupada en 2014.

Tipo de población	Sigla	Número de habitantes
Población económicamente activa	PEA	1 314 365
Población ocupada	PO	1 244 811
Población ocupada masculina	POM	781 741
Población ocupada femenina	POF	463 070

Fuente: STPS 2015.

Cuadro 3. Porcentaje de población ocupada por sector productivo en 2014.

Sector productivo	Total	Hombres	Mujeres
Sector primario	5.0	7.2	1.2
Sector secundario	37.5	44.5	24.1
Sector terciario	56.7	47.4	72.5
No especificado	0.8	0.9	0.5
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**

Fuente: STPS 2015.

Si se retoma el concepto de estructura económica, pero esta vez aplicado a la distribución de la PO en los distintos sectores de actividad, se puede concluir que de acuerdo a datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), correspondientes al cuarto trimestre de 2014, el personal situado en actividades ligadas al sector primario representó 5% del total; en el secundario, 37.5%; en el terciario, 56.7%; y 0.8% se reportó como no especificado (cuadro 3; STPS 2015).

En cuanto al porcentaje de género para cada sector, resalta que las mujeres encuentran empleo principalmente en el sector terciario, que corresponde a las actividades comerciales y de servicios (cuadro 3).

Por otro lado, al analizar el estatus en el trabajo del personal ocupado, se observa que 80.2% eran asalariados, 3.5% empleadores, 14% trabajaba por cuenta propia y 2.3% fueron trabajadores que no recibían pago (STPS 2015).

Especialización productiva regional

La amplitud territorial de Coahuila permite identificar regiones que cuentan con una dinámica económica propia, la cual ha dado lugar a una especialización productiva. La región Sureste, cuyo principal centro de población es Saltillo, se ha especializado en la industria automotriz, textil, aeroespacial, de tecnología de la información, agroalimentaria y química.

La región Laguna, que tiene a Torreón como el centro de población más grande, se ha especializado en la producción textil, agroalimentaria y siderúrgica, además de ser la única región en la entidad que cuenta con una presencia importante en relación a las actividades agropecuarias.

La región Centro-Desierto, con Monclova como la localidad con mayor población, tiene

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 4. Población ocupada por regiones en 2010.

Región	Personal ocupado	Porcentajes
Carbonífera	59 429	5.9
Centro-Desierto	139 806	13.8
Laguna	336 224	33.3
Frontera o Norte	140 836	14.0
Sureste	333 550	33.0
Total	**1 009 845**	**100.0**

Fuente: Gobierno del Estado 2012.

una marcada especialización en la industria siderúrgica y metalmecánica. La región Carbonífera, como su nombre lo indica, se especializa en minería del carbón y tiene en Sabinas y Nueva Rosita a los principales centros poblacionales.

Por su parte, la región Frontera cuenta con Piedras Negras y Ciudad Acuña como centros demográficos relevantes y se ha constituido como el área de atracción más transcendental de la industria maquiladora de exportación.

La distribución porcentual de la población ocupada permite apreciar que las regiones Sureste y Laguna contribuyen, cada una, con una tercera parte del total de plazas laborales registradas en la entidad (cuadro 4).

Conclusión

El perfil económico de Coahuila ha mostrado una tradición histórica orientada a la producción industrial, condición que se acentúa con la reestructuración productiva que integró a la entidad en la globalización.

El crecimiento industrial conlleva la expansión de las actividades comerciales y de servicios, así como el incremento demográfico asentado en los principales centros urbanos, lo que implica un aumento de la presión que ejercen las actividades humanas sobre los recursos naturales de las diversas regiones.

En ese sentido, es importante impulsar un crecimiento económico que mejore las condiciones de vida de la población y, al mismo tiempo, reduzca las afectaciones y riesgos al medio ambiente y a la diversidad biológica.

Referencias

Congreso de la Unión. 1970. Ley federal del trabajo. Publicada el 1 de abril de 1970 en el DOF. Última reforma publicada el 12 de junio de 2015.

Gobierno del Estado. 2012. Programa Estatal de Desarrollo Económico 2011-2017. Gobierno de Coahuila. En: <*http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/DESARROLLO%20ECONOMICO.pdf*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1987. *Coahuila. Cuaderno de Información para la Planeación*. INEGI, México.

——. 2015. Sistema de Cuentas Nacionales. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/scn/*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

STPS. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. 2015. Coahuila. Información laboral. Subsecretaría de Empleo y Productividad Laboral. En:<*http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/areas_atencion/areas_atencion/web/pdf/perfiles/perfil%20coahuila.pdf*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Índices de desarrollo humano y de marginación

Arnoldo Ochoa Cortés, José Luis Escobedo Sagaz y Rafael Diego Toro Torres

Introducción

La manera en que se distribuyen los beneficios del crecimiento económico en Coahuila ha permitido que la población cuente con niveles de desarrollo adecuados. Esto es notorio a través de dos indicadores: el índice de desarrollo humano (IDH) y el índice de marginación (IM). Estos registros permiten el diseño de políticas específicas para mejorar la educación, salud e infraestructura relacionada con la calidad de vida de la población.

Índice de desarrollo humano

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) propone el IDH como herramienta de comparación entre países, entidades o municipios. El índice está conformado por un componente de salud, uno de educación y otro referente al ingreso.

En México el IDH en 2010 fue de 0.739; la entidad con el valor más alto fue la Ciudad de México con 0.831. Por otro lado, Chiapas es la entidad con el menor índice (0.647; PNUD 2014).

Coahuila tuvo un IDH de 0.776 en 2010, debido principalmente al componente de salud, con un valor de 0.900. El índice se vio reducido por el desempeño en educación (0.708), mientras que el componente de ingreso fue de 0.732. A manera de comparación se puede mencionar que el estado se encuentra en un nivel similar a Cuba o Arabia Saudita (PNUD 2014).

El estado tiene 11 municipios con un IDH alto y el resto registra un nivel muy alto (figura 1). Monclova cuenta con el mayor desarrollo humano, con 0.806. En contraste, Jiménez registra el valor más bajo, cuyo índice se ubica en 0.650. La brecha de desarrollo en Coahuila es de 19.3% y, de los componentes del índice, la mayor se encuentra en educación, ya que el valor correspondiente para Monclova es de 0.760, mientras que para Jiménez es de 0.525.

Respecto al componente de salud, Morelos cuenta con el índice más alto con 0.925; el menor se encuentra en Guerrero, con 0.762. En relación al factor ingreso, el indicador más elevado se ubica en Monclova, con 0.753, y el menor en Juárez, con 0.626.

Ochoa Cortés, A., J.L. Escobedo-Sagaz y R. Toro Torres. 2017. Índices de desarrollo humano y de marginación. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 165-168.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

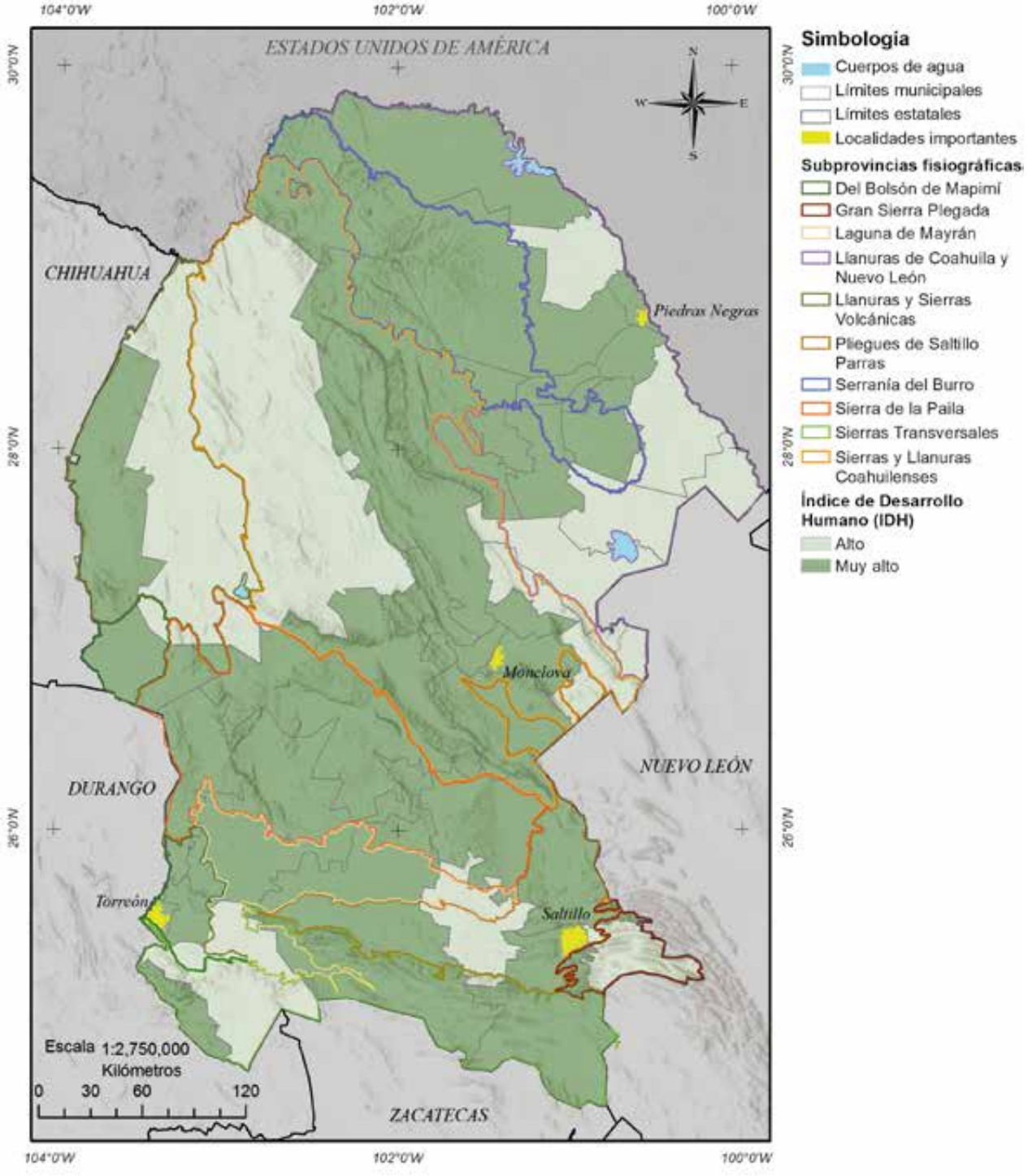


Figura 1. Índice de desarrollo humano por municipio. Fuente: PNUD 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

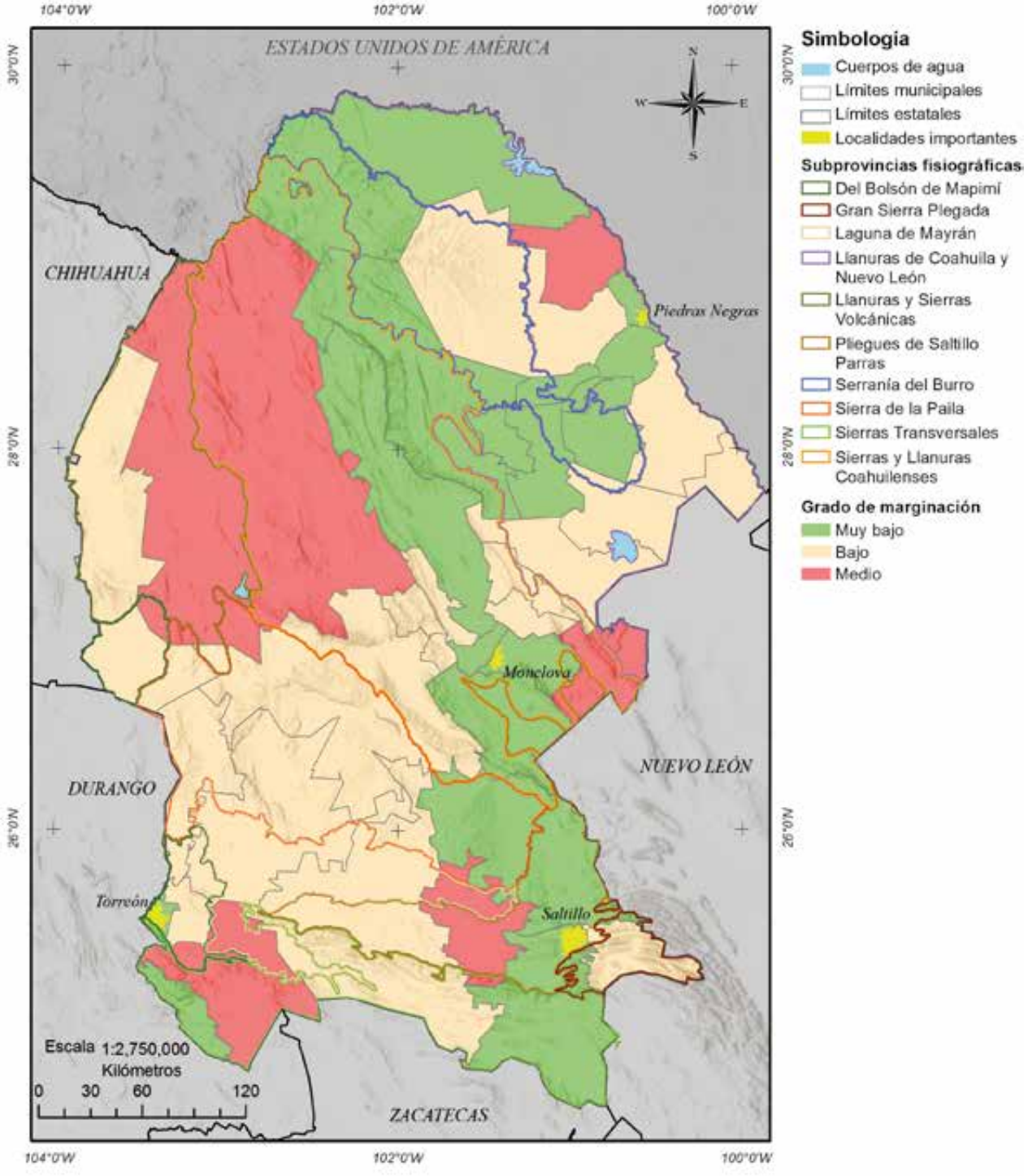


Figura 2. Grado de marginación por municipio. Fuente: CONAPO 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Índice de marginación

El IM considera un mayor número de variables, tales como características de las viviendas, distribución demográfica y población analfabeta de 15 años o más. Tiene una desventaja: no permite hacer comparaciones a nivel internacional, pero sí a nivel nacional. Este índice se estima a través de la técnica conocida como componentes principales, que si bien permite ordenar los casos, dificulta su interpretación.

El encargado de realizar este análisis es el CONAPO y lo mide a partir de los datos arrojados por el Censo de Población y Vivienda de 2010 (INEGI 2010). A diferencia del IDH, el de marginación busca determinar las carencias de la población y es útil para programas enfocados a solucionar problemáticas detectadas.

A partir del IM, el CONAPO establece cinco grados de marginación: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. De tal manera que los municipios que tienen índices de marginación altos o muy altos, deben crear políticas para mejorar el nivel de vida de la población.

En Coahuila, cinco municipios tienen un grado de marginación medio, 17 bajo y 16 muy bajo (figura 2). Los componentes que explican la condición de los cinco municipios que tienen el nivel medio son el porcentaje de la población que habita en localidades menores de 5 mil habitantes, el de la población analfabeta mayor de 15 años y el de la población de 15 años o más que no ha terminado la primaria.

En coincidencia con el IDH, Jiménez tiene el mayor grado de marginación de Coahuila, mientras que Saltillo posee el nivel más bajo. De nueva cuenta se señala a la educación como una problemática que tiene que atender el estado.

Conclusión

El IDH y el IM muestran que Coahuila se encuentra por encima del indicador nacional, debido principalmente a las condiciones de salud que prevalecen en el estado. El reto que se enfrenta radica, en primer lugar, en la educación, por lo que es necesario que se atienda esta situación.

Referencias

CONAPO. Consejo Nacional de Población. 2010. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. CONAPO, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2014. Índice de desarrollo humano municipal en México: nueva metodología. En: <*http://www.mx.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/UNDP-MX-PovRed-IDHmunicipalMexico-032014.pdf*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Aprovechamiento sustentable del mezquite y las mujeres artesanas del ejido La Vega

Guillermo Gándara Fierro y Laura Denisse Barreda Terán

El ejido La Vega, en el municipio de Cuatro Ciénegas, se ubica entre las coordenadas 26˚ 51' 44" N y 10˚ 15' 324" O, a una altitud de 720 msnm dentro del perímetro circundante al Área Protegida de Flora y Fauna Cuatrociénegas (APFF). Su extensión total es de 1 989 ha y hasta el 2010 contaba con 154 habitantes, siendo uno de los ejidos más poblados del valle (INEGI 2010).

El ejido se encuentra ubicado en uno de los mezquitales más amplios del área (Lerma *et al.* 2004), que representan buenas tierras de pastura para el ganado y, sobre todo, permiten la tala y recolección de mezquite para uso doméstico y comercialización. Aunque la agricultura y la ganadería constituyen la fuente de ingresos para algunos de los hogares, son las actividades generadas a partir de los recursos naturales las que producen una mayor percepción económica.

Los cultivos en el ejido son, en su mayoría, de maíz, sorgo, frijol y trigo. La presencia de agua y la calidad de la tierra permiten que la mayoría de las viviendas cuenten con un solar conformado por una variedad de frutas, verduras y hortalizas como: melón, sandía, higos, naranja, granada, uva, cebolla, lechuga, ajo, chile, calabaza y acelga.

La mayor parte de los productos cosechados son destinados al autoconsumo familiar y a otros hogares en la comunidad, por tanto, juegan un papel importante en la economía de las familias, aunque también se usan para alimentar a los animales. La venta de productos agrícolas es escasa y sólo se realiza en la cabecera municipal (Barreda 2007).

En el ejido, la ganadería se enfoca a la cría de ganado equino y vacuno en las tierras comunales de agostadero, mientras que en los solares predomina la cría de cerdos, cabras y aves. Aunque para las familias del lugar la venta de ganado representa un mayor ingreso a diferencia de la agricultura, la mayoría de los animales criados por los hogares son destinados al autoconsumo o son usados como medio de transporte y herramienta de trabajo, sobre todo en el caso de los caballos.

Cabe señalar que la posesión de ganado es considerada como una inversión ante posibles situaciones de contingencia, no como una fuente de ingreso regular (Barreda 2007).

Según los antecedentes económicos de la región, las principales actividades que generan ingresos en la comunidad consisten en el aprovechamiento de los recursos naturales inmedia-

Gándara, G. y D. Barreda Terán. 2017. Aprovechamiento sustentable del mezquite y las mujeres artesanas del ejido La Vega. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 169-171.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

tos, es decir, la tala de leña de mezquite, la elaboración de artesanías con esta misma madera y la producción de cera de candelilla. Aunque la sobreexplotación de candelilla representa un problema en algunos de los ejidos de Cuatro Ciénegas (Lerma *et al.* 2004), en el ejido La Vega la mayor preocupación en cuanto al uso de los recursos se centra en el mezquite.

En el APFF, los recursos forestales más explotados para fines de comercialización son, precisamente, la leña de mezquite y la cera de candelilla (SEMARNAP 1999). La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 2000) reconoció que dentro de la problemática de esta área prevalecen problemas como la extracción de madera, leña, cera, fibras y cactáceas, la existencia de caza furtiva y de pesca ilegal, así como el tiradero de basura dentro de la referida APFF.

Según Lerma *et al.* (2004), el aprovechamiento del mezquite en algunas comunidades del valle se ha efectuado sin control, lo que ha propiciado que ciertos ejidos prácticamente ya no dispongan de este recurso. Además, el abandono de actividades como la agricultura, que era combinada con la recolección de leña, ha provocado que una gran parte de los habitantes de las zonas de Cuatro Ciénegas, en donde existe mezquite, dependan únicamente del aprovechamiento de esta especie.

Frente a esta situación, en 2003 surgió el taller de artesanías La Vega, a partir de una propuesta que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) regional hizo a las mujeres del ejido, como una alternativa para el uso de la madera de mezquite, con el fin de otorgar un valor agregado a la misma y, a su vez, lograr una mejor administración del recurso (figura 1). Posteriormente se puso en marcha el taller La Esperanza, mediante el apoyo de Pronatura Noreste A.C., el Programa de la Mujer en el Sector Agrario (PROMUSAG) y el Instituto Estatal del Empleo.

Aunque la tala del mezquite para venta de leña es una actividad controlada por las autoridades gubernamentales, es la que representa una mayor explotación del recurso, mientras que la elaboración de artesanías utiliza menores volúmenes (figura 2). De hecho, los compradores locales pagan 400 pesos por una tonelada de leña de mezquite, mientras que dos artesanías de 1.5 kilogramos cada una, son vendidas por esa misma cantidad.

Conclusión

La elaboración de artesanías de mezquite ha sido un buen aliciente para la mejor administración

Figura 1. Mujer artesana del ejido La Vega. Foto: Denisse Barreda.

Figura 2. Artesanías elaboradas con madera de mezquite en el ejido La Vega. Foto: Pablo Navarro.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de la especie y ello puede permitir un aprovechamiento orientado hacia la sustentabilidad del recurso. Aunque el taller de artesanías La Vega muestre tener algunos impactos positivos en la administración de los recursos naturales y en la economía de la comunidad, los efectos en el desarrollo del empoderamiento de sus integrantes necesitan mejorarse para modificar el diseño del mismo y potenciar sus efectos favorables.

Referencias

Barreda, D. 2007. *Desarrollo Humano Sustentable: Evaluación socioeconómica del Proyecto Mujeres Artesanas del Ejido La Vega, Cuatro Cienégas, Coahuila.* Tesis de maestría en economía y política pública. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (itesm), campus Monterrey, México.

conabio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2000. Cuatro Ciénegas, México. En: <*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_048.html*>, última consulta: 3 de mayo de 2017.

inegi. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de Población del 2010. México. En: <*http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/*>, última consulta: 3 de mayo de 2017.

Lerma, J.A. *et al.* 2004. Situación actual de las zonas mezquiteras. Pronatura Noreste, México.

semarnap. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1999. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. Instituto Nacional de Ecología (ine), México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

Federico Ricardo Muller Rodríguez, Olivia Carmina Milchorena Montes, José Luis Escobedo Sagaz, Arnoldo Ochoa Cortés y Rafael Diego Toro Torres

Coahuila es una entidad con baja densidad poblacional. Sin embargo, el ritmo de crecimiento demográfico se ha incrementado en los últimos años debido al desarrollo económico que ha tenido la entidad a partir de la década de los ochenta.

La economía de Coahuila se encuentra orientada a las actividades productivas que cuentan con una connotación eminentemente urbana, como son las realizadas en los sectores industrial, comercial y de servicios, lo que propicia la concentración poblacional en las principales ciudades de la entidad y, a su vez, genera afectaciones al medio ambiente, tanto por los residuos asociados al consumo, como por la energía utilizada en las actividades domésticas, productivas y de transporte. Esta situación acentúa la exigencia del agua, un recurso escaso debido a las características climatológicas de la entidad.

La planta productiva de Coahuila está fuertemente relacionada al sector externo y se integra, en una medida importante, a las tendencias del crecimiento de los Estados Unidos de América, ya que tanto los flujos comerciales como financieros tienen a aquel país como el principal origen y destino.

Lo anterior no es del todo conveniente porque refuerza la dependencia económica de Coahuila con el vecino país del norte y sugiere la búsqueda de una mayor diversificación productiva y de relaciones con el exterior. Asimismo, para el desarrollo de la entidad cabría inducir una mayor incidencia del mercado interno en la dinámica de crecimiento.

Coahuila cuenta con una marcada especialización productiva en cada una de sus regiones, lo que abre alternativas de desarrollo interesantes, siempre y cuando se definan políticas específicas para aprovechar plenamente la vocación productiva regional.

De los tres principales servicios relacionados con las viviendas, el estado enfrenta problemas relacionados con el uso eficiente del agua y la energía, por lo que es recomendable que se promuevan políticas encaminadas a este fin.

Para aspirar a un mayor nivel de desarrollo humano, Coahuila debe enfocar sus esfuerzos para alcanzar un nivel de educación más equitativo entre su población, lo mismo que mejorar el ingreso de los trabajadores.

Es indudable que existe una correlación estrecha entre el crecimiento económico, el desarrollo humano y la biodiversidad; esto es, una confluencia de las esferas social, económica y ambiental. En ese sentido, las políticas a impul-

Muller Rodríguez, F., O.C. Milchorena Montes, J.L. Escobedo-Sagaz, A. Ochoa Cortés y R. Toro Torres. 2017. Conclusión. Contexto socioeconómico. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 173-174.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sar para fomentar el desarrollo deben contemplar el crecimiento, el bienestar y una adecuada conciencia y atención sobre la importancia de los recursos naturales y su diversidad.

En esta sección se ha realizado un análisis de las regiones del estado mediante los índices de desarrollo y de marginación, pero hay otros registros que desgraciadamente no es posible obtener para Coahuila y sus regiones, debido a que los datos no están disponibles. Estos darían una dimensión más precisa y amplia sobre el desarrollo, al incluir la noción de sustentabilidad ambiental.

En estos inventarios se puede mencionar el índice de desarrollo humano corregido, que incluye las desviaciones generadas por las desigualdades sociales; el índice global de riqueza, que integra no sólo aspectos económicos, sino también sociales y de capital natural; el índice de vida mejor, diseñado para establecer una medida del bienestar; y los índices de la huella ecológica y del carbono, que toman en cuenta el impacto ambiental derivado de las actividades humanas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

SECCIÓN III.
MARCO JURÍDICO

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Edna Edith Castro González, Carlos Antonio Franco Flores, Armando Luna Canales, Marta Laura Carranza Aguayo y María Teresa Cepeda Valdés

El amor por todas las criaturas vivientes
es el más noble atributo del hombre.
Charles Darwin

El esquema de protección, conservación y preservación de la biodiversidad de una determinada región conlleva una estrecha relación con el surgimiento y evolución de las instituciones, disposiciones jurídicas y demás herramientas que tienen bajo su encomienda establecer acciones que cumplan con el cuidado de las especies de flora y fauna y con los ecosistemas que posea.

Sin embargo, no basta con la creación y la vigencia de disposiciones normativas que tengan por objeto regular el uso y el aprovechamiento de dicho patrimonio natural, así como de las instancias encargadas de su protección y conservación. El nivel que se logre en la conjunción de esfuerzos de las diversas acciones en torno a la conservación de la biodiversidad, será el que sirva como parámetro para medir su eficacia.

Debido a que Coahuila cuenta con una amplia biodiversidad, la presente sección tiene como objetivo hacer una descripción sobre diversos elementos que integran el universo de herramientas creadas con el fin de proteger dicha riqueza natural, tanto las de carácter institucional como los medios que implementa la autoridad para hacer cumplir la ley. Se hace referencia a las instituciones públicas que han sido creadas en México en materia de biodiversidad, como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), entidad rectora en materia ambiental del país, así como las entidades derivadas de ésta, como es el caso de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Se presentan, además, los instrumentos de carácter internacional, nacional y estatal, entre los que destacan los convenios internacionales y la normativa general que regula esta materia, así como la distribución de competencias entre los distintos órdenes de gobierno. Se incluye un capítulo relativo a las acciones que Coahuila tiene dentro de lo que se denomina *Agenda pendiente en materia de biodiversidad*.

Castro González, E.E., C.A. Franco Flores, A. Luna Canales, M.L. Carranza Aguayo y M.T. Cepeda-Valdés. 2017. Resumen ejecutivo. Marco jurídico. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 179-180.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Como caso práctico, se hace la descripción de las implicaciones jurídicas ante el aprovechamiento del gas shale y la protección de los recursos biológicos.

Con las contribuciones que se incluyen en el presente apartado, se busca proporcionar al lector datos importantes sobre la situación actual en cuanto a los instrumentos en general con que cuenta Coahuila para atender y hacer frente a las necesidades en materia de biodiversidad, al trazar la línea bajo la cual las autoridades de los distintos órdenes de gobierno involucradas en el tema deben seguir su trabajo y esfuerzos, así como las áreas bajo las cuales pueden mejorarse los esquemas de protección y conservación de los ecosistemas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Antecedentes del marco jurídico ambiental

María Teresa Cepeda Valdés

Introducción

La biodiversidad de México obedece a su ubicación geográfica, la variedad de climas y los distintos tipos de topografía, lo cual favorece la existencia de una cantidad de ecosistemas que propician la presencia de miles de especies de flora, fauna, hongos y microorganismos. Por esta situación es necesario el establecimiento de bases para la protección a diferentes niveles: internacional, nacional y estatal, los cuales se abordan a continuación.

Marco jurídico ambiental internacional

Si bien la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es el documento rector, base de la normatividad en el país, del cual emanan las leyes federales, estatales y locales, existen diversos documentos que México ha signado, donde manifiesta su compromiso por conservar la biodiversidad, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB 1992, SRE 1993), el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (SCDB 2000) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2015, cuadro 1).

Dentro del mismo esquema internacional, el tema de la protección a la biodiversidad ha sido impulsado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) principalmente, mediante la creación de instancias y organismos afines con la tarea de velar por los recursos naturales y especies, mediante la instrumentación de planes, acciones y fondos de apoyo, entre otras herramientas (cuadro 2).

Marco jurídico ambiental nacional

La protección a la biodiversidad encuentra los primeros esfuerzos legales en la CPEUM (Congreso de la Unión 1917), que estableció diversas modalidades y limitaciones al aprovechamiento de los recursos naturales, y se considera como el primer ordenamiento a nivel federal que formalizó diversos esquemas y regulaciones en esta materia.

Con el paso de los años se ha reformado su contenido, a fin de mantenerlo actualizado y

Cepeda-Valdés, M.T. 2017. Antecedentes del marco jurídico ambiental. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 181-189.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Acuerdos internacionales para la conservación de la biodiversidad signados por México.

Instrumento	Lugar de celebración y entrada en vigor	Líneas principales
Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB 1992, SRE 1993)	Celebrada en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil, y entró en vigor el 29 de diciembre de 1993	Conservación de la diversidad biológica. Uso sostenible de sus componentes Participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos
Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (SCDB 2000)	Inició en Cartagena, Colombia, sin embargo los trabajos concluyeron en Montreal, Canadá, el 29 de enero de 2000	Garantizar la protección en la esfera de transferencia, manipulación y utilización de organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna, que puedan tener efectos adversos para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2015)	Celebrada en Washington el 3 de marzo de 1973 y entró en vigor el 1 de julio de 1975	Velar porque el comercio de especies de fauna y flora no constituya una amenaza para la supervivencia de las mismas

Cuadro 2. Instituciones internacionales abocadas a la conservación de la biodiversidad.

Institución	Objetivo
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)	Fue creada en 1848, es la red más amplia en materia medioambiental y la más antigua. Su creación obedeció a la necesidad de atender los problemas en materia ambiental y lograr la conciliación entre el desarrollo económico, social y ambiental, mediante el uso equitativo y sostenible de los recursos naturales
Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES)	Se trata de un órgano intergubernamental independiente cuyo objetivo es fortalecer la interfaz científico-normativa entre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, con el fin de lograr la conservación y uso sostenible de los recursos naturales
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)	Se instaló con el fin de fungir como órgano de apoyo para los países en la implementación de políticas medioambientales y fomentar el desarrollo sostenible
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)	Es una organización independiente de carácter financiero que apoya a países en desarrollo y a aquellos con economías en transición, para concretar proyectos relacionados con cambio climático, biodiversidad, aguas internacionales, afectación a la capa de ozono y contaminantes

Fuente: MAGRAMA 2009, CONABIO 2015a, b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

cumplir con los parámetros de protección de los derechos humanos, entre ellos, el de tener acceso a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, tal y como lo establece el párrafo quinto del artículo 4°. Sin embargo, este ordenamiento aborda el tema de la protección al medio ambiente desde diversos frentes: como un derecho humano, como un compromiso del Estado mexicano, mediante el esquema o régimen de aprovechamiento de los recursos naturales, y como facultad regulatoria en esta materia concurrente entre los distintos órdenes de gobierno (figura 1).

Leyes

En México no existe una ley única en la cual se establezca la protección y el uso racional de la biodiversidad; por el contrario, existen numerosas medidas legales individuales, en forma de permisos o concesiones, o algunas de carácter más general, como son las leyes, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas (semarnat 2011).

Dentro de las leyes más importantes a nivel general, es decir, que son obligatorias y de aplicación en todo el territorio nacional, y que tienen una relación directa con la biodiversidad, se encuentran la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (lgeepa, sedue 1988), Ley de Aguas Nacionales (sarh 1992), Ley General de Vida Silvestre (semarnat 2000), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (semarnat 2003a), Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (ss 2005), y Ley General de Cambio Climático (semarnat 2012), entre otras.

Reglamentos

En apoyo a las leyes que emite el Congreso de la Unión, además existen los reglamentos que se derivan de las leyes y que son emitidos y expedidos por el Ejecutivo federal, los cuales tienen como objetivo establecer disposiciones más es-

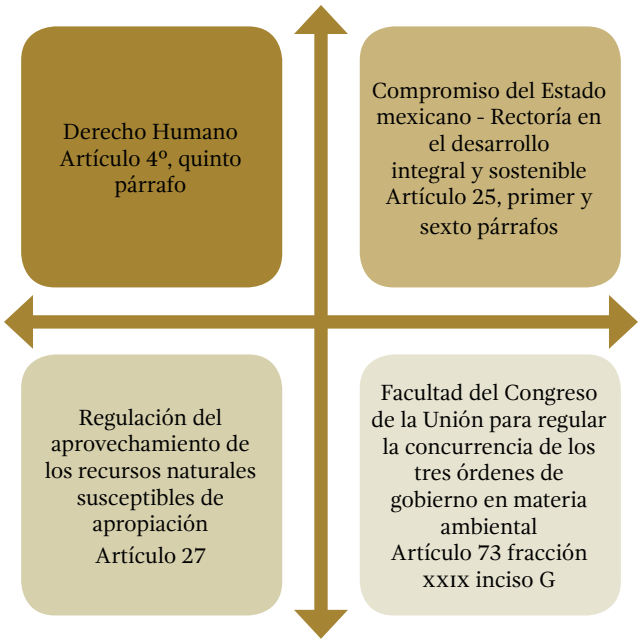


Figura 1. Facultades en materia de medio ambiente a cargo del Estado mexicano a través de sus distintas instancias. Fuente: Congreso de la Unión 1917.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

pecíficas, a fin de facilitar su aplicación y permitir a las autoridades correspondientes la exigencia y el cumplimiento ambiental (cuadro 3).

Normas oficiales mexicanas

Son regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, animales y medio ambiente (cuadro 4).

Decretos, acuerdos y otras disposiciones de orden administrativo

El Poder Ejecutivo, a través de su titular o del funcionario que sea designado y tenga facultades

Cuadro 3. Ordenamientos relacionados con la biodiversidad.

Ley	Vinculación con la biodiversidad
Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Propicia el desarrollo sustentable en el país, y establece las bases para la preservación y protección de la biodiversidad, entre otras. Incluye principios para la conducción de la política ambiental, en la que los ecosistemas se consideran patrimonio de la sociedad, y reconoce que de ellos dependen la vida y las posibilidades productivas del país Proporciona las bases para la creación de las áreas naturales protegidas, como uno de los instrumentos principales para la preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y sus elementos
Ley General de Vida Silvestre	Establece las bases para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio del país y en las zonas en donde la nación ejerce su jurisdicción
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Regula y fomenta la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. También distribuye las competencias que, en materia forestal, correspondan a la federación, los estados y los municipios
Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados	Regula las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal y acuícola
Ley General de Cambio Climático	Establece las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático
Ley de Aguas Nacionales	Regula la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable

Fuente: SEDUE 1988, SARH 1992, SEMARNAT 2000, 2003a, 2012, SS 2005.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 4. Algunos ejemplos de normas oficiales mexicanas relacionadas con la biodiversidad.

Norma oficial mexicana	Vinculación con la biodiversidad
NOM-059-SEMARNAT-2010	Identifica las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en el país, mediante la integración de las listas correspondientes. Establece los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo
NOM-013-SEMARNAT-2010	Establece las especificaciones fitosanitarias que deben cumplir los árboles de Navidad naturales de las especies de los géneros *Pinus* y *Abies*, y la especie *Pseudotsuga menziesii*, para garantizar la calidad fitosanitaria en la internación de éstos
NOM-152-SEMARNAT-2006	Determina los lineamientos para establecer los criterios y las especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal, así como la estructura de presentación –en los niveles avanzado, intermedio y simplificado–, con la finalidad de homologar dichos contenidos
NOM-019-SEMARNAT-2006	Establece los lineamientos técnicos de los métodos que se deben cumplir para el manejo (combate y control) de los insectos descortezadores en plantas de las especies de coníferas, *Quercus* spp. y *Fraxinus* spp.
NOM-142-SEMARNAT-2003	Fija los lineamientos técnicos de carácter obligatorio para combatir y controlar al psílido del eucalipto (*Glycaspis brimblecombei*), de la especie *Eucalyptus camaldulensis* y eucaliptos llamados "rojos", cuando esta especie afecte árboles de eucalipto en áreas urbanas, reforestaciones, forestaciones con propósitos múltiples o producción comercial y viveros federales, estatales, municipales y particulares

Fuente: SEMARNAT 2003b; 2006a, b; 2010a, b.

para ello, puede emitir decretos y acuerdos sobre determinada materia, que si bien son de menor jerarquía que una ley o reglamento federal, su contenido reglamentario expide determinadas instrucciones para el cumplimiento legal.

Como ejemplo de este tipo de instrumentos normativos está el acuerdo emitido por la SEMARNAT (2014), por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación, la cual incluye más de 320 especies susceptibles de integrarse a proyectos de conservación y recuperación.

En el caso de los decretos se destaca el que declara como área natural protegida el Área de Protección de Flora y Fauna de Cuatrociénegas, que tiene una superficie de más de 84 mil hectáreas (SEDESOL 1994).

Planes de desarrollo y programas sectoriales

Constituyen los instrumentos a través de los cuales los diversos órdenes de gobierno trazan el camino bajo el cual llevarán su función, al incorporar los rubros relacionados con los derechos de las personas, que se reflejen en su bienestar y desarrollo integral. Representan un medio idóneo para poder medir la eficacia y cumplimiento de las metas y objetivos que al inicio de una

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

administración gubernamental se programen como acciones a implementar.

El Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 del Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, en el Objetivo 3.11 denominado "Medio ambiente y desarrollo sustentable", dispone la realización de diversas estrategias y compromisos, entre los cuales se destacan los relativos a la promoción del aprovechamiento racional, la conservación y recuperación de patrimonio natural del estado, la coordinación de autoridades para el establecimiento de programas de protección de especies prioritarias, así como el incremento de la superficie estatal de protección bajo las distintas categorías de áreas naturales protegidas.

De los planes surgen programas específicos o sectoriales, que atienden rubros determinados, como en el caso del Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017, el cual, a partir de un diagnóstico de las condiciones biológicas, geológicas, hidrológicas, económicas y sociales, plantea una serie de objetivos y líneas de acción que trazan la directriz bajo la cual la autoridad ambiental estatal debe llevar a cabo sus acciones, a fin de cumplir con sus funciones concurrentes en la materia.

Instituciones

Desde la década de los setenta la creación de instancias públicas de carácter ambiental fue a través del sector salud, para posteriormente crearse la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE; Secretaría de Gobernación 1982). En 1992 la SEDUE se transformó en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), y se creó la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), con la encomienda de atender el creciente deterioro ambiental de ciudades y espacios naturales, y el Instituto Nacional de Ecología (INE), actualmente Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), como la entidad rectora en la investigación de los temas ambientales en el país.

Dados los requerimientos constitucionales en cuanto al ejercicio de atribuciones de carácter ambiental, en 1997 se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), actualmente SEMARNAT, como la dependencia federal que tiene a su cargo la planeación ambiental y la dirección de las políticas públicas ambientales desde la perspectiva del desarrollo sostenible.

Por rubro específico, México cuenta con instancias especializadas, como es el caso de la Comisión Nacional del Agua (CNA), autoridad rectora en materia de aguas de orden federal; la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), ejecutora de las acciones de conservación y restauración forestal; la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), encargada de la administración de las áreas naturales protegidas federales, así como la CONABIO, como un órgano de carácter público creado para la búsqueda, organización y utilización de información en materia de biodiversidad para la toma de decisiones por parte de la sociedad y del gobierno.

Marco jurídico ambiental estatal

En Coahuila existe una gama normativa importante que ha tomado como punto de partida las normas de carácter general y federal y, por ende, el cumplimiento a la concurrencia presente en la materia ambiental y de protección a la biodiversidad.

En ese sentido, y al considerar la regulación ambiental existente por materias, se cuenta con leyes, reglamentos, decretos, acuerdos y programas, así como disposiciones de observancia general. El primer ordenamiento ambiental fue la Ley para la Conservación Ecológica y Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza (LEEPAECZ; Congreso del Estado 1990).

Posteriormente, y con la entrada en vigor de un importante paquete de reformas a la LGEEPA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

en 1996, se expidió la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza (Congreso del Estado 1998), que se convirtió en el ordenamiento principal en la materia de protección al ambiente y los recursos naturales en la entidad.

Junto con la LEEPAECZ, en el estado se integran una serie de leyes en materias específicas, como el caso de residuos, cambio climático, uso de la energía, ruido, vida silvestre, desarrollo forestal y protección animal, entre otras. Bajo el mismo esquema federal se cuenta con reglamentos de orden estatal expedidos para la correcta y eficaz aplicación de las leyes ambientales en el estado, así como con decretos, acuerdos y diversas disposiciones de observancia general.

En esta última categoría se cuenta con el Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017 del Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, el cual surgió como respuesta a la problemática ambiental, los retos y objetivos para mejorar las condiciones en esta materia y la protección de los recursos naturales, en la que destaca el manejo de los recursos naturales renovables para generar una mejor calidad de vida, gracias al empleo de criterios de responsabilidad ambiental, económica y social que permitan la conservación y restauración de tales recursos (Gobierno del Estado 2014).

Instituciones estatales

La primera instancia del Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza creada para atender los asuntos en materia de ecología y protección ambiental se denominó Departamento de Ecología, que ya contaba con facultades en materia de ordenamiento ecológico, impacto ambiental, establecimiento de programas de conservación y áreas naturales protegidas, entre otras. Posteriormente surgió la Dirección de Ecología, con una naturaleza similar, la cual ejercía las funciones y facultades previstas en la ley ambiental que precedió a la LEEPAECZ.

A raíz del crecimiento del estado y de las necesidades de atender los conflictos que podrían presentarse entre el desarrollo industrial y económico y la protección y respeto a los recursos, la Dirección de Ecología se transformó en un organismo público descentralizado, sectorizado a la dependencia que en ese entonces se encargaba de los temas de planeación y desarrollo. Este organismo se denominó Instituto Coahuilense de Ecología y se encargó de la aplicación de las disposiciones normativas en materia ambiental desde el 2001 hasta el 2005.

A finales del 2005, y con la entrada de la administración pública estatal para el periodo 2005-2011, se creó la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Coahuila, hoy Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza (SEMA), como una dependencia encargada de aplicar la competencia estatal en materia de recursos naturales, ecología, saneamiento ambiental, vida silvestre, protección y restauración ecológica y de recursos forestales (figura 2).

La SEMA cuenta con un órgano desconcentrado denominado Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza, creada en el 2009, la cual –de manera general– asume las funciones de inspección, vigilancia y aplicación de sanciones en materia ambiental en el orden estatal (Congreso del Estado 2009).

La descripción anterior permite contar con un claro panorama sobre la situación a la cual se hace frente en Coahuila para dar atención a las necesidades de conservación y protección de la biodiversidad presente en la entidad, y muestra, a la vez, las posibilidades para mejorar tanto el funcionamiento de las instituciones como la normativa que debe estar en constante actualización y adecuación.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

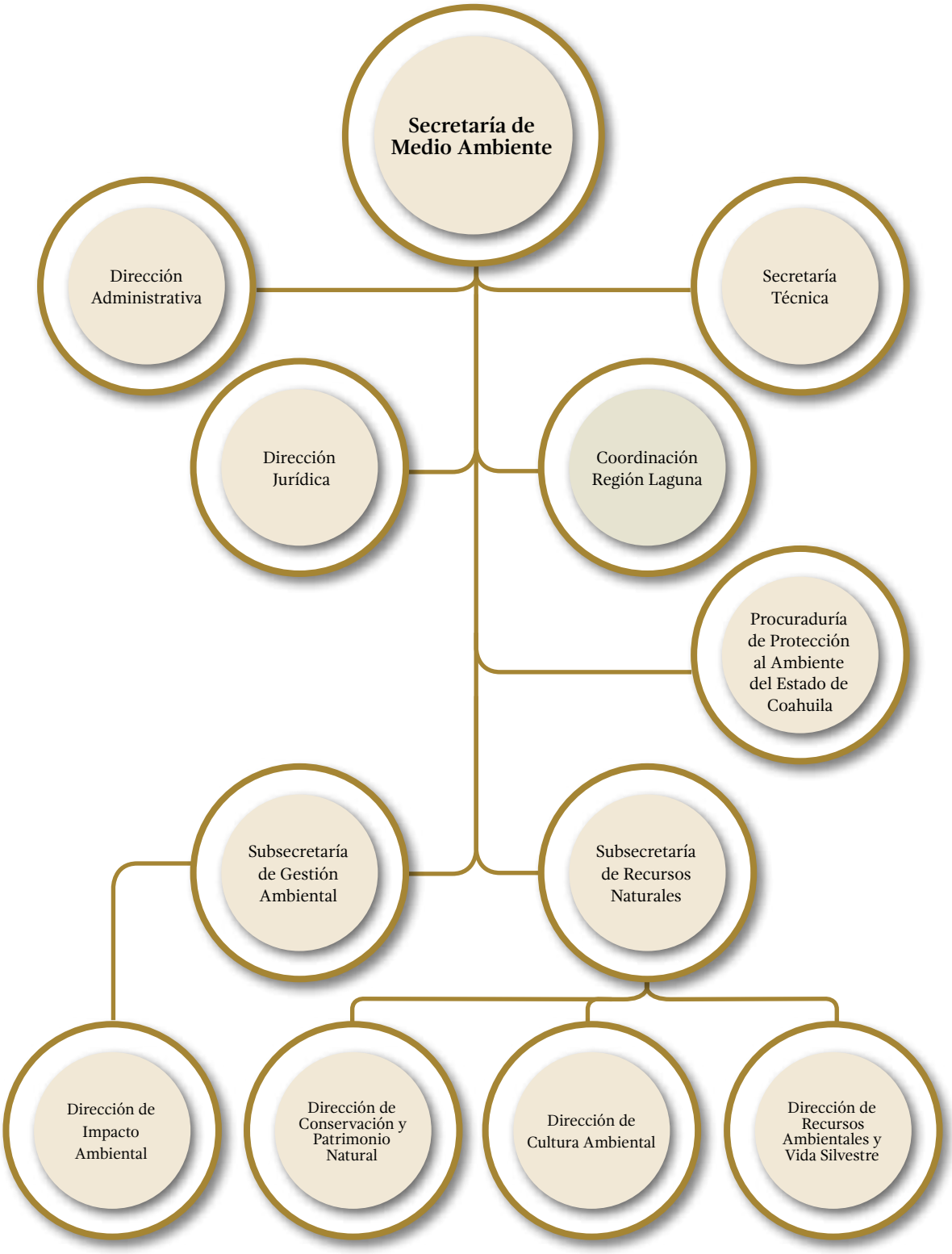


Figura 2. Estructura orgánica de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. Fuente: SEMA 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

cites. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2015. Apéndices i, ii y iii. Secretaría de la cites . En: *http://www.cites.org/esp/disc/what.php*, última consulta: 3 de junio de 2015.

cdb. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. En: *https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf*, última consulta: 27 de agosto de 2016.

conabio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2015a. Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas. En: *http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/ipbes.html,* última consulta: 27 de septiembre de 2016.

——. 2015b. Fondo para el Medio Ambiente Mundial. En: *http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/ipbes.html,* última consulta: 27 de septiembre de 2016.

Congreso de la Unión. 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación (dof). Última reforma publicada el 29 de enero de 2016.

Congreso del Estado. 1990. Ley para la Conservación Ecológica y Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 30 de enero de 1990 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado (poe).

——. 1998. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 8 de diciembre de 1998 en el poe. Última reforma publicada el 8 de marzo de 2016.

——2009. Ley que crea la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Coahuila. Publicada en el poe el 17 de enero de 2009.

Gobierno del Estado. 2014. Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017. En: *http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/P-Actualizados/PROGRAMA%20SECTORIAL%20SEMA-2014.pdf,* última consulta: 20 de junio de 2015.

magrama. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009. Biodiversidad: Un enfoque global. En: *http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/exposiciones/biodiversidad/www/pdf/informacion_basica_biodiversidad.pdf,* última consulta: 27 de septiembre de 2016.

sarh. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Publicada el 1 de diciembre de 1992 en el dof. Última reforma publicada el 11 de agosto de 2014.

scdb. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2000. Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexos. Montreal. En: *https://bch.cbd.int/protocol/text/*, última consulta: 3 de julio de 2015.

sedesol. Secretaría de Desarrollo Social. 1994. Decreto de Área Natural Protegida. Área de Protección de Flora y Fauna de Cuatrociénegas, Coahuila. Publicado el 7 de noviembre de 1994 en el dof. Texto vigente.

sedue. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el dof. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015.

sema. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2015. Portal de Transparencia y Acceso a la Información. Estructura Orgánica de la Secretaría de Medio Ambiente. Última consulta: 25 de enero de 2015.

semarnat. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el dof. Última reforma publicada el 26 de enero de 2015.

——. 2003a. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada el 25 de febrero de 2003 en el dof. Última reforma publicada el 7 de junio de 2013.

——. 2003b. Norma Oficial Mexicana nom-142-semarnat-2003. Publicada el 31 de diciembre de 2003 en el dof. Texto vigente.

——. 2006a. Norma Oficial Mexicana nom-152-semarnat-2006. Publicada el 9 de mayo de 2007 en el dof. Última reforma publicada el 17 de octubre de 2008.

——. 2006b. Norma Oficial Mexicana nom-019-semarnat-2006. Publicada el 12 de junio de 2007 en el dof. Última reforma publicada el 23 de julio de 2008.

——. 2010a. Norma Oficial Mexicana nom-059-semarnat-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el dof. Texto vigente.

——. 2010b. Norma Oficial Mexicana nom-013-semarnat-2010. Publicada el 6 de noviembre de 2010 en el dof. Texto vigente.

——. 2011. Serie ¿Y el medio ambiente? Biodiversidad, conocer para conservar. semarnat, México.

——. 2012. Ley General de Cambio Climático. Publicada el 6 de junio de 2012 en el dof. Última reforma publicada el 29 de diciembre de 2014.

——. 2014. Acuerdo por el que se da a conocer el listado de especies prioritarias para la conservación. Publicado en el dof el 5 de marzo de 2014.

sre. Secretaría de Relaciones Exteriores. 1993. Decreto de promulgación del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Publicado el 7 de mayo de 1993 en el dof. Texto vigente.

ss. Secretaría de Salud. 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Publicada el 18 de marzo de 2005 en el dof. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Distribución de competencias en materia de biodiversidad

Armando Luna Canales

Introducción

El medio ambiente es una competencia concurrente en el derecho mexicano. Lo anterior implica la existencia de legislación federal que establece la distribución de las atribuciones y responsabilidades de cada autoridad. Al establecer la concurrencia en materia ambiental, el artículo 73, fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) generó un sistema de fuentes complejo que se integra por leyes de naturaleza federal, estatal y reglamentos municipales.

Al atribuir esta facultad al Congreso de la Unión, la CPEUM dispone un marco donde no existe límite expreso para que la federación legisle. El objeto de estas leyes será distribuir competencias entre autoridades y establecer las bases para que se desarrollen las normas locales. Sin embargo, el concepto de biodiversidad no es fácil de definir, porque no es un concepto jurídico en su origen, y dificulta con ello el límite de la jurisdicción de las autoridades federales al momento de dar consecuencias o marcar alcances.

Mientras que para la biología la biodiversidad se refiere a un sistema abierto complejo e indeterminado, para el derecho se trata de un concepto que debe, en términos precisos, delimitar sujetos obligados o de derechos y objetos de tutela o protección. Aun si se parte de la idea de integrar un sistema normativo abierto, se considera necesario precisar el alcance en cuanto a las funciones y atribuciones de cada uno de los órdenes del gobierno en materia de biodiversidad, a través de la revisión de competencias previstas en la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente a nivel federal y local.

Atribuciones de las constituciones y leyes para la protección ambiental

La CPEUM y las constituciones de los estados no establecen un panorama claro sobre la biodiversidad, más bien hacen referencia a algunos de sus elementos, como la protección y régimen de la tierra, las aguas y los recursos naturales presentes en ellas. En materia legislativa la CPEUM reserva a la federación la posibilidad de legislar sobre biodiversidad, sin excluir la posibilidad de que los estados hagan leyes en ese rubro.

En opinión de Serna de la Garza (2008), en el régimen existente debe haber una coordi-

Luna Canales, A. 2017. Distribución de competencias en materia de biodiversidad. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 191-196.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

nación entre órdenes de gobierno, en el que el título competencial sustantivo es atribuido a la federación y, en virtud de ello, tiene injerencia para incidir sobre las competencias ambientales tanto de los estados como de los municipios, ya que cada instancia cuenta con un tramo sustantivo en materia de biodiversidad, en virtud del régimen previsto en la fracción XXIX inciso G del artículo 72 de la CPEUM.

Resultado del ejercicio de esta atribución es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y otras leyes, como la Ley General de Vida Silvestre, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y Ley de Aguas Nacionales. La LGEEPA sin duda es la que desarrolla el núcleo sustancial de esta materia competencial, y tiene por objeto establecer las bases para la preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas (ANP, SEDUE 1988). Es así que la protección a la biodiversidad se convierte en uno de los objetivos de todas las acciones normativas y ejecutivas de las distintas autoridades.

Definición de biodiversidad y competencias de la LGEEPA

La LGEEPA define a la biodiversidad como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas" (SEDUE 1988:3).

Dado que esta definición traslada el problema al incorporar el concepto biológico utilizado en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB 1992, SRE 1993), es por ello que se deberá buscar el contenido jurídico de este concepto en el articulado de esta misma ley, y no en las definiciones.

En la legislación nacional la biodiversidad se contempla como un elemento del medio ambiente, sujeto a la protección y como destinatario de acciones encaminadas a su preservación.

La LGEEPA considera de utilidad pública la formulación y ejecución de acciones de protección y preservación[1] de la biodiversidad del territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, así como el aprovechamiento de material genético (art. 2° III, SEDUE 1988).

Lo anterior tiene como consecuencia inmediata la posibilidad de realizar expropiaciones u otros actos privativos de derechos, cuando tengan por objeto la protección y preservación de la biodiversidad. Esta facultad es útil al momento de decretar zonas de restauración y ANP, por lo cual se aprecia una conexión entre los dos aspectos jurídicos de la biodiversidad: como título competencial y como objeto de protección.

Esta ley dispone, entre las facultades de la autoridad federal, la regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia (art. 5° XI, SEDUE 1988). De esta redacción cabría cuestionar si, al definirlas por separado, las aguas nacionales, la fauna y los demás recursos naturales de competencia federal son distintos a la biodiversidad, o si se encuentran incluidos en ella.

Esta misma distinción se observa en materia de reparación civil por daño ambiental (art. 203, SEDUE 1988), ya que toda persona que contamine o deteriore el ambiente o afecte los recursos naturales o la biodiversidad, será responsable

[1] Preservación: el conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales (art.3° XXV).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y estará obligada a reparar los daños causados. Surge así un elemento esencial para entender que si bien la biodiversidad no es un recurso natural de fácil diferenciación, sí se convierte en un elemento indisociable del humano y su entorno natural.

Uno de los principios que debe regir la política ambiental del Ejecutivo es garantizar el derecho de las comunidades, incluidos los pueblos indígenas, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la salvaguarda y uso de la biodiversidad, de acuerdo a lo que determine la LGEEPA y otros ordenamientos aplicables (art. 15 XIII, SEDUE 1988). Esta cualidad de la política ambiental abre sin duda una importante excepción en el trato que los pueblos indígenas pueden hacer a los componentes de la biodiversidad.

También como un criterio para imponer sanciones, en su artículo 173 esta ley establece que para la imposición de las mismas por infracciones, se tomará en cuenta la gravedad de la falta, al considerar principalmente los siguientes criterios: los daños que se hubieran producido o puedan producirse en la salud pública, la generación de desequilibrios ecológicos, la afectación de recursos naturales o de la biodiversidad y, en su caso, los niveles en que se hubieran rebasado los límites establecidos en la norma oficial mexicana que resulte aplicable.

Recibe la biodiversidad especial trato al disponer la LGEEPA (art. 87 bis 1, SEDUE 1988) que los ingresos que la federación perciba por concepto del otorgamiento de permisos, autorizaciones y licencias en materia de flora y fauna silvestre, se destinarán a la realización de acciones de preservación y restauración de la biodiversidad en las áreas que constituyan el hábitat de las especies respecto de las cuales se otorgaron permisos, licencias o autorizaciones correspondientes.

El daño a la biodiversidad justifica que la autoridad promueva la limitación o suspensión de la instalación o funcionamiento de industrias, comercios, servicios, desarrollos urbanos, turísticos o cualquier actividad que afecte o pueda afectar el ambiente, los recursos naturales o causar desequilibrio ecológico o pérdida de la biodiversidad (art. 175, SEDUE 1988). Es también un criterio para la cancelación de autorizaciones forestales cuando estas actividades afecten la biodiversidad de la zona, así como la regeneración y capacidad productiva de los terrenos y, entonces, la autoridad competente revocará, modificará o suspenderá la autorización respectiva (art. 100, SEDUE 1988).

El título segundo de la LGEEPA se dedica expresamente a la biodiversidad. En él se articulan tres capítulos: áreas naturales protegidas (ANP), zonas de restauración (ZR) y flora y fauna silvestre. Sobre estos tres temas existen normas federales, estatales y municipales.

En lo relativo tanto a las ANP como a las ZR federales, estatales y municipales, se crean mediante decreto del Ejecutivo federal o estatal, según corresponda. La diferencia estriba en los tipos y modalidades que cada una de ellas impone a la propiedad privada sobre la cual se constituye. En el caso de las ANP, la LGEEPA (art. 46, SEDUE 1988) establece diversas categorías (cuadro 1).

Las ZR fueron incluidas en la LGEEPA mediante la reforma del 13 de diciembre de 1996. Antes de esta reforma se ubicaban como zonas orientadas a la conservación del suelo. Las ZR difieren de las ANP en que las primeras buscan reponer valores biológicos y ambientales que se han perdido o bien están en proceso de ello, mientras que las ANP buscan su conservación a pesar de que no muestren algún daño.

En lo que respecta a la flora y fauna, la LGEEPA establece una serie de criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable. Además faculta a la SEMARNAT a establecer las vedas de la flora y fauna silvestre, y su modificación o levantamiento (art. 81, SEDUE 1988).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Modalidades de áreas naturales protegidas.

Competencia	Categoría
Federal	Reservas de la biosfera Parques nacionales Monumentos naturales Áreas de protección de recursos naturales Áreas de protección de flora y fauna Santuarios Áreas destinadas voluntariamente a la conservación
Estatal	Reservas estatales Parques estatales Entornos de conservación Sitios de protección de usos primarios Reservas naturales voluntarias Monumentos naturales estatales
Municipal	Zonas de conservación ecológicas municipales Parques urbanos municipales

Fuente: SEDUE 1988, Congreso del Estado 1998.

Distribución de competencias de las leyes de protección ambiental a nivel federal y local

La Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza (LEEPAECZ) establece las zonas de preservación ecológica de los centros de población (Congreso del Estado 1998). En cuanto a los municipios, la principal discrepancia entre la ley federal y la estatal se da porque la primera de ellas establece zonas ecológicas en los municipios, a diferencia de la estatal que los limita a los centros de población. La legislación a nivel estado no abre la posibilidad a otra forma de ANP municipal, pero sí establece el procedimiento para su creación por medio de una solicitud de decreto estatal, situación no limitada en la ley federal.

Las leyes de ambos niveles limitan las competencias de autoridades, ya que prohíben la fundación de nuevos centros de población, fraccionamientos, acciones de lotificación o cualquier otra actividad de naturaleza análoga que pudiera poner en riesgo el equilibrio de los elementos que conforman el área.

Las leyes estatales en la materia se limitan a una réplica de lo dispuesto en las federales. Lo dispuesto en éstas no se contrapone y, por el contrario, incluso existe el supuesto legal; tanto en la LGEEPA como en la LEEPAECZ se permite que en una sola superficie coexistan ANP creadas por la federación y las autoridades estatales, lo que otorga un mayor ámbito de protección, pero también obliga a una mayor coordinación de autoridades, especialmente en lo relativo al otorgamiento de permisos, autorizaciones y acciones de inspección y vigilancia.

En lo relativo a la creación de ANP, la mayor discusión ante la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) deriva en la naturaleza de estas normas y las consecuencias en relación a los derechos de los propietarios sobre los que se constituyen. Al considerarlo acto privativo, la SCJN ha determinado que su creación obliga a otorgar al propietario el derecho de audiencia previa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Del mismo modo cabe cuestionar el medio por el cual se establecen las ANP; las estatales no tienen problema alguno, ya que se hace mediante un decreto del Ejecutivo, pero es posible cuestionar si un acuerdo de Cabildo es el medio para establecer este tipo de modalidades a la propiedad privada. Un claro ejemplo de las facultades municipales en cuanto a la creación de las ANP es la de Jimulco, en el municipio de Torreón, la cual fue creada por acuerdo del Cabildo el 27 de junio del 2003.

La federación está facultada para expedir las normas oficiales destinadas a la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, así como aplicar las disposiciones sobre preservación y aprovechamiento sustentable de especies de fauna silvestre. Sin embargo, en este apartado de la LGEEPA se le otorgan facultades a los tres órganos de gobierno (federal, estatal y municipal), en el ámbito de sus respectivas competencias, para regular el trato digno y respetuoso que deberá darse a los animales (art. 87 bis, SEDUE 1988).

En este aspecto el ámbito legislativo reservado a los estados es en extremo reducido, por no decir inexistente. El caso de la LEEPAECZ se limita a solicitar a la SEMARNAT que incluya dentro de sus programas de conservación de flora y fauna las especies de interés para el estado (art 83, SEDUE 1988). Asimismo replica la norma federal, al disponer que la autoridad estatal deberá promover y apoyar el manejo de la flora y fauna silvestres nativas, con base en el conocimiento biológico tradicional, y la información técnica, científica y económica, con el propósito de hacer un aprovechamiento sustentable de las especies (art 84, SEDUE 1988).

Aunado a lo anterior, se establece que las autoridades estatales deben promover con los centros de investigación y enseñanza el estudio e investigación de especies nativas de interés para el estado.

Conclusión

La distribución de competencias en materia de biodiversidad sigue las reglas de la concurrencia medioambiental. La facultad legislativa general corresponde al Congreso de la Unión, que distribuye atribuciones entre los distintos órdenes de gobierno y fija a la biodiversidad como objeto de tutela jurídica, por lo cual recibe la protección de las acciones de todas las autoridades.

En la LGEEPA la definición de biodiversidad es amplia, y contempla una incidencia en la totalidad de los recursos naturales y procesos ecológicos. Por ello, la mayor parte de las atribuciones de las autoridades se orientan a conservar, preservar y restaurar la biodiversidad.

En la misma ley se establece también una categoría jurídica de la biodiversidad como título competencial. Por ello, esta modalidad obliga a la creación y administración de ANP, zonas de restauración ecológica y en torno a la flora y fauna. En relación a las ANP la LGEEPA limita la posibilidad de legislar en la materia, y aun cuando deja abierta la posibilidad teórica de que se incluyan en la ley local o en las normas municipales, la realidad es que no existe margen de maniobra suficiente para una innovación desde lo local.

En cuanto a la creación y administración de las ANP, la LGEEPA establece un límite muy estrecho para que las autoridades estatales legislen. Es por ello que, en la mayor parte del articulado, la ley estatal no hace más que referir a la ley federal o, en su caso, transponer las normas federales a un instrumento estatal. El caso extremo es el relativo a la flora y fauna, ya que la ley estatal prácticamente se limita a facultar a la autoridad en el estado para solicitar, a la correspondiente federal, la incorporación de especies de interés local en los listados de especies contenidos en las normas oficiales.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El ejercicio de la facultad legislativa en materia de biodiversidad por parte del Congreso de la Unión deja muy poco espacio para que los congresos estatales puedan desarrollar una competencia propia en dicha área. A diferencia de otros espacios de la materia ambiental, como los impuestos para la extracción de material pétreo, con respecto a la biodiversidad la distribución de funciones ejecutivas que hace la propia ley federal deja pocas atribuciones para que ejecuten estados y municipios. Sin embargo es así, en la función ejecutiva donde existe un mayor margen de acción para instrumentar políticas públicas con el fin de preservar la biodiversidad en ambas acepciones jurídicas.

La misma suerte corre la distribución actual de competencias en materia de agua. Si bien existe, tanto a nivel federal como local, una serie de ordenamientos que van desde leyes y reglamentos hasta normas oficiales mexicanas en materia del recurso hídrico, lo cierto es que actualmente no hay una clara determinación sobre el campo de actuación de las autoridades estatales y municipales con respecto a la protección y conservación del agua. Esto, sin embargo, pudiera delimitarse previa revisión y determinación clara de la competencia federal en el rubro.

Cabe destacar que en temas como el de la protección a la fauna, los estados han innovado al establecer prohibiciones, como la del uso de animales en los circos, peleas e, incluso, corridas de toros. Sin embargo, estas acciones, aunque se podrían incluir en el concepto de biodiversidad como título competencial, distan mucho de la agenda pendiente y prioritaria a nivel local y nacional.

Referencias

Congreso del Estado. 1998. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 8 de diciembre de 1998 en el POE. Última reforma publicada el 4 de febrero de 2011.

CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. En: <*https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf*>, última consulta: 3 de julio de 2015.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el DOF. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015.

Serna de la Garza, J.M. 2008. *El sistema federal mexicano. Un análisis jurídico*. Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM, México. En: <*http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/7/3068/6.pdf*>, última consulta: julio de 2014.

SRE. Secretaría de Relaciones Exteriores. 1993. Decreto de promulgación del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Publicado el 7 de mayo de 1993 en el DOF. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Instrumentos federales y locales para la protección de la biodiversidad

Edna Edith Castro González

Introducción

Los instrumentos de política ambiental representan, en distintos niveles o grados de intervención, una herramienta fundamental para que, a través de la legislación, las instituciones, la planeación y otros elementos, se coordinen las actividades de los sectores público, privado y social, a fin de promover el respeto y compromiso con el medio ambiente, solucionar sus problemas y promover y consolidar el desarrollo sustentable, primero a nivel local y después globalmente.

Al respecto, tanto la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, SEDUE 1988), como su homóloga en Coahuila (LEEPAECZ, Congreso del Estado 1998) contemplan diversos instrumentos para la aplicación y ejecución de la política ambiental, que tienen por objeto preservar el equilibrio ecológico, aprovechar sustentablemente los recursos naturales y proteger el ambiente tanto en la federación como en las entidades y los municipios (cuadro 1).

La diferencia entre ambas legislaciones reside principalmente en las competencias de cada orden de gobierno. Por un lado la LGEEPA incluye como instrumento de política ambiental a las normas oficiales mexicanas, cuya emisión corresponde al orden federal exclusivamente, mientras que la legislación estatal contempla los criterios ecológicos en la promoción del desarrollo estatal,[1] mismos que las dependencias y entidades de las administraciones públicas estatal y municipal deberán observar en la planeación, desarrollo y realización de obras y actividades públicas.

[1] De acuerdo con lo previsto por el artículo 30 de la LGEEPA, estos criterios consisten en pasar de la idea esencialmente correctiva a la búsqueda del origen del problema; tener en cuenta las relaciones existentes entre la preservación del ambiente, el racional aprovechamiento de los recursos naturales y la planificación a largo plazo; incorporar a los costos de producción de bienes y servicios, los relativos a la preservación y restauración de los ecosistemas y el ambiente; propiciar el crecimiento económico que respete y promueva el equilibrio ecológico y una calidad de vida digna; incorporar variables o parámetros ecológicos en la planeación y promoción del desarrollo, para que éste sea equilibrado y sostenido; y promover el concepto de zonas o reservas ecológicas productivas y de áreas naturales protegidas al servicio del desarrollo (Congreso del Estado 1998).

Castro González, E.E. 2017. Instrumentos federales y locales para la protección de la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 197-207.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Instrumentos de política ambiental previstos en la legislación federal (LGEEPA) y estatal (LEEPAECZ).

Instrumentos	Federal	Estatal
Planeación ambiental	•	•
Ordenamiento ecológico del territorio	•	•
Criterios ecológicos en la promoción del desarrollo estatal		•
Instrumentos económicos	•	•
Regulación ambiental de los asentamientos humanos	•	•
Evaluación del impacto ambiental	•	•
Normas oficiales mexicanas	•	
Autorregulación y auditorías ambientales	•	•
Investigación y educación ecológicas	•	•

Fuente: elaboración propia mediante consulta de SEDUE 1988, Congreso del Estado 1998.

Sin embargo, al hacer una interpretación extensiva de lo que se entiende por instrumento de política ambiental, podrían considerarse como tales a la vigilancia y las sanciones, pues aunque ni la ley federal ni la del estado las contemplan en el apartado correspondiente, son instrumentos correctivos cuya aplicación es necesaria en determinados casos para el cumplimiento de los instrumentos de política ambiental (cuadro 1).

Respecto a la pluralidad de tales instrumentos, cada uno tiene un ámbito particular de aplicación y diferentes condiciones de alcance, eficacia y costo/efectividad, pues no todo instrumento puede generalizarse para afrontar cualquier problema o para acceder a todo tipo de objetivos; algunos instrumentos pueden ser de amplio espectro y aplicados de manera generalizada, mientras que otros tienen mayor especificidad y sólo pueden imponerse a conductas o proyectos claramente determinados en el tiempo y espacio (SEMARNAP 1996).

No obstante la amplia y completa regulación de los instrumentos de política ambiental en la legislación federal y en la del estado, para efectos de este trabajo se han englobado los mismos en cuatro grandes rubros: instrumentos normativos, institucionales, económicos y de planeación. Lo anterior con la finalidad de hacer más tangible su relación con los objetivos que persigue el presente estudio.

Instrumentos normativos

Estos instrumentos tienen como finalidad establecer normas y límites que deben ser respetados por los agentes que intervienen en la política y gestión ambientales, y se clasifican según el recurso que se pretende proteger, o bien la actividad que se quiere regular y que genera impacto ambiental.

En el orden federal, son instrumentos normativos los siguientes:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Congreso de la Unión 1917). Las bases constitucionales en materia ambiental pueden clasificarse de la siguiente forma (Carmona 2000):

- Principios que consagran derechos: en esta categoría se mencionan los artículos 4 (derecho a un medio ambiente

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sano para su desarrollo y bienestar y a la protección de la salud) y 25 (derecho al desarrollo integral y sustentable).
- Principios fundamentales: 25 (modalidades ambientales a la actividad industrial) y 27 (conservación de los recursos naturales y de preservación y restauración del equilibrio ecológico).
- Principios orgánico-administrativos: 73 xvi (medidas del Consejo de Salubridad General para prevenir y combatir la contaminación ambiental), 73 xxix-g (sistema de concurrencias en materia ambiental entre el gobierno federal y los estatales y municipales), y 115 (atribuciones de los municipios en materia ambiental).

Instrumentos internacionales

Estos instrumentos para la protección del medio ambiente empiezan a consolidarse al final de la década de los sesenta y principio de la de los setenta, en virtud de que durante esta época se comenzaron a formar reglas generales y principios especiales mediante los cuales la protección del medio ambiente ha llegado a ser objeto de regulación plena por parte de las normas del derecho internacional público (Rojas-Amandi 2002).

En este apartado son de destacarse como instrumentos internacionales que contienen disposiciones en materia ambiental y son vinculantes para el Estado mexicano, los siguientes:

- Declaración Universal de Derechos Humanos (onu 1948).
- Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (onu 1966).
- Declaración de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, Estocolmo (onu 1972).
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (cdb 1992).
- Convención Interamericana de los Derechos Humanos, Pacto de San José (oea 1969).
- Tratado de Libre Comercio de América del Norte (oea 1994).
- Acuerdo de Cooperación Ambiental (oea 1994).
- Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (pnuma 1985).
- Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (pnuma 1987).
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (cit 2001).
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (cdb 1992, sre 1993).

Leyes federales. Actualmente los instrumentos normativos de orden federal que inciden en materia ambiental comprenden las leyes contenidas en el cuadro 2.

Por otro lado, en el orden local, son instrumentos normativos los siguientes:

Constitución Política del Estado de Coahuila de Zaragoza (Congreso del Estado 1918). Regula el derecho a un medio ambiente adecuado de una forma más completa que la Constitución federal; el artículo 172 del ordenamiento local establece lo siguiente:

> Todos tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.
>
> El estado y los municipios, dentro del ámbito de sus respectivas competencias, velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Leyes federales que inciden en la materia ambiental.

Leyes	Fecha de publicación
Ley Federal de Derechos	31 de diciembre de 1981
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	28 de enero de 1988
Ley Minera	26 de junio de 1992
Ley de Aguas Nacionales	1 de diciembre de 1992
Ley de Asentamientos Humanos	21 de julio de 1993
Ley General de Vida Silvestre	3 de julio de 2000
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	7 de diciembre de 2001
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	8 de octubre de 2003
Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados	18 de marzo de 2005
Ley Federal de Pesca y Acuacultura Sustentable	24 de julio de 2007
Ley General de Cambio Climático	6 de junio de 2012
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	7 de junio de 2013

Fuente: elaboración propia con base en el DOF, de acuerdo a la fecha de publicación.

> Para quienes violen lo dispuesto en el párrafo anterior en los términos que la Ley fije, se establecerán sanciones penales, o en su caso, administrativas, así como la obligación de reparar el daño.

Leyes locales. Actualmente los instrumentos normativos vigentes que inciden en materia ambiental en el estado son nueve (cuadro 3).

Tanto en el orden federal como en el local hay un número considerable de reglamentos que impactan en materia de conservación de la biodiversidad (cuadros 4 y 5).

Normas oficiales mexicanas (NOM). Forman parte fundamental de los instrumentos de política ambiental. Se definen como las regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a la terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación (SCFI 1992).

Las NOM vigentes en materia de medio ambiente se agrupan de conformidad con los siguientes temas: agua, medición de concentraciones, emisiones de fuentes fijas, emisiones de fuentes móviles, residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y de manejo especial, protección de flora y fauna, suelos, contaminación por ruido, impacto ambiental, pesca y, por último, lodos y biosólidos (SEMARNAT 2013).

Instrumentos institucionales

El andamiaje institucional de la federación, estados y municipios se constituye por aquellas dependencias y entidades de la administración pública que se encargan y coadyuvan en la protección del medio ambiente, en el ámbito de sus respectivas competencias.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Instrumentos normativos vigentes que inciden en materia ambiental en Coahuila.

Leyes	Fecha de publicación
Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza	8 de diciembre de 1998
Ley de Protección a los Animales para el Estado de Coahuila de Zaragoza	15 de abril de 1997
Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Coahuila de Zaragoza	2 de diciembre de 2005
Ley Forestal del Estado de Coahuila de Zaragoza	1 de octubre de 2006
Ley del Fomento al Uso Racional de la Energía para el Estado de Coahuila de Zaragoza	13 de julio de 2007
Ley que crea la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza	17 de enero de 2009
Ley de Vida Silvestre para el Estado de Coahuila de Zaragoza	16 de octubre de 2012
Ley para Combatir el Ruido en el Estado de Coahuila de Zaragoza	16 de octubre de 2012
Ley de Hacienda para el Estado de Coahuila de Zaragoza	21 de diciembre de 2012

Fuente: elaboración propia con base en el POE, de acuerdo a la fecha de publicación.

Cuadro 4. Reglamentos vigentes en el orden federal que inciden en materia ambiental.

Reglamento	Fecha de publicación
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera	25 de noviembre de 1988
Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	12 de enero de 1994
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental	30 de mayo de 2000
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas	30 de noviembre de 2000
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico	8 de agosto de 2003
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes	3 de junio de 2004
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	21 de febrero de 2005
Reglamento General de Vida Silvestre	30 de noviembre de 2006
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	30 de noviembre de 2006
Reglamento de la Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados	19 de marzo de 2008
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales	29 de abril de 2010
Reglamento de la Ley Minera en Materia de Gas Asociado a los Yacimientos de Carbón Mineral	16 de diciembre de 2008
Reglamento de la Ley Minera	12 de octubre de 2012

Fuente: elaboración propia con base en el DOF, de acuerdo a la fecha de publicación.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 5. Reglamentos vigentes en el estado que inciden en materia ambiental.

Reglamento	Fecha de publicación
Reglamento para el Otorgamiento de Opiniones Favorables para la Fabricación, Almacenamiento, Comercialización, Consumo y Transportación de Materiales Explosivos en el Estado de Coahuila	14 de marzo de 2008
Reglamento Interior de la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento de Coahuila	16 de mayo de 2008
Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza en Materia de Impacto Ambiental	23 de abril de 2010
Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza en Materia de Emisiones y Transferencia de Contaminantes	6 de julio de 2010
Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera	21 de agosto de 2012
Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Coahuila de Zaragoza	21 de agosto de 2012
Reglamento Interior del Consejo Ciudadano Estatal para el Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	25 de marzo de 2014

Fuente: elaboración propia con base en el POE, de acuerdo a la fecha de publicación.

Los instrumentos institucionales cobran especial relevancia, pues su grado de consolidación y desarrollo revela, hasta cierto punto, la importancia que cada orden de gobierno otorga a la materia.

La estructura de la federación, del estado y sus municipios (cuadro 6) muestra que los tres órdenes de gobierno, además de colaborar entre sí, cuentan con un esquema institucional completo que es capaz de hacer efectiva la aplicación del marco normativo antes descrito.

Instrumentos económicos

Se consideran como tales a los mecanismos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas, y las incentivan a realizar acciones que favorezcan el ambiente (art. 22, LGEEPA).

Estos instrumentos económicos son herramientas para impulsar el cumplimiento de los objetivos de política ambiental, mediante los cuales se busca:

- Promover un cambio en la conducta de las personas que realicen actividades industriales, comerciales y de servicios (art. 21, LGEEPA).
- Otorgar incentivos a quien realice acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico (art. 21, LGEEPA).
- Impulsar una mayor equidad social en la distribución de costos y beneficios asociados a los objetivos de la política ambiental (art. 21, LGEEPA).

Instrumentos económicos en el orden federal

Se cuenta con diversos programas que otorgan apoyos y subsidios a cargo de la SEMARNAT, y destinan recursos económicos para realizar es-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 6. Estructura institucional de la federación, del estado y sus municipios.

Orden de gobierno	Instituciones
Federación	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales Procuraduría Federal de Protección al Ambiente Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Comisión Nacional del Agua Comisión Nacional Forestal Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
Coahuila	Secretaría del Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza Procuraduría del Medio Ambiente del Estado de Coahuila
Municipios	Direcciones municipales de Ecología Sistemas municipales de Agua

Fuente: elaboración propia mediante consulta de los sitios oficiales de internet de semarnat, sema y Ayuntamiento de Saltillo.

trategias que van desde el combate a la pobreza hasta la realización de obras públicas. Entre estos programas están los siguientes:

- *Fomento para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre*, que tiene por objeto conservar y aprovechar sustentablemente la vida silvestre nativa y su hábitat, para fortalecer el desarrollo social y generar ingresos económicos en las zonas y comunidades rurales de la república mexicana, y al cual se le ha asignado un presupuesto de 177 291 749 pesos (semarnat 2015b).
- *Prevención y Gestión Integral de Residuos*, que fomenta el control de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el país, a través del financiamiento de estudios o programas de prevención y gestión integral y proyectos para incrementar la capacidad instalada para la recolección, aprovechamiento y disposición final adecuada de dichos residuos, y al cual se le ha asignado un presupuesto de 539 858 543 pesos (semarnat 2015a).
- *Programa de Manejo de Tierras para la Sustentabilidad Productiva*, que establece áreas demostrativas de manejo sustentable de tierras en las áreas con uso agropecuario que son limítrofes a la vegetación natural, en terrenos preferentemente forestales, con la finalidad de poner en práctica acciones con un enfoque integral que permita la conservación *in situ* y el uso sustentable de ecosistemas y especies que proporcionen servicios ecosistémicos, y al cual se le ha asignado un presupuesto de 3 millones de pesos (semarnat 2015a).
- *Programa de Subsidios a Organizaciones de la Sociedad Civil,* que impulsa procesos que contribuyan a promover el desarrollo sustentable, la conservación de los recursos naturales y el mejoramiento del medio ambiente, así como el crecimiento económico, a través del ingreso y autoempleo, con la generación de acciones para la autosustentabilidad alimentaria de grupos de mujeres y hombres y de comunidades y pueblos indígenas, mediante el otorgamiento de subsidios a organizaciones de la sociedad civil, para realizar proyectos productivos sustentables, con perspectiva

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de género y de atención diferenciada a pueblos indígenas, y al cual se le ha asignado un presupuesto de 17 millones 900 mil pesos (SEMARNAT 2015a).

- *Programa de Subsidios a Proyectos de Educación Ambiental*, que brinda asesoría y acompañamiento a los Comités de Cuidado del Medio Ambiente y Limpieza del Entorno Escolar, de los Consejos Escolares de Participación Social para el desarrollo de proyectos de gestión ambiental en los planteles educativos intervenidos por el Programa Escuelas Dignas, de la Secretaría de Educación Pública en el 2013, y al cual se le ha asignado un presupuesto de hasta 450 mil pesos por proyecto (SEMARNAT 2016).

Instrumentos económicos en el orden estatal

En la legislación del estado ha habido importantes avances en materia de establecimiento de instrumentos económicos. Sin embargo, éstos se han utilizado para imponer cargas fiscales, por ejemplo el impuesto por remediación ambiental de materiales pétreos del que es objeto su extracción, explotación o aprovechamiento, así como los productos derivados que se precisan en este capítulo, que no sean concesibles por la federación y que constituyan depósitos de igual naturaleza a los componentes de los terrenos.

Instrumentos económicos en el orden municipal

Finalmente, en el orden municipal, los instrumentos económicos han sido explorados de una manera limitada; en general se vinculan a los servicios públicos y tienen principalmente fines recaudatorios.

Instrumentos de planeación

La planeación no es un instrumento exclusivo de la política ambiental, sino que además es un mecanismo propio de la política económica y, especialmente, de la política de desarrollo. En general, se puede decir que la planeación es un proceso de determinación de las acciones que deben realizarse y de los medios necesarios a ese efecto, para alcanzar un desarrollo integral que sea socialmente adecuado.

En el derecho mexicano la planeación está regulada de forma específica en las leyes de la materia: Ley de Planeación (del orden federal) y Ley de Planeación del Estado de Coahuila de Zaragoza.

Instrumentos de planeación en el orden federal

En este ámbito hay dos instrumentos de gran relevancia: el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (SHCP 2013) y el Acuerdo por el que se expide la Estrategia Nacional de Cambio Climático (SEMARNAT 2013).

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 establece estrategias para impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador, que preserve el patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo de manera eficaz (SHCP 2013).

Por ello se necesita hacer del cuidado del medio ambiente una fuente de beneficios palpable, es decir, los incentivos económicos de las empresas y la sociedad deben contribuir a alcanzar un equilibrio entre la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el desarrollo de actividades productivas, así como retribuir a los propietarios o poseedores de tales recursos por los beneficios de los servicios ambientales que proporcionan.

Por otro lado, el objetivo 4.4 del Plan Nacional consiste en impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve el patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo (SHCP 2013).

Para alcanzar lo anterior plantea una serie de estrategias, como son: articular una política

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad; implementar un manejo sustentable del agua, para hacer posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso; fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente, para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente[2] y de bajo carbono, y proteger el patrimonio natural, entre otras (shcp 2013).

Instrumentos de planeación en el orden estatal

En el caso de Coahuila la planeación ambiental se encuentra en una primera instancia en el tercer Eje Rector del Programa Estatal de Desarrollo 2011-2017, "Una nueva propuesta para el desarrollo social", bajo el subtema "Medio ambiente y desarrollo sustentable" (Gobierno del Estado 2012).

Asimismo señala como estrategias: promover una cultura de cuidado al medio ambiente en todos los niveles educativos; garantizar el derecho que tienen los habitantes de Coahuila, y las futuras generaciones, de vivir en un ambiente sano; promover el aprovechamiento racional, la conservación y la recuperación del patrimonio natural del estado; coordinar esfuerzos con los otros órdenes de gobierno para establecer programas orientados a la protección de especies prioritarias o en alguna categoría de conservación; promover las iniciativas tendientes a la mitigación y adaptación al cambio climático derivado de la emisión de gases de efecto invernadero, entre otros.

Cabe señalar que una gran aportación del Programa Estatal de Desarrollo 2011-2017 es el establecimiento de indicadores de resultados sobre las estrategias planteadas (Gobierno del Estado 2012), por lo que el cumplimiento de la planeación ambiental será medido con base en los siguientes indicadores:

- Porcentaje de sobreexplotación de acuíferos.
- Porcentaje de población en zonas urbanas con monitoreo de la calidad de aire.
- Porcentaje de recolección de residuos sólidos urbanos.
- Porcentaje de residuos sólidos urbanos dispuestos en rellenos sanitarios.
- Tasa de empresas certificadas como limpias.
- Miles de toneladas de residuos peligrosos generados al año por millón de habitantes.
- Hectáreas anuales reforestadas con plantas de vivero.
- Porcentaje de suelos degradados respecto al total de la superficie.
- Miles de hectáreas con protección a la biodiversidad.
- Áreas naturales protegidas, en km^2 por cada 100 000 km^2, ponderadas por biodiversidad.

Asimismo este instrumento incluye al Centro de Estudios de la Biodiversidad, como uno de los 45 proyectos estratégicos de la administración, y se han puesto en marcha el Plan Estatal Contra el Cambio Climático en Coahuila (sema 2013) y el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Coahuila de Zaragoza (sema 2013).

Adicionalmente, en el mes de octubre de 2014, se emitió el Programa Estatal del Medio Ambiente 2011-2017 (Gobierno del Estado 2014), el cual plantea como visión que Coahuila sea un estado con un alto cumplimiento ambiental que minimice el impacto negativo en el medio y fomente la conservación de la biodiversidad, con la participación de todos los sectores de la sociedad (Gobierno del Estado 2014).

El referido programa contempla, dentro de las líneas de acción de una denominada Agenda Verde, la elaboración de planes y programas de manejo para la reintroducción de especies nati-

[2] El diccionario de la Real Academia Española define a la resiliencia como la capacidad humana de asumir con flexibilidad situaciones límite y sobreponerse a ellas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

vas que garanticen la conservación de la biodiversidad y los beneficios que ésta provee. Asimismo contempla, como proyecto estratégico de la presente administración pública, la creación del Centro de Información sobre Biodiversidad y el inventario de la biodiversidad del estado.

Conclusión

La protección de la biodiversidad en Coahuila se encuentra inmersa en una estructura normativa, institucional y económica compleja. Los instrumentos de política ambiental que se han implementado en el transcurso del tiempo, han significado para la entidad un doble proceso. Por un lado, el ejercicio de las atribuciones que le asigna la legislación federal en términos de competencia y, por el otro, la armonía que debe existir entre estas disposiciones y el resto del marco jurídico, institucional y económico preexistente.

Aun con esta complejidad la entidad ha conjugado los diferentes instrumentos de política ambiental a favor de la protección a la biodiversidad. Los avances más notables quizá se encuentren reflejados en la creación y funcionamiento de la Procuraduría Local de Protección al Ambiente, en el ámbito de los instrumentos legales e institucionales, y en el desarrollo de planes y programas de protección, en el ámbito de los instrumentos de planeación.

Uno de los grandes retos en el tema es, sin duda, fortalecer y orientar con respeto irrestricto a las atribuciones de los municipios del estado, pues en esta esfera de gobierno es donde los instrumentos de política ambiental son menos visibles, pero a la vez más necesarios.

Referencias

Carmona, M.C. 2000. Derechos en relación con el medio ambiente. Cámara de Diputados LVIII Legislatura/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo y el Convenio sobre la Diversidad Biológica. En: <*https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf*>, última consulta: 3 de julio de 2015.

CIT. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. 2001. En: <*https://www.scjn.gob.mx/libro/InstrumentosConvencion/PAG0245.pdf*>, última consulta: 4 de abril de 2016.

Congreso de la Unión. 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el DOF. Última reforma publicada el 29 de enero de 2016.

Congreso del Estado. 1918. Constitución Política del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 19 de febrero de 1918 en el POE. Última reforma publicada el 19 de febrero de 2016.

——. 1998. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 8 de diciembre de 1998 en el POE. Última reforma publicada el 8 de marzo de 2016.

Gobierno del Estado. 2012. Programa Estatal de Desarrollo 2011-2017. En: <*http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/DESARROLLO%20ECONOMICO.pdf*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

Gobierno del Estado. 2014. Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017. En: <*http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/P-Actualizados/PROGRAMA%20SECTORIAL%20SEMA-2014.pdf*>, última consulta: 5 de enero de 2015.

OEA. Organización de los Estados Americanos. 1969. Convención Interamericana de los Derechos Humanos (Pacto de San José). En: <*http://www.oas.org/dil/esp/tratados_B-32_Convencion_Americana_sobre_Derechos_Humanos.htm*>, última consulta: 4 de abril de 2016.

——.1994. Acuerdo de Cooperación Ambiental. En: <*http://www.sice.oas.org/trade/nafta_s/ambien1.asp*>, última consulta: 4 de abril de 2016.

——. 1994. Tratado de Libre Comercio de América del Norte. En: <*http://www.tlcanhoy.org/*>, última consulta: 4 de abril de 2016.

ONU. Organización de las Naciones Unidas. 1948. Declaración Universal de Derechos Humanos. En: <*http://www.un.org/es/documents/udhr/*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

——. 1966. Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. En: <*http://www.ohchr.org/SP/ProfessionalInterest/Pages/CESCR.aspx*>, última consulta: 4 de abril de 2016.

——.1972. Declaración de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, Estocolmo. En: <*http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf*>, última consulta: 4 de abril de 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

pnuma. 1985. Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono. En <*http://ozone.unep.org/pdfs/viennatext-sp.pdf*>, última consulta: 4 de abril de 2016.

——. 1987. Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono. En: <*http://ozone.unep.org/es/manual-del-protocolo-de-montreal-relativo-las-sustancias-que-agotan-la-capa-de-ozono/29819*>, última consulta: 4 de abril de 2016.

Rojas-Amandi, V.M. 2002. El derecho internacional público del medio ambiente al inicio del siglo xxi. *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*, Vol. ii.

scfi. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Ley Federal sobre Metrología y Normalización. 1992. Publicada el 1 de julio de 1992 en el dof. Última reforma publicada el 14 de julio de 2014.

Secretaría de Gobernación. s/f. Diario Oficial de la Federación (dof). Consulta por fecha. En: <*http://www.dof.gob.mx/*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

sedue. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el dof. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015.

sema. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2013 Plan Estatal Contra el Cambio Climático. En: <*http://www.sema.gob.mx/SGA-CC-PLANESTATAL.htm*>, última consulta: 31 de abril de 2016.

——.2013. Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. En: <*http://www.sema.gob.mx/DJ-ML-PROGRAMAS.html*>, última consulta: 31 de marzo de 2016.

semarnap. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1996. Programa de Medio Ambiente 1995-2000. Publicado el 3 de abril de 1996 en el dof. En: <*http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=100*>, última consulta: 1 de febrero de 2013.

semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Normas Oficiales Mexicanas. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/normas-oficiales-mexicanas*>, última consulta: 12 de junio de 2015.

——. 2015a. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y normas/nomshttp://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/nomsxmateria.aspx*>, última consulta: 13 de enero de 2015.

——. 2015b. Fomento para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre En: <*http://www.semarnat.gob.mx/apoyos-y-subsidios/fomento-para-la-conservacion-y-aprovechamiento-sustentable-de-la-vida-silvestre*>, última consulta: 12 de junio de 2017.

——. 2016. Programa de Subsidios a Proyectos de Educación Ambiental. En: <*http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-subsidios-a-proyectos-de-educacion-ambiental*>, última consulta: 12 de junio de 2017.

shcp. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. 2013. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Publicado el 20 de mayo de 2013 en el dof. Texto vigente.

sre. Secretaría de Relaciones Exteriores. 1993. Decreto de promulgación del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Publicado el 7 de mayo de 1993 en el dof. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Herramientas jurídicas para la protección del ambiente. Actualidad y retos

Carlos Antonio Franco Flores

Introducción y antecedentes

El ambiente consiste en el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el ser humano que hacen posible su existencia y desarrollo, así como el de los demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados (SEDUE 1988).

Por otro lado la biodiversidad se define como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forma parte, comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas" (SEDUE 1988, CDB 1992, SRE 1993), por lo que, para poder conservar la biodiversidad, es necesario proteger el ambiente.

Es por ello que el objetivo de este texto es hacer una descripción de las herramientas jurídicas vigentes que permitan la materialización de la protección del ambiente y, por ende, la biodiversidad, a través del orden gubernamental o poder competente de acuerdo al caso particular.

Como ser racional, el ser humano ha creado, a través del derecho ambiental, un conjunto de normas de cumplimiento obligatorio con la intención de proteger y conservar el medio ambiente y su equilibrio. Previo a un mandato legal de protección integral y coordinada, cada disciplina del derecho abordaba, de forma acotada, la protección dirigida a ciertos elementos que integran al medio ambiente. Sin embargo, esta protección quedaba corta en los niveles de protección esperados.

No fue sino hasta 1972 que el concepto de derecho ambiental se adoptó formalmente, por medio de la Declaración de Estocolmo (ONU 1973). A raíz de ésta, México dio pasos hacia el desarrollo institucional de protección, que en sus inicios fueron débiles.

En 1982 se creó la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), que formuló por primera vez el Plan Nacional de Ecología 1984-1988, aunado a la promulgación de la Ley Federal de Protección al Ambiente, la cual estuvo vigente hasta 1988, cuando la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (SEDUE 1988) entró en vigor.

Estas acciones reflejaban un compromiso serio del Estado a favor de la protección al ambiente de manera integral. A través de los años,

Franco Flores, C.A. 2017. Herramientas jurídicas para la protección del ambiente. Actualidad y retos. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 209-213.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

por medio de reformas a las leyes de la materia y el fortalecimiento institucional mediante la creación de órganos especializados, se ha logrado la incorporación de la protección y conservación del medio ambiente como una tarea de atención en el desarrollo económico y social. Este avance llegó en 1999 a un punto de reconocimiento constitucional, al incorporarse en el artículo 4º el derecho a un medio ambiente adecuado.

Esta incorporación al texto constitucional generó un desafío administrativo y jurisdiccional, pues al ser el medio ambiente único e indivisible, generó muchas cuestiones sobre el diseño y desarrollo de mecanismos para velar por su protección.

La reforma al artículo 4º constitucional en el año 2012 aprobada por la LXI Legislatura (Congreso de la Unión 1917) incorporó dos elementos de gran valor para la protección y conservación al ambiente: la garantía de respeto por parte del Estado al derecho de toda persona al medio ambiente sano, y la responsabilidad para quien provoque deterioro en él.

El constituyente, consciente del gran reto que representa la protección integral del medio ambiente y la biodiversidad, faculta al Congreso de la Unión para legislar sobre leyes que establezcan la concurrencia en la materia, para que cada orden de gobierno participe de acuerdo a sus capacidades.

Herramientas jurídicas estatales

En el caso de Coahuila, la Constitución local guarda congruencia con la federal, al reconocer entre los derechos humanos el correspondiente al disfrute de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de las personas, e impone la obligación de conservarlo por parte del propio estado y los municipios que lo integran.

De esta norma suprema estatal se deriva la legislación específica en la materia. La Ley del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente del Estado de Coahuila (Congreso del Estado 1998) y otra particular, la Ley Forestal (Congreso del Estado 2006), se suman a la de Ley de Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano del Estado de Coahuila de Zaragoza (Congreso del Estado 1994), instrumento que abarca la preservación del equilibrio ecológico, así como la biodiversidad y protección al ambiente.

En cuanto al desarrollo de instituciones encargadas de tutelar en estas materias, se cuenta con una dependencia estatal, la Secretaría de Medio Ambiente (SEMA), encargada de formular y conducir las políticas públicas en materia de recursos naturales, equilibrio ecológico, saneamiento ambiental, vida silvestre, protección y restauración ecológica y recursos forestales, así como de elaborar el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado.

La SEMA cuenta con un órgano desconcentrado para vigilar y evaluar el cumplimiento de las obligaciones y disposiciones previstas en la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Se puede afirmar, entonces, que Coahuila, en uso de sus facultades constitucionales y legales, ha generado herramientas propias para la protección al ambiente y la conservación de la biodiversidad. Por una parte, un marco normativo para su protección y, por la otra, el desarrollo institucional para su planeación, ejecución y sanción.

Avances jurisprudenciales en la protección al ambiente

Resulta pertinente señalar que, en el ámbito judicial, se tienen avances jurisprudenciales con respecto a la protección al medio ambiente.

Tal es el caso que ha resuelto la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) en el amparo en revisión 435/96, promovido por la Fundación Mexicana para la Protección Ambiental, en donde, por medio de la tesis aislada titulada "Ecología. El interés jurídico para promover el

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

amparo en contra de leyes de esa materia, corresponde a la comunidad como titular de los derechos colectivos" (SCJN 1997), determinó la expansión del principio de relatividad en la sentencia de amparo a todos los miembros de una asociación, como titulares de derechos colectivos reconocidos por ley. Esto puede considerarse un primer esbozo de reconocimiento de la titularidad y alcance del medio ambiente como bien jurídico tutelado.

En el caso citado se aprecia cómo la interpretación de los jueces delinea y clarifica el mandato del constituyente, sobre el objeto de la protección constitucional del entorno considerado como derecho fundamental.

La tesis aislada titulada "Medio ambiente. Al ser un derecho fundamental está protegido en el ámbito internacional, nacional y estatal, por lo que las autoridades deben sancionar cualquier infracción, conducta u omisión en su contra" (SCJN 2012a) sienta base para establecer que el medio ambiente es una conjunción de diversos valores y principios, como son la salud y la calidad del entorno para el desarrollo individual y colectivo, y que llevan al correcto ejercicio y desenvolvimiento de la vida, los cuales merecen toda la protección institucional.

La tesis titulada "Derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. Aspectos en que se desarrolla" (SCJN 2007) define dos elementos de eficacia del derecho al medio ambiente: a) en un poder de exigencia y un deber de respeto *erga omnes* (frente a todos) para preservar la sustentabilidad del entorno ambiental, que implica la no afectación ni lesión a éste (eficacia horizontal de los derechos fundamentales); y b) en la obligación correlativa de las autoridades de vigilancia, conservación y garantía de que sean atendidas las regulaciones pertinentes (eficacia vertical).

La vigilancia del Estado mexicano y sus autoridades a favor del desarrollo del medio ambiente y la biodiversidad debe conjuntarse armónicamente con otros principios constitucionales. A este respecto, la tesis aislada titulada "Medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. Su relación con otros derechos fundamentales y principios constitucionales que intervienen en su protección" (SCJN 2012b) establece que el interés social de protección al medio ambiente debe tener las restricciones estrictamente necesarias para mantener ese interés, y no contraponerse al interés general del desarrollo sustentable, establecido en el artículo 25 constitucional.

La protección del medio ambiente y la biodiversidad que se promueve no es una limitante al desarrollo sustentable y económico, sino que constituye un marco para la generación de procesos y regulaciones que permitan un orden en la conjunción de elementos vivos y no vivos, que favorezca la conservación de las especies y garantice la preservación de las mismas.

Para el 2016, el Poder Judicial federal deja de abordar el tema del medio ambiente como un asunto meramente administrativo, para pasar a la óptica de los derechos fundamentales. Nuevos y relevantes criterios, sumados a los precedentes, se generan día a día para crear un sistema de límites y alcances a la gestión medioambiental.

Retos

El reto en el caso del estado es la instalación y puesta en funcionamiento del Tribunal Contencioso Administrativo para la resolución de controversias en sentido estricto sobre los actos administrativos de control, ordenamiento y conservación del medio ambiente; de forma contraria, el mantener la resolución de disputas dentro del ámbito administrativo conlleva a los extremos, pues se tiene que la autoridad es juez y parte, mientras que para inconformarse de esa situación, se tiene que solicitar al Poder Judicial federal, correspondiente a otro orden de gobierno, que debe resolver de acuerdo a la óptica de protección de derechos fundamentales, no así sobre normas técnicas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

De igual forma, sobre los retos judiciales que se presentan para la protección a la biodiversidad, destaca la modificación constitucional que crea una figura jurídicamente joven en México, la de las acciones colectivas. Tal tipo de acciones es producto de la reforma al artículo 17 constitucional (LXI Legislatura, Congreso de la Unión 1917), y por medio de ellas se ejerce la defensa de derechos de un determinado grupo de personas o sobre un bien jurídico tutelado compartido, como es el caso del medio ambiente.

Las entidades federativas deberán estar preparadas en una doble dimensión, para implementar medidas de protección a la colectividad y para la compensación de daños realizados, ya sea con medidas coercitivas para obligar al generador del daño a repararlo, o con políticas públicas que tengan por objeto la prevención y protección ambiental eficaz y necesaria.

Conclusión

Coahuila cuenta con un marco normativo adecuado para la creación de herramientas jurídicas propias para la protección al ambiente y la biodiversidad. Ha establecido su política pública a través del Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017 (Gobierno del Estado 2014). Sin embargo, quedan en el aire cuestiones como el saber si estas herramientas son suficientes, efectivas y eficientes, y si la sociedad y el gobierno están listos para enfrentar este tema que cada día se vuelve más complejo.

La necesaria puesta en marcha del Tribunal Contencioso Administrativo no puede ni debe postergarse. Su labor vendrá a complementar los esfuerzos realizados por el orden federal y dará atención a los actos estatales y municipales que permitan la protección al medio ambiente y la biodiversidad de forma más apegada al programa estatal.

Por ahora se considera que las herramientas jurídicas cumplen con las necesidades de protección, conservación y restauración de la biodiversidad presente en el estado. Lo indispensable y necesario es que cuenten con una adecuada aplicación y observancia por parte de la sociedad y el gobierno.

Referencias

CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. En: <*https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf*>, última consulta: 3 de julio de 2015.

Congreso del Estado. 1918. Constitución Política del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 19 de febrero de 1918 en el POE. Última reforma publicada el 11 de noviembre de 2014.

——. 1994. Ley de Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 26 de julio de 1994 en el POE. Última reforma publicada el 16 de septiembre de 2014.

——. 1998. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 8 de diciembre de 1998 en el POE. Última reforma publicada el 4 de febrero de 2011.

——. 2006. Ley Forestal del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 1 de octubre de 2006 en el POE. Última reforma publicada el 22 de abril de 2014.

——. 2009. Ley que crea la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Coahuila. Publicada el 17 de enero de 2009 en el POE. Texto vigente.

——. 2013. Ley de Protección y Trato Digno a los Animales para el Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 29 de noviembre de 2013 en el POE. Última reforma publicada el 23 de septiembre de 2014.

Congreso de la Unión. 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el DOF. Última reforma publicada el 15 de agosto de 2016.

Gobierno del Estado. 2014. Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017. En: <*http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/P-Actualizados/PROGRAMA%20SECTORIAL%20SEMA-2014.pdf*>, última consulta: 5 de enero de 2015.

ONU. Organización de las Naciones Unidas. 1973. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Estocolmo, 5 a 16 de junio de 1972. En:

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

<*http://www.dipublico.com.ar/conferencias/mediohumano/A-CONF.48-14-REV.1.pdf*>, última consulta: 3 de julio de 2015.

scjn. Suprema Corte de Justicia de la Nación. 1997. Ecología. El interés jurídico para promover el amparo en contra de leyes de esa materia, corresponde a la comunidad como titular de los derechos colectivos (Legislación del Estado de México). 198421. P. CXI/97. Pleno. Novena Época. *Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta*. Tomo v, junio de 1997, p. 156. En: <*http://sjf.scjn.gob.mx/sjfsist/Documentos/Tesis/198/198421.pdf*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

——. 2007. Derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. Aspectos en que se desarrolla. 2004684. I.4o.A. J/2 (10a.). Tribunales Colegiados de Circuito. Décima Época. *Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta*. Libro xxv, octubre de 2013, p. 1627. En: <*http://sjf.scjn.gob.mx/sjfsist/Documentos/Tesis/2004/2004684.pdf*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

——. 2012a. Medio ambiente. Al ser un derecho fundamental está protegido en el ámbito internacional, nacional, estatal, por lo que las autoridades deben sancionar cualquier infracción, conducta u omisión en su contra. 2001686. XI.1o.A.T.4 A (10a.). Tribunales Colegiados de Circuito. Décima Época. *Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta*. Libro xii, septiembre de 2012, p. 1925. En: <*http://sjf.scjn.gob.mx/SJFSist/Documentos/Tesis/2001/2001686.pdf*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

——. 2012b. Medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. Su relación con otros derechos fundamentales y principios constitucionales que intervienen en su protección. 160000. I.4o.A.811 A (9a.). Tribunales Colegiados de Circuito. Décima Época. *Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta*. Libro xi, agosto de 2012, p. 1807. En: <*http://sjf.scjn.gob.mx/SJFSist/Documentos/Tesis/160/160000.pdf*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

sedue. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el dof. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015.

semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Publicada el 7 de junio de 2013 en el dof. Texto vigente.

sre. Secretaría de Relaciones Exteriores. 1993. Decreto de promulgación del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Publicado el 7 de mayo de 1993 en el dof. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La reforma energética y el gas shale

Marta Laura Carranza Aguayo, Diana Melisa Talamás Santos, Antonio Moreno Talamantes y Javier Iván Gómez Crespo Rodríguez

Introducción

La reforma energética abre oportunidades de gran magnitud para México. Se estima que la inversión privada se incrementará de dos a tres puntos como proporción del producto interno bruto (PIB).

Existen cinco provincias o cuencas geológicas con potencial de extracción de gas shale: Chihuahua, Sabinas-Burro-Picachos, Burgos, Tampico-Misantla y Veracruz, y en el país se tiene una reserva de gas de lutitas de 141.5 billones de pies cúbicos (mmmmpc); tan sólo en el norte del país se calcula que la existencia asciende a más de 120.8 billones (CNH 2017).

En lo que respecta al estado se encuentran las cuencas de Sabinas-Burro-Picachos y una pequeña parte de Burgos, con rocas del Cretácico en las formaciones Eagle Ford y La Casita (EIA 2015, COMIMSA 2016), que abarca los municipios de Abasolo, Acuña, Allende, Candela, Castaños, Cuatro Ciénegas, Escobedo, Frontera, Guerrero, Hidalgo, Jiménez, Juárez, Lamadrid, Monclova, Morelos, Múzquiz, Nadadores, Nava, Ocampo, Piedras Negras, Progreso, Sabinas, Sacramento, San Buenaventura, San Juan de Sabinas, Villa Unión y Zaragoza.

Se calcula que en la cuenca Sabinas-Burro-Picachos existe una reserva de gas de lutitas de 67 mmmmpc, que representa 47.37% de las reservas nacionales, lo que convierte a Coahuila en el estado con mayores reservas de México (CNH 2017).

En la Ronda Cero se otorgó a Petróleos Mexicanos (PEMEX) una cartera de proyectos en las áreas de extracción, como en las áreas de exploración. En el área de Burgos y Sabinas se otorgaron reservas del orden de 425 Mmbpce (millones de barriles de petróleo crudo equivalente) de recursos convencionales y 5 225 Mmbpce de no convencionales (SENER 2017b).

El Plan Quinquenal de Licitaciones para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos 2015-2019 menciona que para Coahuila se tiene contemplada una superficie de 577.7 km^2 para la exploración y extracción de recursos no convencionales, con un recurso prospectivo de 84.2 Mmbpce y un volumen remanente de 3.8 Mmbpce (SENER 2017a). Actualmente en el estado existen cinco pozos productores comerciales

Carranza Aguayo, M.L., D.M. Talamás-Santos, A. Moreno-Talamantes y J.I. Gómez Crespo R. 2017. La reforma energética y el gas shale. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 215-229.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de gas no convencional, uno no comercial y uno seco, administrados por PEMEX (CNH 2017).

El desarrollo seguro y sostenible de esta fuente de energía es fundamental para el futuro energético de México. Así, la reforma energética plantea aspectos jurídicos que regulan de manera estricta la normatividad que, en materia ambiental, se deben cumplir en las etapas de exploración y producción de estos hidrocarburos no convencionales.

Formación de hidrocarburos en lutitas

Las rocas poseen pequeñas cavidades llamadas poros, a veces apreciables a simple vista y otras de tamaño microscópico, por lo que una roca tiene cierta porosidad, mayor o menor según la cantidad de poros que tenga. Otra característica de la roca es la permeabilidad, la cual será alta o baja según qué tan interconectados estén los poros. Esto aumentará o reducirá la capacidad de circulación y salida de los fluidos contenidos en la roca.

Una idea bastante común del origen del petróleo es que se encuentra en cavernas o ríos subterráneos y fluye como petróleo puro. Sin embargo, tanto este energético como el gas se encuentran contenidos entre los poros de la roca. A estos fluidos atrapados se les conoce como "yacimientos" o "reservorios".

Al acumularse estratos encima de la roca generadora, la presión siguió en aumento y los fluidos acumulados fueron forzados a fluir a través de los poros. En algún punto estos fluidos se encontraron con una roca impermeable que no les permitió fluir más hacia la superficie. A este arreglo se le conoce como "trama" y así es como se forma un yacimiento (UT 2008).

El origen de cada roca define las características principales de la misma. Sin embargo, existen rocas como las lutitas, que no tienen permeabilidad, aunque si contienen hidrocarburos debido a su porosidad. A tales hidrocarburos contenidos en lutitas se les conoce como "gas/petróleo de lutitas" o "esquisto" (*shale oil* y *shale gas* en inglés).

Debido a la baja permeabilidad de las lutitas es necesario usar tecnología no convencional para poder extraer los hidrocarburos contenidos en ellas, pues éstos no tienen forma de fluir a través de la roca que normalmente fungía como sello. De ahí que a las operaciones para explotar este tipo de yacimientos se les conozca como "no convencionales."

Afectaciones a la biodiversidad

Brittingham y colaboradores (2014) mencionan que los efectos potenciales en los ecosistemas acuáticos y terrestres, producto de la extracción de gas y aceite de lutitas por métodos no convencionales, son similares a los generados por otras actividades antropogénicas, como el desarrollo urbano, la agricultura, la minería y, especialmente, la extracción convencional de hidrocarburos, debido a que el desarrollo de caminos, construcción de ductos, tuberías y desmonte se comparten en una u otra medida para desarrollar otras actividades humanas (cuadro 1).

Por lo citado en el párrafo anterior, se concluye que las principales afectaciones de la extracción de gas y aceite de lutitas por métodos no convencionales serían las siguientes: fragmentación del hábitat, efectos sobre la calidad y cantidad de agua, y efectos acumulativos en los hábitats y especies de interés.

En términos generales, el desarrollo de las actividades de extracción de gas natural por métodos no convencionales afecta a la fauna silvestre en la fragmentación de los hábitats (cuadro 2), mediante creación de redes de caminos y complejos de oleoductos, conversión de hábitats a espacios desarrollados, alteración del comportamien-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

to en respuesta al desarrollo de las actividades de construcción, ruido antropogénico, aumento de actividades humanas, etc., además de la mortalidad directa de la vida silvestre causada por un incremento en el acceso a sus tierras por parte de los humanos (Northrup y Wittemyer 2016).

Cuadro 1. Posibles efectos de la extracción de hidrocarburos en la biodiversidad y acciones para reducir el impacto.

Actividad	Características clave del desarrollo de la actividad	Posibles efectos en los hábitats	Posibles efectos en especies	Acciones reductoras de impacto
Exploración inicial-pruebas sísmicas	Unidades heliportables, vehículos rastreadores, detonaciones sísmicas	Erosión, afectación de los hábitats de especies excavadoras, alteraciones menores a corto plazo del paisaje, fragmentación del hábitat	En su mayoría son efectos a corto plazo, pero variarán según la especie, hábitat, densidad y anchura de las líneas sísmicas y tiempo de recuperación del hábitat Para algunas especies, como los anfibios, las líneas sísmicas pueden actuar como barreras al movimiento. También se pueden producir disturbios a las especies excavadoras	Realizar la caracterización basada en la ciencia de paisajes, hábitats y corredores, para ser tomados en cuenta en la planificación, prevención, mitigación y recuperación de los efectos de superficie Vigilar el terreno y efectuar la evaluación continua de los efectos en la comunidad y el uso del suelo Restringir o evitar el desarrollo en áreas de alto valor o sensibilidad con respecto a la biodiversidad, recursos hídricos, efectos en la comunidad, etc. Ubicar con precisión las zonas de explotación o extracción de hidrocarburos, para reducir los riesgos sobre y debajo del suelo Implementar medidas de gestión de riesgos para reducir la perturbación de los hábitats y usos del suelo Implementar medidas preventivas para reducir la presión sobre la biodiversidad
Construcción del pozo	Nivelación del terreno, amplias actividades de movimiento de tierra, construcción de nuevas carreteras o ampliación de las existentes, tráfico de camiones pesados, importación de materiales de estabilización	Conversión y fragmentación del hábitat, aumento de la perturbación, compactación del suelo, erosión, escorrentía y sedimentación, efectos sobre la calidad del agua	Cambios en la composición de la comunidad, con una tendencia de aumento de hábitat para especies generalistas y disminución para especies especialistas, propagación de especies invasoras, pérdida de especies raras o hábitats singulares	
Perforación del pozo	Grandes cantidades de equipo, que incluyen el mástil y tubería de perforación, brocas, lodo para perforar, producción y almacenamiento de los recortes de perforación y luces para permitir actividades las 24 horas del día	Efectos locales de ruido y contaminación lumínica, altos niveles de tráfico y perturbación, ocurrencia natural de materiales radiactivos algunas veces presentes en los recortes de perforación, uso menor de agua	Alteración local de la fauna por ruido y contaminación lumínica, disturbio, reducción de las poblaciones asociada con el tráfico de vehículos pesados, posible contaminación por la eliminación inadecuada de los recortes de perforación	

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Actividad	Características clave del desarrollo de la actividad	Posibles efectos en los hábitats	Posibles efectos en especies	Acciones reductoras de impacto
Fracturación hidráulica	Inyección de agua mezclada con arena y productos químicos en un pozo bajo alta presión, para abrir fracturas en el esquisto y liberar el gas; uso de 11-30 millones de litros de agua por pozo; embalses o tanques para almacenar agua; tráfico de camiones pesados para el transporte de agua; extracción de arena y camiones para transportarla; vehículos pesados con productos químicos para el *fracking*, vehículo para el control del *fracking*, luces para permitir la actividad las 24 horas del día, almacenamiento temporal de agua de reflujo	Mayor consumo de agua y caudales ecológicos dependientes del lugar y época del año, alteración de los regímenes de flujo si se utilizan represas temporales, contaminación sonora y lumínica, contaminación del aire por uso de motores diésel, perturbación local por la extracción de arena fuera de las instalaciones, potencial de contaminación en y fuera del sitio por derrames accidentales, almacenamiento o eliminación de aguas de reflujo en forma inadecuada	Cambios en la composición de la comunidad con una tendencia de aumento de especies generalistas y disminución de las especialistas, propagación de especies invasoras a través de introducciones involuntarias, disminución de las poblaciones sensibles a los cambios en la calidad o volumen del agua	Desarrollar un sistema de iniciativas ecológicas voluntarias dentro de los hábitats sensibles para generar créditos de mitigación que podrían utilizarse para compensar el desarrollo futuro Capacitar con entrenamientos rigurosos, junto con una supervisión estricta, para prevenir o contener accidentes, fugas y derrames, con el fin de asegurar que se lleve a cabo correctamente el proyecto Asegurar que sean usadas las mejores tecnologías disponibles Garantizar la transparencia de la industria y de sus impactos ambientales Fomentar el desarrollo de corredores biológicos que permitan que sea viable el flujo genético de las poblaciones Restaurar zonas con daño ecológico, por medio del sistema de bonos verdes, para aumentar la calidad y cantidad de los hábitats en la zona de influencia de los proyectos Supervisar las obras de restauración/remediación de las áreas de explotación o extracción de hidrocarburos durante todo el proceso productivo, inclusive en la etapa de abandono Creación de barreras rompe vientos y guardas sónicas alrededor de caminos y zonas donde se realice la actividad, para disminuir la erosión y la contaminación lumínica y sonora
Producción	Producción, transporte y almacenamiento de gas, producción de aguas residuales, escape en forma natural de gas, infraestructura para mover el gas incluyendo las estaciones de compresión y tuberías.	Conversión y fragmentación del hábitat por construcción de oleoductos; compactación del suelo, erosión, sedimentación; efectos negativos sobre la calidad del agua debido al escurrimiento en los arroyos; contaminación en y fuera del sitio por derrames accidentales o eliminación inadecuada de las aguas residuales; potencial de terremotos producto de inyección de pozos profundos; contaminación sonora producto de las unidades compresoras	Los cambios en la composición de la comunidad con una tendencia de aumento de especies generalistas y especialistas en declive, aparición de especies invasoras, disminución de las especies sensibles a los cambios en la calidad o volumen de agua, enmascaramiento acústico que afecta a especies que se comunican por el sonido cerca de las estaciones de compresión	

Fuente: elaboración propia a partir de Brittingham *et al.* 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Posibles impactos de la extracción de hidrocarburos en la fauna silvestre.

Impactos identificados	Impactos más frecuentes	Mejores prácticas o medidas de mitigación *in situ*	Estudios necesarios
Alteración de comportamiento, movimiento, área casera y territorios Alteración de la reproducción Alteración en la composición de especies Enmascaramiento acústico Declinación de las poblaciones Decremento en la sobrevivencia Mortalidad directa Reducción de la abundancia Aumento del estrés Incremento de la presión de caza	Perdida de rutas migratorias Aumento en la depredación Incremento en la cacería ilegal	Restricción de desarrollo y actividades alrededor de hábitats críticos Conservación de hábitats de refugio Reforestación y mejoramiento de cada hábitat Restricciones de tráfico y acceso Líneas sísmicas angostas Supresión de ruido y construcción de barreras Desarrollo agrupado Compensaciones de hábitats Establecer distancias hacia hábitats críticos Sistemas de recolección de líquidos remotos Instalar elementos de disuasión de depredadores alrededor del desarrollo Estudios de pre-desarrollo	Estudios de impacto en rutas migratorias Métodos de mitigación de ruido Identificación de los umbrales a partir de los cuales se producen impactos demográficos a nivel poblacional

Fuente: Northrup y Wittemyer 2016.

Los impactos a nivel poblacional de grandes mamíferos pueden ser los siguientes: declinación de la población, disminución de la supervivencia, aumento del estrés nutricional, efectos en la migración, afectación de su ámbito hogareño, abandono de hábitats y alteración de los patrones de comportamiento (Dyer *et al.* 2002, Sorensen *et al.* 2008, Sawyer *et al.* 2009, Dzialak *et al.* 2011).

Los impactos más comunes para las aves son: reducción del hábitat, cambios en la abundancia y composición de especies alrededor de la infraestructura de extracción de hidrocarburos, cambio en el área de distribución, afectación de patrones reproductivos producto del ruido generado por las actividades, mortalidad directa y contaminación de fuentes de agua, producto de derrames de aguas de retorno o desecho (Gurney *et al.* 2005, Pitman *et al.* 2005, Machtans 2006, Bayne *et al.* 2008, Ramírez 2010, Francis *et al.* 2011, Gilbert y Chalfoun 2011, Jarnevich y Laubhan 2011).

Además se ha reportado disminución de poblaciones de anfibios –especialmente salamandras y ranas–, además de peces e insectos, debido a la pérdida de la calidad de los hábitats, producto de la salinización, sedimentación y decremento de oxígeno disuelto en ríos y arroyos donde existieron derrames accidentales de agua contaminada, y por la erosión producto de la remoción de la vegetación (Kiviat y Schneller-McDonald 2011).

Estos últimos autores mencionan que también se afecta a la flora, principalmente la nativa, debido a la fragmentación y destrucción del hábitat, así como a la compactación y contaminación del suelo. Igualmente algunas de las zonas impactadas por el manejo de la actividad de extracción de hidrocarburos (zonas de castigo) pueden ser áreas propensas para el establecimiento de especies invasoras.

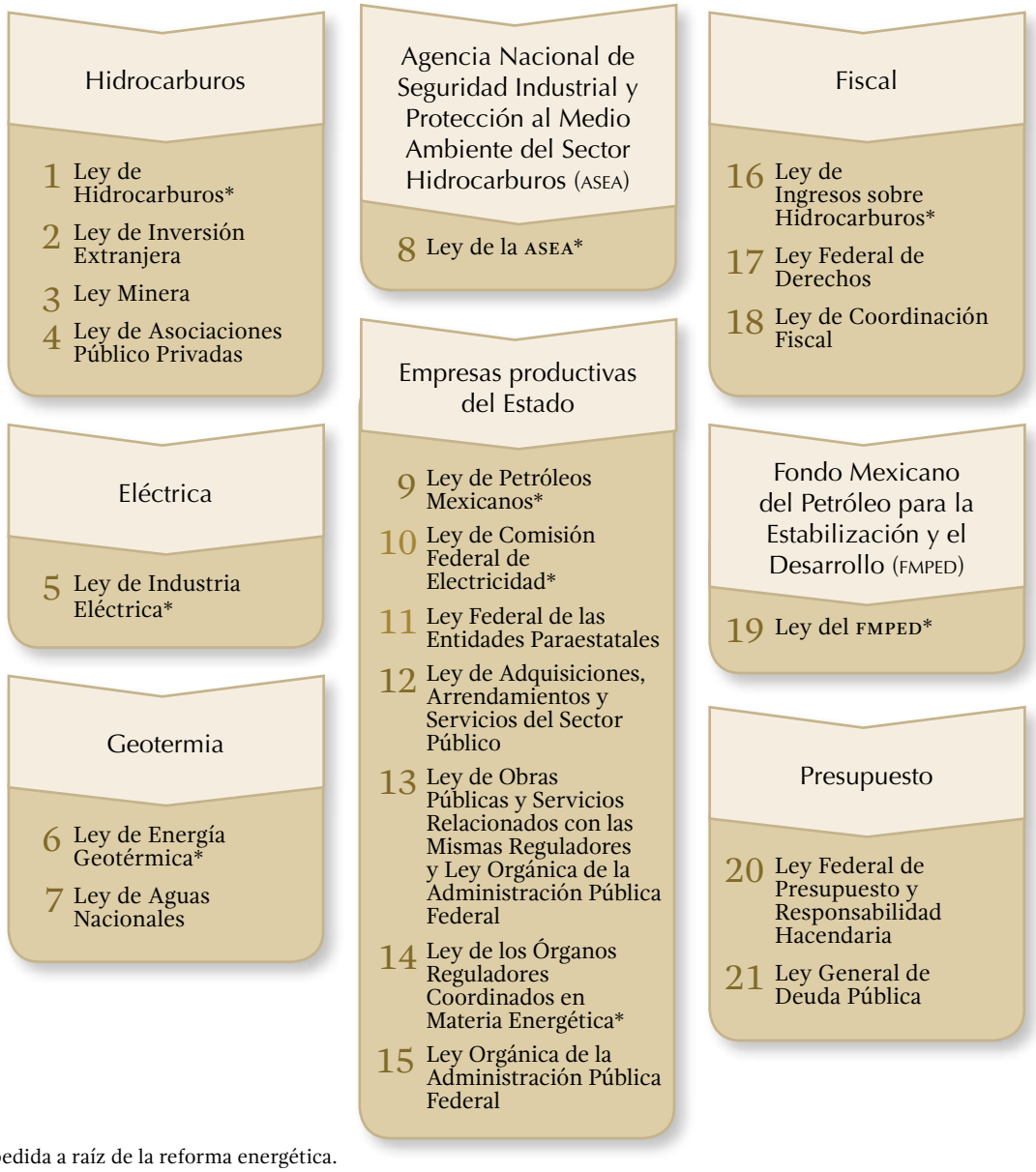
DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Marco normativo en el aprovechamiento del gas shale

A raíz de la reforma energética, el Ejecutivo federal gestionó la promulgación de nueve leyes nuevas y la modificación a 12 leyes en diferentes materias, que en su conjunto conforman el marco jurídico aplicable para el aprovechamiento del gas shale (figura 1).

Sin embargo, uno de los retos más grandes que plantea la reforma energética y sus leyes secundarias es el cumplimiento de la normatividad ambiental, principalmente su coherencia con el marco legal existente en México antes de dicha

Figura 1. Leyes expedidas y reformadas por materia normada.



*Expedida a raíz de la reforma energética.

Fuente: elaboración propia a partir de SHCP 1976, 1981, 2014a, b; SFP 1976, 2000; SCT 1986, 1993; SEMARNAT 1992; SENER 1992, 2014a, b; SEGOB 2000; Congreso de la Unión 2006, 2014a-e.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

reforma. Por ello, el marco normativo aplicable al aprovechamiento del gas shale mantiene vinculación con la protección del medio ambiente, pues tanto las nuevas leyes promulgadas como las reformadas contemplan una serie de medidas orientadas a dicho fin (cuadros 3 y 4).

Es importante mencionar que el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 promueve el uso eficiente de la energía y el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas (shcp 2013). De esta forma Coahuila tiene la gran oportunidad de transformarse en motor energético y manufacturero del país, al contar con los recursos energéticos y actividades industriales que pueden generar una ganancia significativa en eficiencia, productividad y competitividad.

Cuadro 3. Vinculación del marco normativo con la protección ambiental expedidos a partir de la reforma energética.

No.	Instrumento jurídico	Objeto	Vinculación con la protección del medio ambiente
1	Ley de Hidrocarburos	Regular todas las actividades relacionadas al sector de hidrocarburos, y establece la creación de la asea	Dicha Agencia es la encargada de emitir la regulación y normatividad correspondiente a la protección del medio ambiente en la industria de hidrocarburos, con el propósito de que esas actividades se promuevan, aprovechen y desarrollen de una manera sustentable. Asimismo tanto los asignatarios como los contratistas autorizados y los permisionarios deberán de llevar a cabo las acciones necesarias para la prevención y reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico, derivados de las actividades que llevaron a cabo
2	Ley de Industria Eléctrica	Reglamentar la planeación y control del Sistema Eléctrico Nacional y el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica	Esta ley especifica que la semarnat establecerá, a través de normas oficiales mexicanas, las obligaciones de reducción de emisiones de contaminantes derivados de la industria eléctrica
3	Ley de Energía Geotérmica	Organizar el reconocimiento, exploración y explotación de recursos geotérmicos para el aprovechamiento de la energía térmica del subsuelo	Este instrumento establece que las actividades que se lleven a cabo deben estar orientadas con los intereses nacionales, incluso la sustentabilidad de las áreas que cuenten con potencial geotérmico y la protección al medio ambiente. También esta ley contempla que los permisionarios o concesionarios deberán ejecutar acciones de prevención y reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico derivados de trabajos de exploración o explotación

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Continuación.

No.	Instrumento jurídico	Objeto	Vinculación con la protección del medio ambiente
4	Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos	Proteger a las personas, medio ambiente e instalaciones del sector de hidrocarburos	La Agencia tomará en consideración lo establecido en las siguientes leyes: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados y aquellas que también se apliquen a la misma. Asimismo la Agencia tiene como atribuciones: aportar elementos técnicos sobre la protección al medio ambiente a todas aquellas autoridades competentes en relación a las políticas energéticas y medioambientales del país, y regular con lineamientos, directrices, criterios y normas oficiales mexicanas en materia de protección al medio ambiente, entre otras
5	Ley de Petróleos Mexicanos	Regular la organización, administración, funcionamiento, operación, control, evaluación y rendición de cuentas de PEMEX	Contempla que la dirección general deberá dirigir el diseño e implementación de programas de prevención de derrames de hidrocarburos, contingencias ambientales, remediación de suelos y aguas, y los demás en materia de equilibrio ecológico y preservación del medio ambiente
6	Ley de Comisión Federal de Electricidad (CFE)	Reglamentar la organización, administración, funcionamiento, operación, control, evaluación y rendición de cuentas de la CFE	Establece la obligación de la dirección general de dirigir el diseño e implementación de programas de prevención en materia de equilibrio ecológico y preservación del medio ambiente
7	Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética	Regularizar la organización y funcionamiento de dichos órganos y establecer sus competencias	No contempla algún vínculo con la protección al medio ambiente y el equilibrio ecológico
8	Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos	Establecer el régimen de ingresos, disposiciones de administración y supervisión de aspectos financieros y obligaciones en materia de transparencia y rendición de cuentas	Establece, dentro de las obligaciones de los asignatarios, el pago de derechos y aprovechamientos que se establezcan, y la supervisión y vigilancia de actividades
9	Ley del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo	Restablecer las normas para la constitución y operación del FMPED	No contempla vínculo alguno con la protección al medio ambiente y el equilibrio ecológico

Fuente: elaboración propia a partir de SHCP 1976, 1981, 2014a, b; SFP 1976, 2000; SCT 1986, 1993; SEMARNAT 1992; SENER 1992, 2014a, b; SEGOB 2000; Congreso de la Unión 2006, 2014a-e.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 4. Vinculación del marco normativo con la protección ambiental, reformados a partir de la reforma energética.

No.	Instrumento jurídico	Objeto	Vinculación con la protección del medio ambiente
1	Ley de Inversión Extranjera	Determinar las reglas para canalizar la inversión extranjera hacia el país y propiciar que ésta contribuya al desarrollo nacional	No aplica
2	Ley Minera	Regular la exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos de minerales	Contempla la elaboración de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas relativas a la industria minero-metalúrgica, en materia de higiene y seguridad en las minas, salud ocupacional, equilibrio ecológico y protección al ambiente. Los titulares de las concesiones mineras están obligados a sujetarse a la normatividad aplicable a dicha industria en materia de equilibrio ecológico y protección ambiental. Esta ley también establece que los concesionarios mineros deberán procurar el cuidado del medio ambiente y la protección ecológica durante las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales o sustancias
3	Ley de Asociaciones Público Privadas	Reglamentar los esquemas para el desarrollo de proyectos de asociaciones público-privadas	Establece que las dependencias y entidades en la preparación de los proyectos deberán considerar los análisis de las autoridades competentes para el cumplimiento de las disposiciones de protección ambiental, preservación y conservación del equilibrio ecológico, en los ámbitos federal, estatal y municipal, así como los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras. Dichos proyectos deben incluir las acciones necesarias para que se preserven o restituyan, en forma equivalente, las condiciones ambientales, cuando éstas pudiesen deteriorarse
4	Ley de Aguas Nacionales	Organizar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, así como su control y distribución y la preservación de su cantidad y calidad, para así lograr un desarrollo integral sustentable	Establece las atribuciones de la CNA en materia de aguas nacionales y, dentro de éstas, se encuentra el otorgar apoyo técnico a la PROFEPA para la reparación de daños a recursos hídricos y su medio, ecosistemas vitales y al ambiente. También contempla la política hídrica nacional y establece, como su principio, la atención de las necesidades de agua provenientes de la sociedad para su bienestar, de la economía para su desarrollo y del ambiente para su equilibrio y conservación

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 4. Continuación.

No.	Instrumento jurídico	Objeto	Vinculación con la protección del medio ambiente
5	Ley Federal de Entidades Paraestatales	Regular la organización, funcionamiento y control de las entidades paraestatales de la administración pública federal	No aplica
6	Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público	Reglamentar las adquisiciones, arrendamientos de bienes muebles y prestación de servicios de cualquier naturaleza	De acuerdo a la ley, dichas adquisiciones, arrendamientos y servicios deberán ser llevados a cabo con el fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto al uso responsable del agua, optimización y aprovechamiento sustentable de los recursos y la protección al medio ambiente
7	Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas	Regularizar las contrataciones de obras públicas y servicios relacionados con las mismas	Establece que las dependencias y entidades están obligadas a considerar los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas, con sustento en la evaluación de impacto ambiental
8	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal	Establecer los principios y bases que rigen la organización y funcionamiento de la administración pública y de la administración descentralizada funcionalmente	No aplica
9	Ley Federal de Derechos	Instaurar los derechos que se pagarán por el uso o aprovechamiento de los bienes de dominio público	Contempla los derechos respecto a los organismos genéticamente modificados; sanidad acuícola; certificación y protección del obtentor de variedades vegetales; sanidad fitozoosanitaria; concesiones, permisos y autorizaciones para pesca; servicios relacionados con el agua y sus bienes públicos inherentes; áreas naturales protegidas; servicios de vida silvestre; impacto ambiental; servicios forestales, y prevención y control de la contaminación
10	Ley de Coordinación Fiscal	Coordinar el sistema fiscal de la nación	Establece que las entidades, municipios y demarcaciones territoriales tienen la obligación de procurar que las obras que realicen con los recursos del Fondo General de Participaciones sean compatibles con la preservación y protección del medio ambiente, y que impulsen el desarrollo sostenible

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 4. Continuación.

No.	Instrumento jurídico	Objeto	Vinculación con la protección del medio ambiente
11	Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria	Reglamentar los artículos 74 fracción iv, 75, 126, 127 y 134 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de programación, presupuestación, aprobación, ejercicio, control y evaluación de los ingresos y egresos públicos federales	No aplica
12	Ley Federal de Deuda Pública (Antes Ley General de Deuda Pública)	Regular la programación, negociación, contratación, autorización, manejo, registro y vigilancia de la deuda pública financiera interna y externa a cargo de las entidades de la administración pública federal	No aplica

Fuente: elaboración propia a partir de shcp 1976, 1981, 2014a, b; sfp 1976, 2000; sct 1986, 1993; semarnat 1992; sener 1992, 2014a, b; segob 2000; Congreso de la Unión 2006, 2014a-e.

Transformación del sector de hidrocarburos mediante la reforma energética

La reforma energética plantea aspectos relevantes para la transformación del sector de hidrocarburos, dentro de los cuales se mencionan los siguientes:

- Abrir la cadena de valor a la inversión privada nacional o extranjera.
- Realizar las actividades por asignación, contrato o permiso.
- Realizar las licitaciones por rondas.
- Establecer un marco jurídico para que los dueños de predios reciban un pago justo por el uso y la ocupación superficial de los mismos, y tengan el mecanismo para negociar dichas contraprestaciones.
- Los asignatarios o contratistas deberán realizar una evaluación que contenga la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación y los planes de gestión social.
- Se crea la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente (asea), responsable de emitir la regulación y normatividad aplicable en materia de seguridad operativa y protección al medio ambiente en la industria de hidrocarburos.

Específicamente en materia ambiental, la legislación establece esquemas de protección, al mismo tiempo que promueve e incentiva el uso y transición de energías verdes y establece obligaciones para certificados de energías limpias, a fin de que las empresas realicen procesos amigables con el medio ambiente. Asimismo incluye la prohibición de realizar proyectos de energía en áreas naturales protegidas.

El artículo 129 de la Ley de Hidrocarburos (sener 2014c) establece las atribuciones de la asea. Además aporta los elementos técnicos para el diseño y definición de la política pública en materia energética, de protección al medio

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ambiente y recursos naturales, así como para la formulación de los programas sectoriales en la materia que se relacionen con su objeto.

Por su parte, el artículo 130 del referido ordenamiento contempla acciones preventivas o de reparación de daños al medio ambiente o al equilibrio ecológico que puedan ocasionarse por parte de los asignatarios, contratistas autorizados y permisionarios.

Una de las principales preocupaciones ambientales en el proceso de aprovechamiento del gas shale es la posible afectación a los mantos freáticos. Para ello se deben tener y aplicar correctamente mecanismos de prevención, control y remediación de daños al medio ambiente.

En este sentido, la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Congreso de la Unión 2014e) regula y supervisa las actividades de hidrocarburos, desde el comienzo de la exploración y explotación hasta el desmantelamiento y abandono de las instalaciones, así como el control integrado de los residuos en cuanto a la normativa aplicable en relación a la seguridad industrial y la protección operacional y ambiental (cuadro 4).

En materia de seguridad industrial, dicha ley establece normas acerca de los estándares técnicos nacionales e internacionales referentes a la prevención y contención de derrames y fugas, cobertura financiera para contingencias, integridad física y operativa de las instalaciones, diseño de planes para prevenir y responder a las emergencias y obligación de investigar los incidentes y accidentes.

En cuanto al medio ambiente y las instalaciones, la citada ley establece preceptos con relación a la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y recursos naturales, así como al control de las emisiones, y establece elementos técnicos para articular la política en relación al medio ambiente, la energía y la gestión de residuos.

Conclusión

Se considera que la prevención, control y remediación de daños al medio ambiente es uno de los principales retos que tiene la reforma energética, especialmente en lo que se refiere a la industria de hidrocarburos no convencionales.

Aunque el marco normativo está dado, es necesario estructurar las dependencias responsables y fortalecer las instituciones conforme a los nuevos requerimientos que plantea esta reforma, a fin de que cuenten con una presencia efectiva en los territorios en donde se desarrollarán las actividades de aprovechamiento de hidrocarburos. Lo anterior debe cumplirse para que tales instituciones puedan otorgar una atención suficiente y oportuna, ya que, actualmente, las instancias federales que por ley tienen la obligación de asumir el control y supervisión del uso y aprovechamiento de hidrocarburos, aún no consolidan su establecimiento en territorio estatal.

En Coahuila sólo se cuenta con una representación de la SEMARNAT, mas no de la ASEA. Sin embargo, la legislación local ya considera la incorporación de los instrumentos jurídicos correspondientes en la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Coahuila de Zaragoza, cuya aplicación es, de acuerdo a su artículo 32, competencia de la SEMA.

Por otra parte se considera muy necesario diseñar programas y acciones para materializar la prevención, control y remediación de daños al medio ambiente, con base en:

- Estudiar y difundir las experiencias en esta materia obtenidas en otras regiones.
- Informar a la sociedad sobre los efectos reales al medio ambiente asociados al aprovechamiento de hidrocarburos no convencionales.
- Diseñar protocolos de seguridad ambiental.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

- Establecer mecanismos de diálogo con la ciudadanía, de manera abierta y transparente, con información confiable y veraz.
- Fortalecer los procedimientos jurídicos y administrativos, para que las empresas que agredan o dañen el medio ambiente cumplan con las sanciones o apercibimientos que se les hagan, de acuerdo con la gravedad de los hechos violatorios.

Por todo lo anterior, la creación del Clúster de Energía Coahuila, A.C. constituye un avance importante, pues ha impulsado iniciativas que promueven el desarrollo sustentable del estado en beneficio de la sociedad, como son la formulación del Programa Estratégico de Formación de Recursos Humanos en Materia Energética, en el cual se identifican con toda precisión las carreras técnicas y profesionales que demanda el sector energético, y puede representar una aportación significativa si contribuye a la formación de capital humano, así como a la innovación y el desarrollo tecnológico.

En esta línea se establecen como estrategias la creación de un observatorio estatal de talentos del sector energético, o los programas de capacitación de maestros de postgrado de diferentes instituciones técnicas y universidades, sin dejar de lado la procuración de la protección ambiental del estado, mediante la generación de información sobre los efectos de la actividad de extracción de hidrocarburos no convencionales, por medio de la divulgación científica relacionada con el tema y la capacitación de profesionistas y técnicos en lo referente a identificar los impactos ambientales.

También es de relevancia la elaboración de protocolos o de buenas prácticas para la extracción de hidrocarburos, así como de estudios de impacto y líneas bases ambientales. De igual forma destaca el apoyo a la SEMA en diversos proyectos relacionados con el ordenamiento territorial y la identificación de áreas impactadas por actividades del sector energético, entre otros.

Particularmente, en lo que refiere a la protección de la biodiversidad frente a la perspectiva de crecimiento de esta actividad extractiva en los próximos años, se ha avanzado en la generación de diversas leyes, reglamentos y lineamientos enfocados en la protección del medio ambiente, requerimientos de estudios de línea base ambiental y manifestación de impacto en el ambiente.

Asimismo han habido avances en la delimitación de áreas de salvaguarda en donde se prohíbe la extracción de hidrocarburos (los arrecifes de coral del golfo de México, el golfo de California, los manglares y sitios Ramsar, la Plataforma de Yucatán y el Caribe mexicano y la Selva Lacandona, SENER 2016a-e). En Coahuila existen dos zonas de salvaguarda actualmente: los sitios Ramsar Sabinas y Cuatro Ciénegas (SENER 2016c).

Aún falta mucho por hacer; existen algunos temas en los que actualmente se trabaja la legislación, como por ejemplo cuál será la fuente de agua para los procesos de fracturación, y la disposición final de las aguas de retorno; otro tema difuso es el relacionado a la reparación de pasivos ambientales generados por PEMEX, debido a que algunas de las áreas de producción de hidrocarburos convencionales administradas anteriormente por la mencionada empresa, son y serán licitadas para su explotación por compañías particulares.

En este punto es de esperar que en los estudios ambientales previos a la entrada de estas compañías a los campos de producción, que son requeridos por la ASEA y la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), se encuentren zonas afectadas por contaminación de hidrocarburos que tendrán que ser restauradas, y actualmente no se define qué instancia debe ser la responsable de los trabajos de remediación y restauración. A nivel de Coahuila es necesario establecer qué im-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

pactos ambientales y sociales causa actualmente la explotación de los pozos de extracción de hidrocarburos no convencionales, pues no se han realizados estudios al respecto.

Referencias

Bayne, E.M., L. Habib y S. Boutin. 2008. Impacts of chronic anthropogenic noise from energy-sector activity on abundance of songbirds in the boreal forest. *Conservation Biology* 22:1186-1193.

Brittingham, M.C., K.O. Maloney, A.M. Farag *et al.* 2014. Ecological risks of shale oil and gas development to wildlife, aquatic resources and their habitats. *Environmental Science and Technology* 48:11034-11047.

Congreso de la Unión. 2006. Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. Publicada el 30 de marzo de 2006 en el DOF. Última reforma publicada el 30 de diciembre de 2015.

——. 2014a. Ley de la Comisión Federal de Electricidad. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el DOF. Texto vigente.

——. 2014b. Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el DOF. Última reforma publicada el 6 de enero de 2017.

——. 2014c. Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el DOF. Texto vigente.

——. 2014d. Ley de Petróleos Mexicanos. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el DOF. Texto vigente.

——. 2014e. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el DOF. Texto vigente.

CNH. Comisión Nacional de Hidrocarburos. 2017. Seguimiento a la explotación y extracción de aceite y gas en lutitas. Enero de 2017. En: <*http://portal.cnih.cnh.gob.mx/downloads/estadisticas/Exploraci%C3%B3n%20y%20extracci%C3%B3n%20de%20petr%C3%B3leo%20y%20gas%20en%20lutitas.pdf*>, última consulta: 15 de marzo de 2017.

COMIMSA. Corporación Mexicana de Investigación en Materiales. 2016. Fracturación de pozos para la extracción de gas. En: <*http://www.comimsa.com.mx/cit/data/GasShale/ESTUDIO%20fracturacion%20de%20pozos-v2.pdf*>, última consulta: 7 de julio de 2016.

Dyer, S.J., J.P. O'Neill, S.M. Wasel y S. Boutin. 2002. Quantifying barrier effects of roads and seismic lines on movements of female woodland Caribou in northeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology* 80:839-845.

Dzialak, M.R., S.L. Webb, S.M. Harju *et al.* 2011. The spatial pattern of demographic performance as a component of sustainable landscape management and planning. *Landscape Ecology* 26:775-790.

EIA. Energy Information Administration. 2015. Technically recoverable shale oil and shale gas resources: Mexico. En: <*https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Mexico_2013.pdf*>, última consulta: 7 de julio de 2016.

Francis, C.D., C.P. Ortega y A. Cruz. 2011. Different behavioral responses to anthropogenic noise by two closely related passerine birds. *Biology Letters* 7:850-852.

Gilbert, M.M. y A.D. Chalfoun. 2011. Energy development affects populations of sagebrush songbirds in Wyoming. *Journal Wildlife Management* 75:816-824.

Gurney, K.E., T.D. Williams, J.E. Smits *et al.* 2005. Impact of oil-sands based wetlands on the growth of mallard (*Anas platyrhynchos*) ducklings. *Environmental Toxicology and Chemistry* 24:457-463.

Jarnevich, C.S. y M.K. Laubhan. 2011. Balancing energy development and conservation: a method utilizing species distribution models. *Environmental Management* 47:926-936.

Kiviat, E. y K. Schneller-McDonald. 2011. Fracking and biodiversity: unaddressed issues in the New York debate. *News from Hudsonia* 25:1-10.

Machtans, C.S. 2006. Songbird response to seismic lines in the western boreal forest: a manipulative experiment. *Canadian Journal of Zoology* 84:1421-1430.

Northrup, J.M. y G. Wittemyer. 2016. Characterising the impacts of emerging energy development on wildlife, with an eye towards mitigation. *Ecology Letters* 16:112-125.

Pitman, J.C., C.A. Hagen, R.J. Robel *et al.* 2005. Location and success of lesser prairie-chicken nests in relation to vegetation and human disturbance. *Journal Wildlife Management* 69:1259-1269.

Ramírez, P. 2010. Bird mortality in oil field wastewater disposal facilities. *Environmental Management* 46:820-826.

Sawyer, H., M.J. Kauffman, R.M. Nielson y J.S. Horne. 2009. Identifying and prioritizing ungulate migration routes for landscape-level conservation. *Ecological Applications* 19:2016-2025.

SCT. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 1986. Ley Federal de las Entidades Paraestatales. Publicada el 14 de mayo de 1986 en el DOF. Última reforma publicada el 18 de diciembre de 2015.

——. 1993. Ley de Inversión Extranjera. Publicada el 27 de diciembre de 1993 en el DOF. Última reforma publicada el 18 de diciembre de 2015.

SEGOB. Secretaría de Gobernación. 2000. Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Publicada el 4 de enero de 2000 en el DOF. Última reforma publicada el 10 de noviembre de 2014.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Publicada el 1 de diciembre de 1992 en el DOF. Última reforma publicada el 24 de marzo de 2016.

SENER. Secretaría de Energía. 1992. Ley Minera. Publicada el 26 de junio de 1992 en el DOF. Última reforma publicada el 11 de agosto de 2014.

——. 2014a. Ley de Energía Geotérmica. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el DOF. Texto vigente.

——. 2014b. Ley de la Industria Eléctrica. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el DOF. Texto vigente.

——. 2014c. Ley de Hidrocarburos. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el DOF. Última reforma publicada el 15 de noviembre de 2016.

——. 2016a. Decreto por el que se establece la zona de salvaguarda denominada Arrecifes de Coral del Golfo de México y Caribe Mexicano. Publicado el 7 de diciembre de 2016 en el DOF. Texto vigente.

——. 2016b. Decreto por el que se establece la zona de salvaguarda denominada Golfo de California-Península de Baja California-Pacifico Sudcalifornianо. Publicado el 7 de diciembre de 2016 en el DOF. Texto vigente.

——. 2016c. Decreto por el que se establece la zona de salvaguarda denominada Manglares y Sitios Ramsar. Publicado el 7 de diciembre de 2016 en el DOF. Texto vigente.

——. 2016d. Decreto por el que se establece la zona de salvaguarda denominada Plataforma de Yucatán y Caribe Mexicano. Publicado el 7 de diciembre de 2016 en el DOF. Texto vigente.

——. 2016e. Decreto por el que se establece la zona de salvaguarda denominada Región Selva Lacandona. Publicado el 7 de diciembre de 2016 en el DOF. Texto vigente.

——. 2017a. Plan Quinquenal de Licitaciones para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos 2015-2019. En: <*http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200397/Plan_Quinquenal_2017_vf_140320173.pdf*>, última consulta: 14 de marzo de 2017.

——. 2017b. Ronda Cero. En: <*http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/55586/Documento_WEB_Ronda_CeroSSH.pdf*>, última consulta: 16 de marzo de 2017.

SFP. Secretaría de la Función Pública. 1976. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Publicada el 29 de diciembre de 1976 en el DOF. Última reforma publicada el 19 de diciembre de 2016.

——. 2000. Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas. Publicada el 4 de enero de 2000 en el DOF. Última reforma publicada el 13 de enero de 2016.

SHCP. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. 1976. Ley Federal de Deuda Pública. Publicada el 31 de diciembre de 1976 en el DOF. Última reforma publicada el 27 de abril de 2016.

——. 1981. Ley Federal de Derechos. Publicada el 31 de diciembre de 1981 en el DOF. Última reforma publicada el 23 de diciembre de 2016.

——. 2012. Ley de Asociaciones Público Privadas. Publicada el 16 de enero de 2012 en el DOF. Última reforma publicada el 21 de abril de 2016.

——. 2013. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Publicado el 20 de mayo de 2013 en el DOF. Texto vigente.

——. 2014a. Ley del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el DOF. Texto vigente.

——. 2014b. Ley de Hidrocarburos. Publicada el 11 de agosto de 2014 en el DOF. Última reforma publicada el 15 de noviembre de 2016.

Sorensen, T., P.D. McLoughlin, D. Hervieux *et al.* 2008. Determining sustainable levels of cumulative effects for boreal caribou. *Journal Wildlife Management* 72:900-905.

UT. University of Texas at Austin. 2008. Oil and gas: the production story. PETEX oil and gas production series, EUA.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Agenda pendiente en materia de biodiversidad

María Teresa Cepeda Valdés

Introducción

Una vez descritos y analizados diversos aspectos relacionados con la biodiversidad de Coahuila, es necesario reflexionar sobre lo que se tiene y lo que falta por hacer en los ámbitos normativo y social, en aras de impulsar y mejorar los mecanismos y herramientas de conservación de los ecosistemas en la entidad, sus especies y variabilidad genética.

En concordancia con lo planteado por Plascencia Villanueva (2014) –quien afirma que, para proteger la biodiversidad como un bien común, es necesario difundir, promover y proteger los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, situación que actualmente se encuentra muy lejos de ser cubierta como lo requiere la nación–, para asimilar los derechos ambientales como tales, se debe entender la relación directa que existe entre la preservación del medio ambiente y el bienestar de las personas.

Para lograr lo anterior, se requiere distinguir entre el elemento humano que se refiere al orden jurídico establecido para su protección y el elemento material relacionado con el desarrollo sustentable, que constituye el fin u objetivo de esa construcción normativa creada para lograr el equilibrio entre la protección ambiental y el bienestar de las personas y las generaciones futuras.

El grado de deterioro de los llamados derechos ambientales puede verse en el momento en que se toma conciencia y se viven los efectos derivados del impacto negativo al ambiente, por los que miles de personas en el mundo se ven afectadas en su salud a causa de la deficiente calidad del aire, agua y tierra, así como por desastres naturales que ocurren con más frecuencia y mayor intensidad. No obstante, existe una baja aceptación a nivel global, tanto de los gobiernos como de la población en general, de que estas afectaciones tienen su origen en el deterioro del ambiente.

La degradación ambiental viola los derechos humanos, ya que afecta el bienestar y la economía, porque disminuye la disposición, acceso y aprovechamiento equitativo del agua, contamina el aire y, en general, daña la salud, lo cual repercute o impide el disfrute del derecho a vivir (Carmona Lara 2010).

Para lograr el fortalecimiento de los derechos ambientales de las personas y garantizarlos a nivel

Cepeda-Valdés, M.T. 2017. Agenda pendiente en materia de biodiversidad. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 231-236.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

internacional, nacional y local, se debe trabajar en la actualización y reestructuración de las disposiciones normativas vigentes en materia ambiental, con el fin de que exijan aún más requerimientos para el desarrollo de actividades que impactan al medio ambiente, tales como el aprovechamiento de recursos pétreos, explotación de mantos acuíferos y procesos que generen residuos. Resulta importante resaltar varios temas en los que se debe trabajar en el estado, a fin de mejorar las condiciones de los recursos naturales.

Actualización del marco normativo estatal y municipal en materia de protección al ambiente y biodiversidad

En las leyes sustantivas que norman materias relacionadas con la protección ambiental, para el 2015 Coahuila contaba con ocho leyes acerca de aspectos centrales, como el equilibrio ecológico, manejo integral de residuos, fomento al uso racional de la energía, la vida silvestre, el combate al ruido, los recursos forestales, la adaptación y mitigación de los efectos derivados del cambio climático, y protección y trato digno a los animales.

De esta normativa se desprende una serie de reglamentos, tales como el de registro de emisión y transferencia de contaminantes, prevención y control de la contaminación de la atmósfera, residuos, evaluación de impacto ambiental, uso racional de la energía y protección a los animales, entre otros.

Coahuila se ha destacado a nivel nacional por estar a la vanguardia en la inclusión de temas que tienen por objeto proteger la biodiversidad desde diversas perspectivas. Sin embargo, al tratarse de un área dinámica que atiende retos que deben reflejarse en el bienestar general, se considera, dentro de las tareas pendientes, una concentración y actualización de las disposiciones vigentes en materia ambiental, a fin de estandarizar criterios, homologar terminología y evitar la duplicidad de atribuciones y disposiciones que regulan el actuar de las autoridades ambientales en los niveles estatal y municipal.

La labor referida debiera contar con un marco normativo actualizado que fusione las disposiciones en esta materia que tiene bajo su encomienda el Estado, que observe la competencia concurrente y respete en todo momento una clara delimitación entre el actuar de las autoridades federales, estatales y locales, y procure siempre la mejor conjunción de los esfuerzos y la coordinación de acciones que tienen por objeto proteger los recursos naturales existentes en territorio coahuilense.

En el tema exclusivo de la biodiversidad, actualmente la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza (LEEPAECZ, Congreso del Estado 1998) contempla, en el título segundo, tres capítulos: De las áreas naturales protegidas, De las zonas de restauración y De la flora y fauna silvestre. Una buena oportunidad de procurar una integración más plena y consciente de la sociedad sería incluir en este título una serie de disposiciones relativas a la formación, educación, función social y pública del patrimonio natural coahuilense.

Asimismo existe la necesidad de fortalecer el marco normativo municipal en materia de protección a la biodiversidad. Para inicios del 2016 sólo 24 municipios del estado contaban con una ley o reglamento local en materia específica de equilibrio ecológico y protección ambiental (figura 1). Esta situación genera que aquellos municipios que no cuentan con normas propias, deban recurrir a la ley estatal que, aunque establece una lista amplia de facultades y funciones municipales, no dispone de procedimientos ni aspectos específicos que les facilite su actuación y les permita garantizar el cumplimiento de sus funciones de acuerdo a la competencia que les corresponde.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

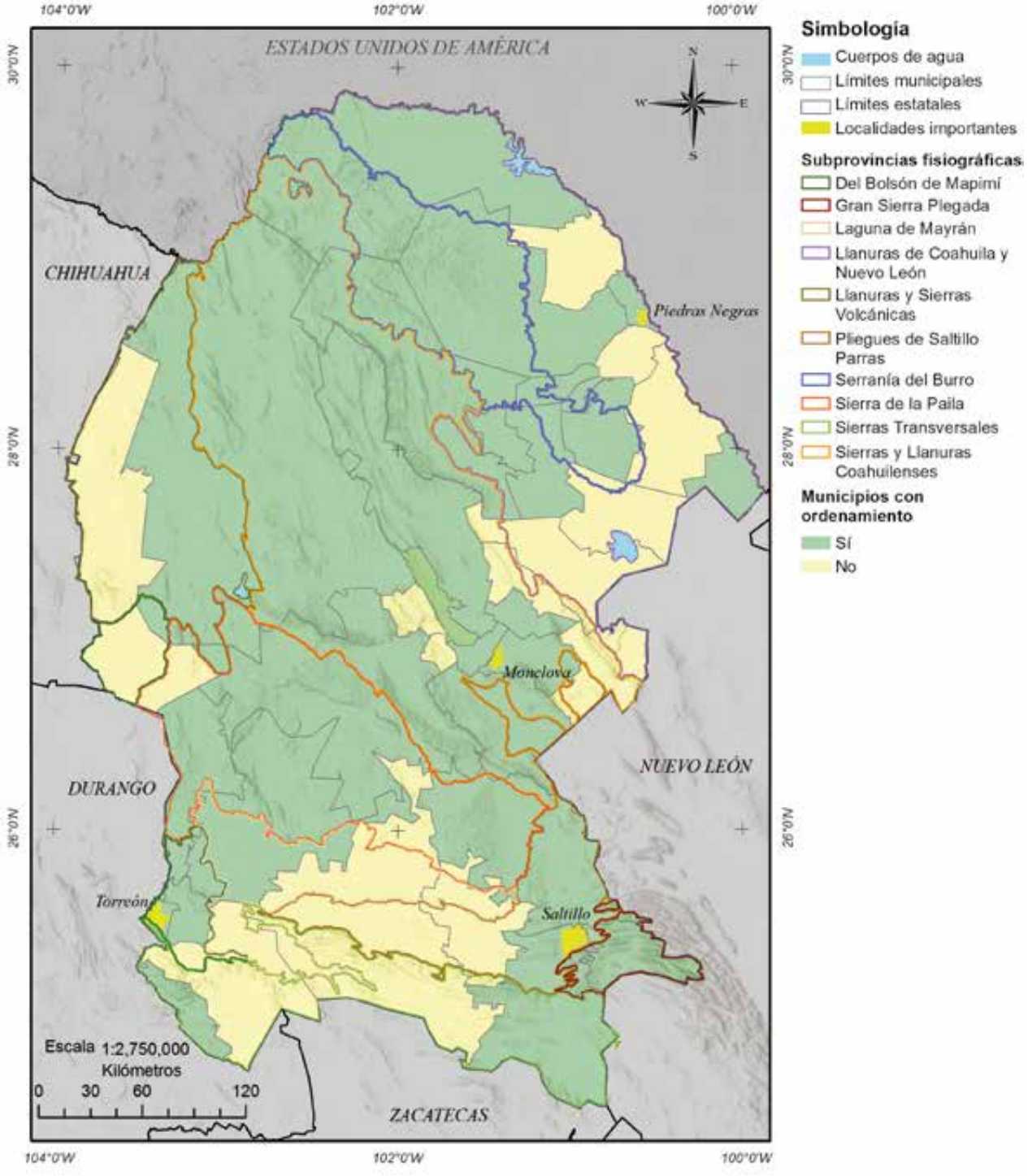


Figura 1. Municipios con normativa local para la conservación y protección ambiental y del equilibrio ecológico. Fuente: elaboración propia mediante la consulta de las páginas oficiales de los ayuntamientos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Lista de especies de flora y fauna de interés estatal

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) establece las especies nativas de México de flora y fauna silvestre, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio hacia la lista de especies en riesgo.

Dado el dinamismo y variabilidad de la protección ambiental, esta normativa permite, mediante una metodología de análisis (método de evaluación de riesgo, MER), incluir o excluir especies de flora o fauna, y su inclusión se da cuando determinada especie se ha visto bajo amenaza o afectación y se encuentra en riesgo de extinción. En el caso de la exclusión, ésta se realiza cuando los mecanismos de protección de una especie han sido suficientes y logrado su permanencia, y el riesgo o amenaza deja de presentarse.

Sin embargo, en la entidad se ha dado el caso de diversas especies que se excluyen de la lista federal, o simplemente no se han considerado aptas para entrar al esquema de protección, a pesar de que en la propia entidad se trate de una especie cuyas características naturales, valor histórico, medicinal, natural o cultural constituyan razón suficiente para que se establezca normativa técnica-jurídica para su protección a nivel estatal y local.

La LEEPAECZ otorga la facultad al gobierno para emitir normas técnicas estatales (Congreso del Estado 1998). Partir de esa facultad representaría un avance importante para establecer una lista estatal que, derivada de la NOM-059, permita contar con una norma técnica que regule requerimientos para la protección a especies de flora y fauna que no se encuentren sujetas a protección federal.

Mediante la creación de dicha norma técnica estatal podría enlistarse una serie de cactáceas que hasta hace poco se desconocía su existencia y se han descubierto recientemente, o el caso del nogal pecanero (*Carya illinoinensis)*, que se decretó como el árbol representativo del estado (SEMA 2013), a fin de realizar acciones de protección, difusión y promoción de esta especie. Se considera también, entre otras especies más, el listado de peces presentes en diversos cuerpos de agua estatales, susceptibles de ser acogidos en un sistema técnico y legal de protección, por su sola presencia en regiones desérticas del país.

Regulación para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables

Los recursos forestales no maderables son aquella parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y son susceptibles de aprovechamiento o uso; incluyen líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos de terrenos forestales y preferentemente forestales (SAGARPA 2001).

De los recursos forestales no maderables se obtiene una cantidad importante de productos alimenticios, medicinales, materiales para la construcción, resinas, gomas, tintes, ceras, aceites y demás insumos que proporcionan beneficios a quienes los consuman.

Sin embargo, pese a que el uso y aprovechamiento de estos recursos se encuentra regulado en la normativa forestal de carácter federal, así como en los mecanismos de coordinación entre los órdenes de gobierno que permitan asumir funciones federales, se considera que no se ha dado el impulso necesario a este rubro, en comparación con la atención que se brinda al aprovechamiento de los recursos maderables. Esto podría deberse a varias situaciones: que estos recursos se consideran sin valor, que no exista organización entre las comunidades y sectores que los trabajan o que no se den en la entidad, entre otras.

Coahuila cuenta con un alto potencial para el uso y aprovechamiento racional de los recursos forestales no maderables, por lo cual resul-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

taría positivo impulsar los esquemas de coordinación interinstitucional que promuevan la participación social de los sectores correspondientes, que busquen evitar la sobreexplotación de terrenos forestales y, a la vez, promuevan el mercado y la economía de sectores que históricamente han sido marginados, afectados y privados del acceso a mecanismos de apoyo económico para impulsar el aprovechamiento de esos recursos naturales.

Conclusión

Coahuila cuenta con un vasto listado de leyes y reglamentos aplicables a las materias relacionadas con el equilibrio ecológico y la protección al ambiente, que van desde los temas de contaminación de agua, suelo y aire, hasta la protección y trato digno de los animales. Es pionero en la regulación de algunos temas ambientales, tales como el ahorro de energía y la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático.

Las dependencias públicas estatales cuentan, por ley, con la asesoría y apoyo de consejos y comisiones creadas para fomentar la participación ciudadana y de los sectores empresarial, público, social y educativo, además de intervenir en los temas relativos al equilibrio ecológico y protección al ambiente. Por ende, la inclusión de la sociedad en los trabajos que desempeñan las autoridades ha permitido incrementar y mejorar resultados respecto a la vigilancia y cumplimiento ambiental.

Respecto a la competencia municipal se considera, como parte de la agenda pendiente, la creación de instancias ambientales especializadas, ya que existen algunos municipios en el estado que, dentro de sus estructuras, no cuentan con un órgano especializado en materia ecológica y de protección a la biodiversidad.

En este sentido fortalecer la parte orgánica llevaría consigo la debida observancia de las obligaciones en materia ambiental, en virtud de que los gobiernos municipales son los que tienen el contacto primero y directo con la sociedad, razón que justifica la necesaria instrucción e implementación de las autoridades a ese nivel, de tal manera que pueda llevarse a cabo una adecuada atención de trámites, control y supervisión de cualquier actividad comercial, productiva y de servicios, y por la que se desencadene el requerido cumplimiento de otros permisos, licencias y demás autorizaciones estatales y federales.

Respecto a la distribución de competencias entre los distintos órdenes de gobierno en México, en el tema específico del agua se considera necesaria y puntual la realización de una revisión integral a la Ley de Aguas Nacionales, así como a los ordenamientos locales en la materia, lo cual permita hacer una distinción precisa de la injerencia que tiene el Estado en el tema, y delimitar claramente el campo de actuación entre un orden de gobierno y otro, con el fin de hacer más efectiva la intervención de las autoridades que deban aplicar la normativa que así lo exija.

Lo antes señalado adquiere especial relevancia, ya que actualmente, al no existir plena claridad en la distribución competencial del agua, las acciones de vigilancia, administración, control y conservación se encuentran en riesgo de no aplicarse o no llevarse a cabo correctamente.

Las acciones que se emprendan para fortalecer el marco jurídico ambiental deberán garantizar los derechos humanos ambientales, lo cual requiere de un forzoso entendimiento y aceptación de que no se trata del esfuerzo unilateral de un solo sector, sino de la conjunción de los esfuerzos de sociedad, gobierno, iniciativa privada y sector educativo. Con la certeza de que los trabajos van encaminados a preservar y proteger la biodiversidad coahuilense, se verá reflejada la garantía de protección a los derechos ambientales, lo cual a su vez impacta benéficamente en la salud, bienestar y desarrollo de las personas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Carmona Lara, M. del C. 2010. Derechos humanos y medio ambiente. En: *Derechos humanos y medio ambiente*. J.U. Carmona Tinoco y J.M. Hori Fojaco (coords.). UNAM/ SEMARNAT, México, pp. 1-34.

Congreso del Estado. 1998. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 8 de diciembre de 1998 en el POE. Última reforma publicada el 4 de febrero de 2011.

Plascencia Villanueva, R. 2014. Presidente de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos. Comunicación personal.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2013. Acuerdo que tiene por objeto declarar al nogal pecanero como especie representativa de los árboles del estado de Coahuila de Zaragoza. Publicado el 20 de agosto de 2013 en el POE.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2001. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada el 25 de febrero de 2003 en el DOF. Última reforma publicada el 7 de junio de 2013.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el DOF. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

SECCIÓN IV. INSTRUMENTOS Y POLÍTICAS PÚBLICAS

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

María Alejandra Carrera Máynez

Coahuila ha promovido la elaboración e implementación de políticas públicas tendientes a fomentar la valoración, uso eficiente, conservación y recuperación del capital natural del estado; todo ello con una participación social activa, al enfocar los esfuerzos para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

En la entidad 92.1% del territorio mantiene su vegetación natural, ya sea primaria o secundaria; esto se debe a la vocación del suelo principalmente ganadera y a que la población se concentra en las ciudades, lo cual implica la oportunidad de conservar una amplia superficie del estado, a través de distintos instrumentos y políticas ambientales que se describen a lo largo de la sección.

Las áreas naturales protegidas (ANP) se consideran como el principal instrumento para la conservación del patrimonio natural en México y en el mundo. Coahuila cuenta actualmente con 2 482 365.24 ha (16.4%) de su superficie protegida bajo este esquema, lo que representa un poco más de 10% de la superficie de ANP a nivel nacional.

A pesar de contar con una gran superficie conservada bajo el esquema de ANP, existe una vasta extensión del territorio estatal con necesidades de acciones de conservación y promoción del uso eficiente de los recursos. Por ello se determinaron corredores biológicos y se identificaron 40 regiones prioritarias para su conservación, definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sin embargo, no en todas se cuenta con algún esquema de conservación.

En Coahuila las áreas prioritarias para su conservación son: 1) el corredor biológico noroeste–sureste; 2) el corredor transversal sur; 3) el corredor central; 4) los corredores de Cantú y colaboradores; 5) las áreas de pastizales; 6) los ecosistemas acuáticos. En estas áreas se concentra la mayor cantidad de especies endémicas y en peligro, así como la representación de los diferentes ecosistemas presentes en Coahuila.

Para garantizar la conservación de la riqueza natural de las áreas prioritarias, se deberá promover un manejo sustentable de los recursos naturales que fomente prácticas sustentables, especialmente en la ganadería, y desaliente, en lo posible, el cambio de uso del suelo.

Muchos de los ecosistemas del estado están adaptados a los incendios naturales, principalmente provocados por descargas eléctricas.

Carrera Máynez, A. 2017. Resumen ejecutivo. Instrumentos y políticas públicas. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 241-243.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Aunque tradicionalmente el enfoque respecto a los incendios se concentraba en combatirlos, en los últimos años se han explorado los beneficios de una política de manejo del fuego para propiciar el desarrollo de los ecosistemas adaptados.

Destaca la política estatal que opera de forma eficiente sobre el manejo del fuego, y que se instrumenta en el marco del Capítulo II de la Ley Estatal Forestal, así como el Programa Estatal de Protección Contra Incendios Forestales (PEPCIF), que identifica objetivos particulares que permitan dar una respuesta pronta, mediante el fortalecimiento de la cooperación interinstitucional, y disminuir los efectos negativos de los incendios.

Como resultado de este marco institucional, Coahuila cuenta con brigadas permanentes y temporales capacitadas, una Central de Incendios y un programa coordinado con todos los sectores involucrados en el tema.

Todas estas acciones permiten contar con una atención eficiente en el manejo del fuego, y en línea con las políticas internacionales y nacionales, al promover el paso hacia la definición de una Estrategia Estatal del Manejo del Fuego.

En la entidad no sólo se promueve la conservación de la vegetación natural en sus zonas de distribución originales, sino también de la existente en las ciudades y demás poblaciones. Ha sido un acierto la atención a las áreas verdes urbanas como un programa estratégico, y cada vez se reconocen más los beneficios sociales, ambientales y económicos de estas áreas.

Coahuila ha actualizado la información de sus áreas verdes, y cuenta actualmente con un indicador de 8.4 m^2 por habitante, lo que acerca a la entidad a la superficie recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que es de 9 a 12 m^2 por habitante.

Incluso en varios municipios del estado, como Lamadrid (40.87 m^2), Abasolo (31.16 m^2) e Hidalgo (19.23 m^2), por mencionar algunos, se sobrepasa el área verde recomendada por habitante. Sin embargo, también en algunos municipios como San Pedro de las Colonias (6.44 m^2) o Viesca (1.53 m^2) se tienen menores índices de áreas verdes por habitante, por lo cual habrá que darles especial atención.

Uno de los mecanismos más utilizados a nivel nacional para promover la conservación es el pago por servicios ambientales (PSA), ya que promueve las acciones de conservación y recuperación en áreas boscosas o sitios de riqueza biológica. A pesar de lo anterior, en Coahuila este esquema es poco utilizado, debido a que las condiciones naturalmente áridas lo convierten en una entidad poco elegible para la aplicación de tal pago.

En el 2012 se registró la mayor superficie con apoyos por PSA en Coahuila, y se protegió 0.21% del territorio estatal, cifra que muestra la necesidad de ajustar dicho mecanismo para que pueda tener verdadero impacto positivo en el estado. Sin embargo, paralelamente, un instrumento que sí ha funcionado en la entidad es el pago voluntario por servicios ambientales.

Este esquema es reconocido a nivel nacional e internacional y, gracias a él, casi 50 mil familias apoyan de forma voluntaria, a través de su recibo del agua, con una aportación mensual para la conservación del ANP Sierra de Zapalinamé. Esta ANP aporta más de 60% del agua que usa Saltillo, y el organismo operador de este líquido en la ciudad recibe el recurso y lo entrega a Protección de la Fauna Mexicana A.C. (PROFAUNA), para que sea utilizado en acciones de conservación.

Un Consejo da seguimiento puntual al manejo y aplicación del recurso antes señalado. Este mecanismo tiene 12 años de operar y ha logrado consolidarse de forma transparente, eficiente y responsable, a favor de la conservación de la sierra de Zapalinamé, primera ANP decretada en el estado. Este tipo de esquema deberá de ser replicado en otras áreas de la entidad.

Coahuila también ha sido referente por su trabajo en la elaboración de la Ley para la Adaptación y Mitigación a los Efectos del Cambio Cli-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

mático en el Estado de Coahuila y el Plan Estatal Contra el Cambio Climático en Coahuila (2013). Como un paso aún más adelante en esta dirección, en el estado se realiza una valoración económica de las políticas públicas para mitigar los efectos del cambio climático.

Una estrategia para potenciar los esfuerzos de conservación es vincular programas y políticas públicas a nivel internacional. Como ejemplo de ello están los trabajos y el convenio de colaboración establecidos con el gobierno de Texas, que han permitido la identificación de áreas comunes de importancia para la conservación, especialmente cerca de la frontera. Se han logrado unificar proyectos especialmente en materia de calidad de aire, conservación de ríos y manejo de residuos.

En esta línea se desarrolló el Proyecto binacional de conservación del arroyo Las Vacas, el cual cruza la ciudad de Acuña, Coahuila. Como resultado de dicho proyecto se identificaron 369 especies de flora y fauna en el arroyo, y su diagnóstico reflejó la buena calidad ambiental que mantiene. Se trabaja actualmente en el decreto de Monumento Natural de este mismo arroyo, para garantizar su conservación e impulsar los trabajos de recuperación de su biodiversidad.

Todas estas acciones ratifican el compromiso ambiental asumido en el estado y permiten vislumbrar las nuevas políticas públicas necesarias para garantizar la conservación del capital natural en el largo plazo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Áreas naturales protegidas

María Alejandra Carrera Máynez y Carlos Alberto Sifuentes Lugo

Introducción

Los recursos biológicos de la tierra son fundamentales para el desarrollo de la humanidad; como consecuencia, existe un reconocimiento cada vez mayor de la diversidad biológica como bien mundial de valor inestimable para la supervivencia de las generaciones presentes y futuras (PNUMA 2012).

Coahuila es un estado privilegiado por la excepcional diversidad biológica en su territorio, expresada en la multiplicidad de ecosistemas y sus numerosas especies que presentan una amplia variabilidad genética y ecológica. La biodiversidad de Coahuila se distribuye heterogéneamente, lo que tiene importantes implicaciones para su conservación.

Del territorio en la entidad, 92.1% mantiene su vegetación natural, ya sea primaria o secundaria (INEGI 2013); esto se debe a la vocación natural del suelo y a que la población se concentra en las ciudades, lo que implica una oportunidad de conservar una amplia superficie del estado bajo algún esquema de protección.

Existen diferentes instrumentos de política ambiental y ecológica para garantizar el bienestar de las personas y la permanencia de los recursos naturales, como el establecimiento de áreas naturales protegidas (ANP), el ordenamiento ecológico y la evaluación del impacto ambiental, entre otros (SEDUE 1988).

Las ANP son definidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) como "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 que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la Ley" (SEDUE 1988:2), y representan uno de los objetivos primordiales de los gobiernos en sus distintos órdenes, ya que, al establecerlas, se preserva y protege la biodiversidad de la nación.

Las ANP se consideran como el principal instrumento para la conservación del patrimonio natural en México y en el mundo (CONABIO 2006a). Por ello, y para garantizar la protección del capital natural del país, el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 plantea,

Carrera Máynez, A. y C. Sifuentes L. 2017. Áreas naturales protegidas. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 245-254.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

como una de sus principales metas, incrementar la superficie de ANP terrestres hasta alcanzar 17% de la superficie total del territorio nacional.

Históricamente las ANP se han promovido desde los espacios gubernamentales (CONABIO 2006b); en Coahuila, hasta 2011, se contaba con 16 ANP, 13 de carácter federal. Sin embargo, han existido esfuerzos individuales o colectivos para proteger más espacios naturales (De la Maza Elvira y De la Maza Elvira 2005). Recientemente, el movimiento de conservación a través de la demanda social empieza a tomar forma e impulso, y a manifestarse como un componente que puede desempeñar una función importante en la conservación de la biodiversidad (figura 1).

Esquemas de conservación

Derivado de un trabajo colegiado con instituciones federales, estatales, municipales y organizaciones de la sociedad civil, en la entidad existen seis categorías estatales de ANP (Congreso del Estado 1996):

a) Reservas naturales: se constituirán en áreas biogeográficas relevantes a nivel estatal, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser conservados y restaurados, por los servicios ambientales que pudieran proveer, y en las cuales habiten especies endémicas, amenazadas, de protección especial o en peligro de extinción.

En ellas podrán realizarse actividades de protección, manejo, conservación y recuperación de los recursos naturales, el incremento de su flora y fauna nativa, y autorizarse actividades relativas a la investigación científica, recreación, turismo de naturaleza sustentable, educación y cultura ambiental. Asimismo podrá autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales que no alteren los ecosistemas presentes y no afecten los propósitos de conservación.

b) Parques estatales: podrán ser ubicados dentro y fuera de las manchas urbanas y se constituirán de uno o más sitios valorados por su belleza escénica, existencia de flora y fauna, valor científico, histórico, de recreo o de servicios ambientales, y que además tengan aptitud

Figura 1. Valle de Cuauhtémoc visto desde el Peñón Colorado. Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) Sierra de Zapalinamé. Foto: Archivo fotográfico PROFAUNA, A.C.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

para el desarrollo de actividades de educación y cultura ambiental, recreativas, de esparcimiento y otras análogas.

En los parques estatales podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección y recuperación de recursos naturales y servicios ambientales, así como con la investigación, recreación, turismo de naturaleza sustentable, educación y cultura ambiental y, en general, aquellas actividades que promuevan el bienestar social y el desarrollo sustentable, sin que pongan en riesgo las condiciones ambientales del sitio.

c) Entornos de conservación: se establecen en áreas que contengan uno o varios elementos naturales, que por su carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico, cultural, antropológico o científico, se desee incorporar a un régimen de conservación, para proteger los bienes naturales, históricos, culturales, de infraestructura, de usos y costumbres y demás características de naturaleza análoga. En estas áreas pueden realizarse diversas actividades relacionadas con el desarrollo social de las comunidades del sitio. De igual forma, se promoverá la conservación y recuperación de los recursos naturales, investigación científica, recreación, turismo de naturaleza sustentable, actividades de educación y cultura ambiental y demás de naturaleza análoga.

d) Sitios de protección de usos primarios: se constituirán en aquellas zonas en las que se lleven a cabo actividades de carácter primario, tales como la ganadería extensiva, agricultura tradicional, aprovechamiento de recursos forestales y actividades cinegéticas relacionadas a valores ambientales, culturales, tradicionales o históricos, en las que se aprovechen recursos naturales de manera sustentable y continua, sin ocasionar alteraciones en los ecosistemas presentes.

En estos se promoverá la continuidad de las actividades primarias que se lleven a cabo, siempre y cuando sean esenciales para el desarrollo social, se promueva la permanencia de las prácticas tradicionales, culturales e históricas, además de que se lleven a cabo sin deteriorar los ecosistemas, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que los conforman.

e) Reservas naturales voluntarias: se constituirán en aquellas zonas en las que los propietarios promuevan esquemas de manejo, conservación y recuperación de los recursos naturales presentes.

En ellas podrá autorizarse, en coordinación con los propietarios, la realización de actividades de conservación de los ecosistemas y sus elementos, la protección, manejo, preservación y recuperación de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna nativa, así como la investigación científica, recreación, turismo de naturaleza sustentable, educación y cultura ambiental.

Además podrá autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales que no alteren los ecosistemas presentes y no afecten los propósitos de conservación; asimismo, se permitirá delimitar dentro de estas áreas zonas de sacrificio en donde se desarrollen actividades extractivas o de uso de alto impacto.

f) Monumentos naturales estatales: se constituyen por uno o varios elementos naturales de singular valor paisajístico, histórico o geológico, que representen un símbolo de identidad o se consideren emblemáticos para la entidad, razones por las cuales se resuelva incorporarlos a un régimen de protección especial.

En los monumentos naturales estatales podrán permitirse acciones de investigación, conservación, recuperación, recreación y turismo de naturaleza sustentable, en los casos que así se determine dentro del programa de manejo correspondiente y demás disposiciones aplicables.

Estas categorías responden a la necesidad de conciliar las acciones primarias de producción, abrir los espacios de participación ciudadana

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

en la conservación, y explorar nuevas formas de preservar superficies no necesariamente tan amplias como las que cubren las ANP federales.

Áreas naturales protegidas en el estado

La conservación del capital natural se promueve a través de mecanismos de participación social, por medio de los cuales los poseedores de la tierra son los actores interesados en la conservación y recuperación de los recursos naturales y servicios ambientales que proveen. La Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza (SEMA) también ha promovido el esquema de las ANP voluntarias, como resultado del reconocimiento de los esfuerzos individuales y colectivos que existen para proteger los espacios naturales.

Actualmente en el estado se encuentran 24 ANP (cuadro 1), que abarcan una superficie de 2 482 365.24 ha (16.4% de la superficie del estado). Ocho ANP son federales, 10 estatales, una municipal y cinco particulares.

En la categoría de ANP estatales, siete áreas han sido decretadas en la categoría de Reserva Natural Voluntaria (RNV), y en conjunto constituyen 66.87% de la superficie de todas las ANP estatales en Coahuila (cuadro 1), donde los propietarios son los encargados de su manejo.

Las ANP federales protegen los ecosistemas más representativos en Coahuila. Destacan el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas (figura 2), la cual alberga el mayor número de especies endémicas (SEMA 2016), y el Área de Protección de los Recursos Naturales Cuenca Abastecedora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín, que protege una superficie de 1 519 385.03 ha, que la convierte en el ANP más grande del estado.

En todas las subprovincias fisiográficas hay ANP (figura 3). La subprovincia mejor representada es Sierras y Llanuras Coahuilenses, con 10.69% de la superficie cubierta por ANP, y en contraparte Pliegues Saltillo-Parras y Laguna de Mayrán cuentan solamente con un porcentaje protegido de 0.05 y 0.09 % respectivamente (cuadro 2). Los bajos porcentajes en estas últimas subprovincias se identifican como sitios con omisiones de conservación, y conviene que sean tomadas en cuenta para promover decretos de protección en ellas.

Asimismo existen áreas de importancia biológica en la entidad (Arriaga *et al.* 2000) y otras que tienen valor a nivel regional, mencionadas dentro de las regiones terrestres prioritarias de Coahuila (véase Regiones prioritarias para la conservación: realidades y perspectivas, en esta misma obra), que aún no cuentan con una forma de protección y que representan una oportunidad para promover mecanismos innovadores de conservación.

En el caso antes señalado se encuentra la subprovincia Sierras Transversales, que también es considerada una región prioritaria para la conservación, y en donde se cuenta ahora con el Decreto de la RNV Cañón del Órgano (figura 4) y un área destinada voluntariamente a la conservación (ADVC) Rancho La Puerta, hábitat del perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*, figura 5).

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) Sierra de Zapalinamé, que celebró en el 2016 los 20 años de su decreto, es operada por la asociación civil PROFAUNA. Ha actualizado su programa de manejo y cuenta con programas operativos anuales (POA), con los que se da seguimiento de forma puntual a su operación. El manejo de esta ANP, como el de Cuatrociénegas y Maderas del Carmen, por mencionar algunas, debe convertirse en un ejemplo de manejo y conservación, en el cual la planificación y esfuerzos permiten conservar el patrimonio natural del estado.

Las ANP decretadas recientemente se encuentran en proceso de elaboración y publicación de su programa de manejo. Esto es un requisito imperante para que todas las áreas cuenten con instrumentos regulatorios que permitan encaminar

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Tipos y categorías de ANP dentro de la entidad.

Tipo	Categoría	Nombre	Superficie (ha)	Observación
Federal	APRN	Cuenca Abastecedora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín	1 519 385.03	CONANP 10/11/2015
Federal	APRN	Cuenca Abastecedora del Distrito Nacional de Riego 026 Porción Sierra de Arteaga	91 692.21	Cálculo con sistemas de información geográfica (SIG)
Federal	APFF	Cuatrociénegas	84 347.47	Decreto
Federal	APFF	Maderas del Carmen	208 381.15	Decreto
Federal	APFF	Ocampo	344 238.23	Decreto
Federal	PN	Los Novillos	38.21	Decreto
Federal	RB	Mapimí	86 191.18	Cálculo con SIG, para la porción Coahuila
Federal	MN	Río Bravo del Norte	1 263.43	Cálculo con SIG, para la porción Coahuila
Particular	ADVC	El Peregrino	4 836.44	Cálculo con SIG
Particular	ADVC	Rancho La Puerta	1 442.69	Renovada
Particular	ADVC	Rancho Media Luna*	17 181.12	Dentro de Ocampo
Particular	ADVC	Tierra Silvestre Cañón del Diablo*	22 377.80	Dentro de Maderas
Particular	ADVC	Sierra San Vicente*	15 247.01	Dentro de Ocampo
Estatal	ZSCE	Sierra de Zapalinamé	25 768.68	Decreto
Estatal	ZR	Zapalinamé	1 707.75	Decreto
Estatal	PE	Bosque Urbano Ejército Mexicano	51.40	Decreto
Estatal	RNV	Villa de Bilbao	21 000.94	Certificado
Estatal	RNV	Tomás Garrido	16 206.16	Certificado
Estatal	RNV	Cañón del Órgano	3 402.00	Certificado
Estatal	RNV	El Tulillo	69.44	Certificado
Estatal	RNV	El Refugio	877.00	Certificado
Estatal	RNV	La Viga	4 667.00	Certificado
Estatal	RNV	El Rescalco**	9 345.00	Decreto
Municipal	REM	Sierra y Cañón de Jimulco	60 458.26	Decreto
Total			**2 482 365.24**	

Categorías federales= APRN: área de protección de los recursos naturales; APFF: área de protección de flora y fauna; ADVC: área destinada voluntariamente a la conservación; PN: parque nacional; RB: reserva de la biosfera; MN: monumento natural. Categorías estatales= RNV: reserva natural voluntaria; ZSCE: zona sujeta a conservación ecológica; ZR: zona de restauración; PE: parque estatal. Categoría municipal= REM: reserva ecológica municipal.

*Las superficies de estas ANP no deben ser consideradas para una sumatoria total, ya que se encuentran dentro de otra ANP.

**De las 9 345 ha pertenecientes a esta ANP, 3 004.44 ha están incluidas dentro del polígono del APRN Cuenca Abastecedora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín.

Fuente: elaboración propia con base en CONANP y SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Pozas Azules en el Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Cuatrociénegas. Foto: Archivo fotográfico APFF Cuatrociénegas-CONANP 2016.

los trabajos de conservación y alinear las políticas públicas de todos los sectores relacionados con las ANP, sin distinción de su categoría de manejo.

Vinculación de las ANP con otros instrumentos de política ambiental

El Plan Estatal de Desarrollo de Coahuila de Zaragoza 2011-2017 (Gobierno del Estado 2012) establece diversas estrategias en materia de medio ambiente y desarrollo sustentable. Entre ellas: fortalecer los instrumentos para proteger de una manera más eficaz el medio ambiente; promover el aprovechamiento racional, la conservación y la recuperación del patrimonio natural del estado; implementar acciones tendientes a la promoción de la educación y cultura ambiental entre los habitantes de la entidad, e incrementar la superficie de ANP en Coahuila.

De esta forma, el gobierno estatal se planteó, dentro de sus indicadores de resultados, la meta de alcanzar 16.5% del territorio conservado bajo el esquema de ANP para el 2017, a partir de la visión de contar con una administración fortalecida por la presencia permanente y participativa de sus habitantes, para buscar de forma conjunta un desarrollo armonioso con el capital natural (figura 6).

El mecanismo de las ANP voluntarias ha demostrado brindar un espacio de participación social, donde los esfuerzos se conjuntan con la voluntad gubernamental para promover los mecanismos de conservación. Sin embargo, fue necesario, además, revisar las categorías de ANP estatales, a fin de abrir los espacios que pueden

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

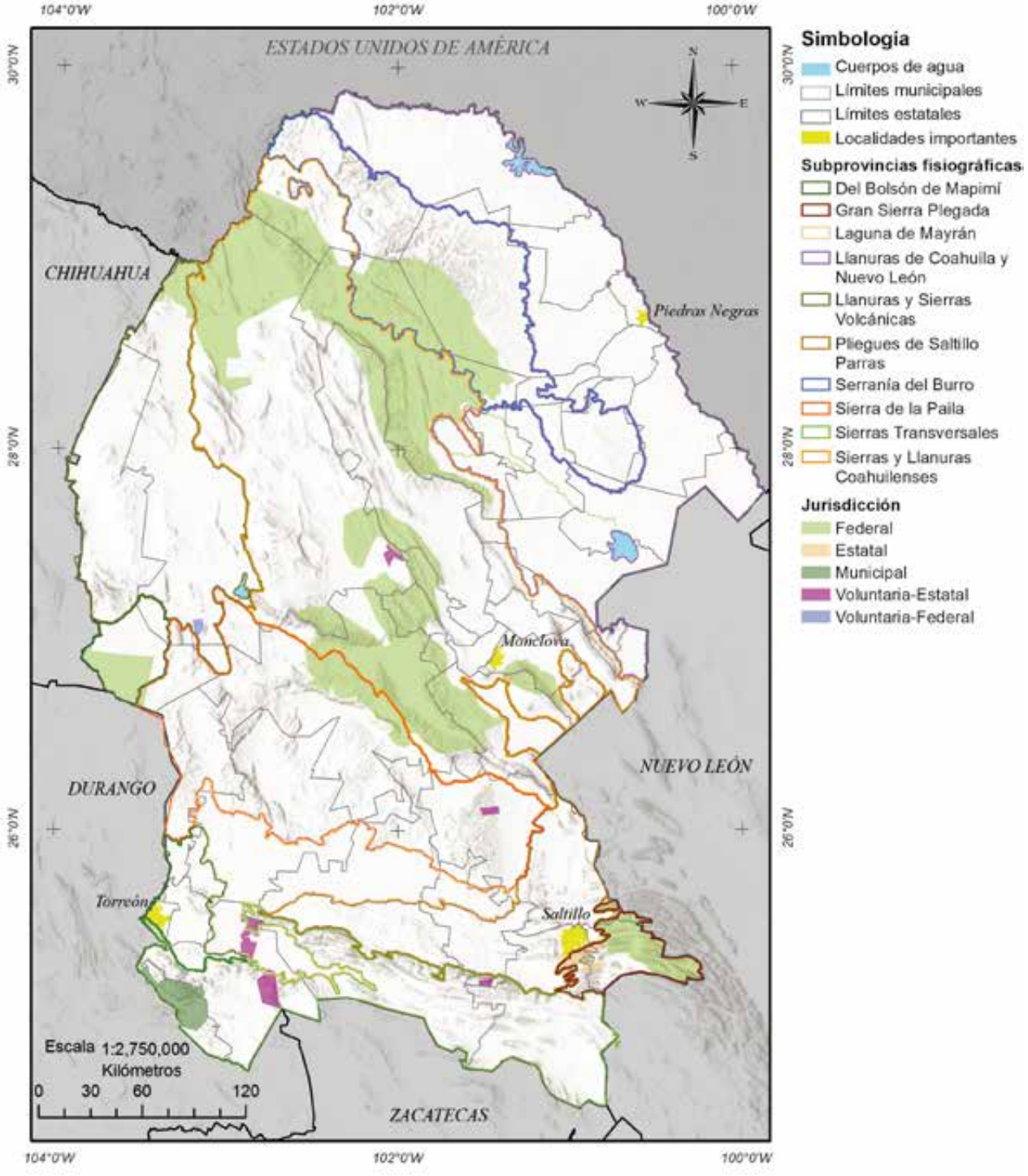


Figura 3. anp de Coahuila: federales, estatales, municipales y voluntarias. Fuente: sema 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Superficie y porcentaje de áreas naturales protegidas por subprovincia fisiográfica.

Subprovincia	ANP	Superficie protegida (ha)	Superficie protegida dentro de la subprovincia (%)
Del Bolsón de Mapimí	ANP	80 604.271	0.53
Gran Sierra Plegada	ANP	130 356.341	0.89
Laguna de Mayrán	ANP	14 237.560	0.09
Llanuras de Coahuila y Nuevo León	ANP	24 552.275	0.16
Llanuras y Sierras Volcánicas	ANP	48 118.720	0.32
Pliegues Saltillo-Parras	ANP	7 010.284	0.05
Serranía del Burro	ANP	352 760.572	2.33
Sierra de la Paila	ANP	116 684.546	0.77
Sierras Transversales	ANP	88 190.748	0.58
Sierras y Llanuras Coahuilenses	ANP	1 619 849.922	10.69

Fuente: elaboración propia con base en SEMA 2016.

Figura 4. Paisaje en la RNV Cañón del Órgano. Foto: Archivo fotográfico SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ser protegidos en Coahuila, con el objetivo de conservar áreas con esquemas de manejo que las ANP federales no consideran.

Es importante destacar que las ANP voluntarias Tomás Garrido y Villa de Bilbao surgieron como iniciativa de ejidos en el municipio de Viesca, en donde se visualiza a la conservación como una alternativa para el rescate de su capital natural, así como una opción para contar con oportunidades de aprovechamiento que garanticen su permanencia en la zona y eviten la emigración de los habitantes a otros centros poblacionales.

Conclusión

En Coahuila se ha impulsado la creación y fortalecimiento de las ANP, al considerarlas uno de los esquemas más eficientes de conservación en México. Se han promovido esquemas que no habían sido explorados, como el decreto de las ANP voluntarias, para lo cual se ha tenido una respuesta positiva por parte del sector social.

Además se ha buscado mejorar la legislación en materia de ANP, al abrir el abanico de oportunidades estatales para promover la conservación bajo diferentes categorías de manejo. Ahora se deberá reclasificar a las ANP estatales decretadas previamente a la modificación de la legislación, para ajustar sus categorías al actual marco legal. Asimismo se deberá fortalecer a las ANP voluntarias, al dotarlas de presupuesto y personal para garantizar su operación y cumplimiento de objetivos de conservación en el largo plazo.

Al considerar que ya existe un Consejo Estatal de ANP, se deberá contar con un Sistema Estatal de ANP para fortalecer este esquema. De igual forma es importante promover la conservación y manejo sustentable del capital natural a través de ANP, para aprovechar que una amplia porción del territorio estatal es susceptible de ser manejado de tal forma, y que existe una demanda social para participar en el incremento de su superficie total dentro de la entidad.

En Coahuila existe la convicción de que la conservación a través de las ANP es el camino para recuperar los recursos naturales, lo que tendrá un efecto directo en el beneficio social y económico de los habitantes del estado.

Figura 5. Perrito llanero mexicano en el municipio de Saltillo. Foto: Manfred Mainers 2006.

Figura 6. Desarrollo armonioso con el capital natural. Ejidatario en el ejido Chapultepec, ZSCE Sierra de Zapalinamé. Foto: Archivo fotográfico PROFAUNA 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar *et al.* (coords.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. CONABIO, México.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2006a. *Capital natural y bienestar social*. CONABIO, México.

——. 2006b. *Áreas de importancia para la conservación de las aves*. CONABIO, México.

CONANP y SEMA. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2016. Reporte interno de superficie de ANP de Coahuila. México (inédito).

Congreso del Estado. 1996. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 8 de diciembre de 1998 en el Periódico Oficial del Estado (POE). Última reforma publicada el 8 de marzo de 2016.

De la Maza Elvira, R.G. y J. De la Maza Elvira. 2005. *Historia de las áreas naturales protegidas en México. Programa Agua, Medio Ambiente y Sociedad*. Documento de trabajo no. 5. El Colegio de México/Fundación Gonzalo Río Arronte/UNAM, México.

Gobierno del Estado. 2012 Programa Estatal de Desarrollo 2011-2017. En: <*http://coahuila.gob.mx/micrositios/index/plan-estatal-de-desarrollo*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2013. Carta de Uso de Suelo Vegetación. Serie V. INEGI, México.

PNUMA. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2012. Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi "*Viviendo en armonía con la naturaleza*". Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Canadá.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2016. Sistema de Información Ambiental del Estado de Coahuila. Coahuila (documento interno).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas: un espacio para la conservación de los recursos naturales

Juan Carlos Ibarra Flores

Introducción

Cuatro Ciénegas[1] es un valle ubicado al este de la región conocida como Altiplano Septentrional o Desierto Chihuahuense, en la provincia fisiográfica de Sierras y Llanuras Coahuilenses. Está localizado entre los dos macizos montañosos más grandes de México, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental, lo que ocasiona que la humedad que viene tanto del golfo de México como del océano Pacífico sea bloqueada por ambas sierras, fenómeno que dio origen al desarrollo de este desierto que cuenta con una precipitación anual de menos de 200 mm.

El valle está rodeado por montañas de hasta 3 000 m de altitud, y en promedio tiene una altitud de 740 msnm; contiene una extensión aproximada de 40 km de este a oeste y 30 km de norte a sur, y está dividido en dos por la sierra San Marcos y Pinos (INE y SEMARNAP 2000).

El aislamiento geográfico de Cuatro Ciénegas ha propiciado la evolución de formas únicas de vida, conocidas como endemismos. La abundante presencia de agua en un ecosistema típicamente desértico es otro factor que propició que plantas y animales evolucionaran, para sobrevivir a las condiciones particulares que les ofrecía el valle. En el Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Cuatrociénegas existen 1 247 especies animales y plantas, de las cuales 16 están en peligro de extinción, 39 amenazadas, 34 bajo protección especial (Souza *et al*. 2006, Lobo 2009) y más de 80 son endémicas.

Los manantiales de Cuatro Ciénegas son pobres en fósforo y nitrógeno, lo que no permite el desarrollo de algas, y ello ha contribuido a mantener intacto un ecosistema primitivo, donde la base de la pirámide alimentaria parece estar formada por estromatolitos vivos, responsables del inicio de la acumulación de oxígeno en el planeta.

Los estromatolitos son estructuras formadas por depósitos de carbonatos construidos por cianobacterias filamentosas –lo cual le confiere al agua su color característico–, en asociación con comunidades de bacterias y arqueas que son poco comunes en el mundo y cuya existencia se

[1] Nota del editor. La grafía de Cuatro Ciénegas consta de dos palabras cuando se refiere al municipio, a la cabecera del mismo y al valle; y solamente se escribe "Cuatrociénegas" cuando hace referencia al nombre oficial del Área de Protección de Flora y Fauna, a su categoría como ANP.

Ibarra F., J.C. 2017. Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas: un espacio para la conservación de los recursos naturales. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 255-259.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

calcula en 3 mil millones de años. Estas comunidades son muy sensibles a los cambios en los niveles de agua, pues los organismos mueren al quedar expuestos a la superficie.

El valle cuenta con afloramientos de yeso, que en algunas zonas se presentan como campos de dunas, que son las segundas en extensión en América. Si bien las dunas de yeso son otro elemento del paisaje que le da valor al área, destacan por su importancia biológica, ya que albergan plantas endémicas, especies gipsófilas que sólo se distribuyen en este tipo de ecosistema (Johnston 1941); por ejemplo la herbácea *Selinocarpus purpusianus* fue reportada como una especie confinada a suelos yesosos, es decir, gipsófila obligada (Fowler y Turner 1977), igual que la hierba de la borrega (*Gaillardia gypsophila*) reportada por Turner (1972).

A lo anterior cabe agregar que también hay áreas con suelos extremadamente salinos, que en algunas partes están cubiertos por matorral o pastizal, y otras sin vegetación aparente.

Los grupos faunísticos con mayor valor para la conservación, dada su distribución restringida a este valle, son los peces y reptiles, que son particularmente sensibles a los cambios drásticos en los niveles de las pozas, así como a la contaminación del agua y destrucción del hábitat.

Un área para conservar y proteger

Todas las particularidades del APFF Cuatrociénegas acentúan su importancia como un lugar único desde el punto de vista físico y biológico, y pone de manifiesto la necesidad de profundizar en la investigación del mismo. Es así que, por más de 30 años, se ha trabajado a través de diferentes instancias, como foros académicos y reuniones nacionales e internacionales, para concientizar a la comunidad sobre el valor y fragilidad del valle.

Con base en lo anterior, organismos no gubernamentales, centros de estudio e investigación, manejadores de áreas protegidas e instituciones internacionales formularon una serie de peticiones al gobierno federal, que dieron como resultado que el 7 de noviembre de 1994 se expidiera el decreto que reconoce al valle de Cuatro Ciénegas como un APFF, con una extensión de 84 347 ha, principalmente por sus endemismos asociados a ambientes acuáticos representados por manantiales, conocidos localmente como pozas.

Posteriormente, en 1996, el área natural ingresó a la lista de humedales de importancia internacional, y fue reconocido como el sitio Ramsar 734 (Ramsar Convention 2016), lo cual significa que es uno de los humedales de mayor trascendencia en el mundo y el más importante dentro del Desierto Chihuahuense, ya que alberga un gran número de cuerpos de agua, entre los que se encuentran ríos, lagunas, ciénegas y manantiales. Los humedales son importantes no sólo por proveer abundante agua y brindar un sin número de servicios, sino además por ser un ecosistema primordial para la recarga de acuíferos.

Debido a la cantidad de endemismos y poblaciones significativas de especies en riesgo de extinción en Norteamérica que aloja esta área, la CONABIO lo considera entre los sitios prioritarios para la conservación en el país: Región Terrestre Prioritaria 69 y Región Hidrológica Prioritaria 48.

Uso y abuso, causa de su deterioro

La historia de las modificaciones a la hidrología del valle de Cuatro Ciénegas se remonta al siglo XIX, cuando el agua del río Cañón fue canalizada para irrigar nogales, vides y huertas, así como para consumo humano, dentro de la cuenca hasta entonces endorreica (cerrada).

La cuenca fue abierta en 1902 para llevar agua al municipio de Frontera, a más de 60 km.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En 1966 se abrieron el canal Santa Tecla, para llevar el líquido a los municipios de Lamadrid y Sacramento, y el canal Becerra, que lo conduce a las parcelas del ejido Ciénegas. En 1969 se construyó el canal El Venado, que lleva agua al ejido del mismo nombre.

Más canales fueron abiertos para irrigar cultivos, entre ellos el de Antiguos Mineros del Norte, Agua Chiquita-San Juan, El Anteojo, La Vega y el canal de Julio. Por esta red de canales fluyen alrededor de 100 millones de m^3, de los cuales 82% sale de la cuenca, y riegan en su totalidad más de 3 mil hectáreas, donde más de 80% representa cultivos de forraje, caracterizados por su alta demanda de agua (semarnat 2008).

Además el dragado de los cuerpos de agua provocó una desecación paulatina de los humedales, lo que quedó de manifiesto cuando se secaron, a principios de los ochenta, el manantial del río Cañón; en los noventa el manantial de San Marcos; y, en el 2009, la laguna de Churince, lo que se asocia a la apertura de pozos para producción de forraje en el valle del Hundido.

El humedal contaba con más de 2 500 ha, que en un lapso poco mayor a 100 años se redujo a 200 ha (conanp y fmcn 2003, conanp 2007). Lo anterior provocó la fragmentación del hábitat y, en consecuencia, la reducción de poblaciones de flora y fauna, por ejemplo, la tortuga de bisagra (*Terrapene coahuila*), especie endémica y amenazada, que contaba con aproximadamente 10 mil individuos en 1960, y se redujo a 2 500 individuos en 2002 (Howeth *et al.* 2008, Salas-Wesphal *et al.* 2011).

La pérdida de humedales también trajo consigo la disminución del hábitat, causa principal para la extinción de especies de fauna dependientes del humedal, pues se interrumpió el equilibrio y funcionalidad del sistema ambiental y, en consecuencia, la continuidad de procesos ecológicos, especialmente los hidrológicos y aquellos que favorecen la presencia de hábitat disponible para especies de flora y fauna silvestre.

No obstante, es preciso señalar que el impacto ambiental o pérdida de la superficie de humedal no es necesariamente producto del uso del agua, sino de la forma en la cual se extrajo el vital líquido de este ecosistema, y la situación se agravó aún más con el tipo de cultivo que se empezó a utilizar en los últimos años: la alfalfa.

Una de las razones que detonaron el cultivo de la alfalfa en el valle de Cuatro Ciénegas fue su cualidad como forraje, pues contiene un alto contenido de proteína (18-22%) y es esencial para la alimentación de ganados lecheros y productores de carne de la región y de todo el estado. De esta manera los grandes productores lecheros y de ganado de carne demandaron el forraje, mismo que podía ser sembrado en Cuatro Ciénegas por disponer de suficiente agua para tal fin.

Es preciso señalar que, para producir 1 kg de forraje de alfalfa, son necesarios alrededor de 1 500 l de agua, de acuerdo a la técnica de riego utilizada, mientras que una vaca lechera de la raza Holstein requiere en promedio 14 kg de forraje seco al día, lo que implica una fuerte demanda de agua.

Medidas de conservación y recuperación

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (conanp) tiene como encomienda conservar los ecosistemas naturales más representativos del país, a través de las áreas naturales protegidas y sus diferentes modalidades de conservación. De esta manera la dirección del apff Cuatrociénegas, desde su decreto, ha fomentado la conservación de los recursos naturales y dado impulso al uso administrado de los mismos, a fin de que puedan ser utilizados por las futuras generaciones, sin comprometer su disponibilidad en el tiempo.

Para lograr lo anterior, en esta área protegida se implementan modelos demostrativos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

que promueven la baja demanda hídrica, como el cultivo del nopal y el uso de tecnologías para incrementar la calidad alimenticia por medio de biodigestores, que ofrecen la alternativa de sustituir la alfalfa por nopal, a fin de brindar al ganado la proteína requerida sin menoscabo de sus estándares productivos, lo que permite disminuir el consumo de agua en aproximadamente 1 400 l/kg de forraje producido.

En concordancia con lo anterior, en los últimos años el APFF Cuatrociénegas remplazó parcelas de alfalfa por nopal verdura y forrajero, ha implementado sistemas de conducción y riego eficientes y ha capacitado a productores locales y habitantes del municipio de Cuatro Ciénegas, con el fin de reorientar y diversificar sus productos.

Actualmente la CONANP, con el apoyo del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) No. 22, efectúa una serie de procedimientos experimentales para estandarizar la dieta de bovinos productores de leche. Paralelamente se han realizado acciones directas de restauración del humedal e implementado una estrategia informativa hacia los pobladores locales, para que asocien el mantenimiento de los niveles del humedal y su funcionalidad, con el aseguramiento de la disponibilidad de agua en el futuro.

Es necesario desalentar programas gubernamentales de subsidios que apoyan actualmente la siembra de forrajes altamente demandantes de agua, para sustituirlos por cultivos compatibles con el ecosistema semidesértico; para ello se debe fortalecer la coordinación estrecha entre las distintas dependencias de gobierno, a fin de que sus respectivas metas sean afines y no afecten el desarrollo y prosperidad de los pobladores locales.

Conclusión

El valle de Cuatro Ciénegas es el humedal de Coahuila con mayor número de endemismos. Los esfuerzos por conservarlo, así como a todas las plantas y animales que viven en él, van en aumento, gracias a las sinergias de colaboración entre diversos sectores de la sociedad.

Las organizaciones no gubernamentales, así como las universidades e instituciones nacionales e internacionales, han contribuido mucho con el desarrollo de proyectos de conservación, restauración, educación ambiental y difusión. La CONANP ha mantenido su trabajo para regular y promover la salvaguarda de este frágil ecosistema. De igual manera muchos habitantes del valle se han sumado a los esfuerzos por conservar los recursos naturales del área.

El gobierno estatal considera al valle de Cuatro Ciénegas como un sitio prioritario y, por ello, promueve su conservación, a la par de mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Se colabora ampliamente con los diferentes sectores de la sociedad para desarrollar proyectos de cuidado y recuperación del patrimonio natural. Paralelamente Cuatro Ciénegas cuenta con el nombramiento de pueblo mágico, lo que promueve el turismo ordenado dentro del valle.

Sin embargo, y a pesar de todos los esfuerzos que se llevan a cabo actualmente, las amenazas y la desecación del valle continúan. Por ello es necesario promover una alineación de políticas públicas y programas dentro de Cuatro Ciénegas. Es necesario fortalecer una política de uso eficiente del agua, así como de restauración del humedal y control de especies exóticas. Todo debe ser impulsado a través de programas que beneficien directamente a las comunidades del valle, para garantizar su apropiación y, por lo tanto, asegurar la conservación del humedal en el largo plazo.

A la par se deberán fortalecer los esfuerzos que, en materia de educación y divulgación de la ciencia, se llevan a cabo. Esto permitirá impulsar el descubrimiento e interés por los estudiantes hacia la riqueza natural que alberga el humedal de mayor importancia de Coahuila.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

conanp. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2007. Estudio sobre el cambio de uso de suelos en el valle de Cuatro Ciénegas. Periodo 2002-2006. conanp, Michoacán.

conanp y fmcn. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. 2003. Estimación de la tasa de transformación del hábitat en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. Periodo 1973-2000. Informe Final. conanp/fmcn, México.

Fowler, B.A. y B.L. Turner. 1977. Taxonomy of *Selinocarpus* and *Ammocodon* (Nyctaginaceae). *Phytologia* 37(3):177-208.

Howeth, J.G., S.E. McGaugh y D.A. Hendrickson. 2008. Contrasting demographic and genetic estimates of dispersal in the endangered coahuilan box turtle: a contemporary approach to conservation. *Molecular Ecology* 17:4209-4221.

ine y semarnap. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. Programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. ine/semarnap, México.

Johnston, I.M. 1941. Gypsophily among mexican deserts plans. *Journal of the Arnold Arboretum* 22(2):145-170.

Lobo, T. 2009. *Cuatro Ciénegas: la mirada de sus niños*. Proyecto Concentrarte/wwf/Fundación Carlos Slim, México.

Ramsar Convention. 2016. The list of wetlands of international importance. En: <*http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/sitelist.pdf*>, última consulta: 13 de abril de 2017.

Salas-Wesphal, A.I., G. Castañeda-Gaytán, M.C. García de la Peña *et al*. 2011. *Ecología de la tortuga de Cuatro Ciénegas (Terrapene coahuila) en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas: protocolo de monitoreo para su conservación*. Universidad Juárez del Estado de Durango/conanp, México.

semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos del Acuífero 0528 Cuatrociénegas y se modifican los límites y planos de localización que respecto del mismo se dieron a conocer en el Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. Publicado el 16 de junio de 2008 en el dof. Texto vigente.

Souza, V., L. Espinosa-Asuar, A. Escalante *et al*. 2006. An endangered oasis of aquatic microbial biodiversity in the Chihuahuan Desert. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103(17):6565-6570.

Turner, B.L. 1972. Two new gypsophilous species of *Gaillardia* (Compositae) from northcentral Mexico. *The Southwestern Naturalist* 17(2):181-190.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Regiones prioritarias para la conservación: realidades y perspectivas

Enrique Carreón Hernández, César Martín Cantú Ayala,
Ignacio José March Mifsut y Hernando Cabral Perdomo

Introducción

Coahuila es el tercer estado con mayor territorio (150 656 km^2) y abarca 7.88% de la superficie total del país. Sin embargo, su vasta extensión representa un reto para garantizar la conservación de sus regiones y ecosistemas, así como de sus sitios prioritarios por los altos niveles de endemismos.

Enclavado en el Desierto Chihuahuense –uno de los desiertos con mayor riqueza biológica en el planeta–, la Sierra Madre Oriental y la Provincia Tamaulipeca, es el segundo estado con mayor riqueza de cactáceas (Guzmán *et al.* 2003) y con la más alta diversidad de especies de peces asociados a regiones desérticas, la mayoría de ellos endémicos o nativos (SEMA 2013). Además es una de las entidades con mayor superficie conservada bajo el esquema de áreas naturales protegidas (ANP), la cual asciende a 16.4%.

Determinación de regiones prioritarias

Para identificar las regiones prioritarias de Coahuila, se realizó una revisión de la bibliografía y archivos vectoriales existentes, de los diferentes tipos de áreas de conservación; con base en lo anterior se establece el siguiente listado: regiones terrestres prioritarias (RTP; CONABIO 2000), regiones hidrológicas prioritarias (RHP; Arriaga *et al.* 2002), áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA; CIPAMEX y CONABIO 1999), áreas prioritarias para la conservación de pastizales (APCP; Pool y Panjabi 2011), sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad (SPTCB; CONABIO *et al.* 2007), sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad (SPAECB; CONABIO y CONANP 2010), Alianza Cero Extinciones (ACE; Ricketts *et al.* 2005, Ceballos *et al.* 2009), corredores ecológicos (CE; SEMA y TNC 2013, Cantú *et al.* 2011a) y el Rancho Los Ángeles (RLA), de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

También se consideraron las ANP que cuentan con decreto, declaratoria o certificado, ya sea de carácter federal (CONANP 2015 y 2016), estatal –entre éstas, las reservas naturales voluntarias o áreas destinadas a la preservación de los ecosistemas y su biodiversidad de iniciativa voluntaria (ADPEBIV)– (Gobierno del Estado 1997, 2013a, b, 2014a, b, 2015a, b; 2016) o municipal

Carreón H., E., C. Cantú-Ayala, I.J. March Mifsut y H. Cabral-Perdomo. 2017. Regiones prioritarias para la conservación: realidades y perspectivas. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 261-274.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

(Ayuntamiento de Torreón 2003). Se identificaron los sitios Ramsar Río Sabinas (Sitio Ramsar No. 769) y Cuatro Ciénegas (Sitio Ramsar No. 734). Los archivos vectoriales se procesaron y analizaron a través de sistemas de información geográfica (SIG).

Toda esta información permitió identificar que en Coahuila se localizan 40 áreas prioritarias destinadas a la conservación de los recursos naturales (cuadro 1, figura 1), pero que no cuentan con decreto, declaratoria o certificado. Estas áreas han sido propuestas por expertos en diferentes foros o talleres, y actualmente algunas de ellas se encuentran representadas en el esquema de ANP, como la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé, Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo y Monumento Natural Río Bravo del Norte (cuadro 1).

Se contabilizó un total de 99 SPTCB (figura 2), de los cuales siete se consideran de prioridad extrema y 92 de alta. Para los SPAECB (figura 3) se contabilizaron 343: 132 de prioridad extrema y 211 de alta.

La delimitación de estos sitios prioritarios es un avance con respecto a las RTP y RHP, ya que su identificación se realizó mediante el uso de herramientas de planeación sistemática y con una mayor resolución, en comparación con las RTP y RHP, que son áreas definidas a nivel de cuenca (Koleff *et al.* 2009). Sin embargo, al igual que las anteriores, no cuentan con decreto, declaratoria o certificado.

Por lo que respecta a las ANP, las 24 que se encuentran en Coahuila (figura 4) conforman una importante contribución a la protección de los recursos naturales. En la década de los cuarenta sólo se tenían decretadas tres: el Parque Nacional (PN) Los Novillos, la Cuenca Abastecedora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín –con 1 519 427.49 ha– y el APRN de la Cuenca Abastecedora del Distrito Nacional de

Cuadro 1. Regiones prioritarias destinadas a la conservación en Coahuila.

Categoría	Clave	Nombre	Referencia
Regiones terrestres prioritarias	51	Laguna Jaco	CONABIO 2000
	52	Mapimí*	
	68	Sierra La Fragua	
	69	Cuatro Ciénegas*	
	70	Sierra de La Madera	
	71	Sierras La Encantada-Santa Rosa	
	72	Sierra Maderas del Carmen*	
	73	Sierra El Burro-Río San Rodrigo	
	74	Cinco Manantiales	
	75	Matorral Tamaulipeco del Bajo Río Bravo	
	77	Sierra Bustamante	
	79	Sierra de La Paila	
	80	Tokio	
	81	El Potosí-Cumbres de Monterrey*	

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Categoría	Clave	Nombre	Referencia
Regiones hidrológicas prioritarias	42	Río Bravo Internacional*	Arriaga *et al.* 2002
	43	Río Bravo-Piedras Negras	
	44	El Guaje	
	45	La India	
	46	El Rey	
	47	Sierra de Santa Rosa	
	48	Cuatro Ciénegas*	
	49	Valle Hundido	
	50	Río Salado de los Nadadores	
	51	Camacho-Gruñidora	
	52	Cumbres de Monterrey*	
Áreas prioritarias para la conservación de pastizales	51	Valle Colombia	Pool y Panjabi 2011
	55	Mapimí*	
	56	Cuatro Ciénegas*	
	58	Tokio	
Áreas de importancia para la conservación de las aves	NE-04	Sierra Maderas del Carmen*	CIPAMEX y CONABIO 1999
	NE-05	Sierra del Burro	
	NE-06	Nacimiento Río Sabinas-Sureste Sierra de Santa Rosa	
	NE-07	Presa Venustiano Carranza	
	NE-49	Laguna de Jaco	
	NE-13	Cuatro Ciénegas*	
	NE-48	Mapimí*	
	NE-10	Sierra de Arteaga	
	NE-12	Presa El Tulillo	
	NE-38	Área Natural Sierra de Zapalinamé**	
	NE-36	Pradera de Tokio	

*ANP de carácter federal.
**ANP de carácter estatal.

Riego 026 porción Sierra de Arteaga; después de 45 años se decretaron dos áreas federales, Cuatrociénegas y Maderas del Carmen (1994), así como una de carácter estatal, Sierra de Zapalinamé (1996), que suman 318 497.30 ha en total.

Es hasta el 2000 que se decretan cinco nuevas áreas protegidas, cuatro federales y una estatal, con una extensión de 811 196.52 ha; además se declara la primera Reserva Ecológica Municipal (REM) con una superficie de 48 649 ha y se

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

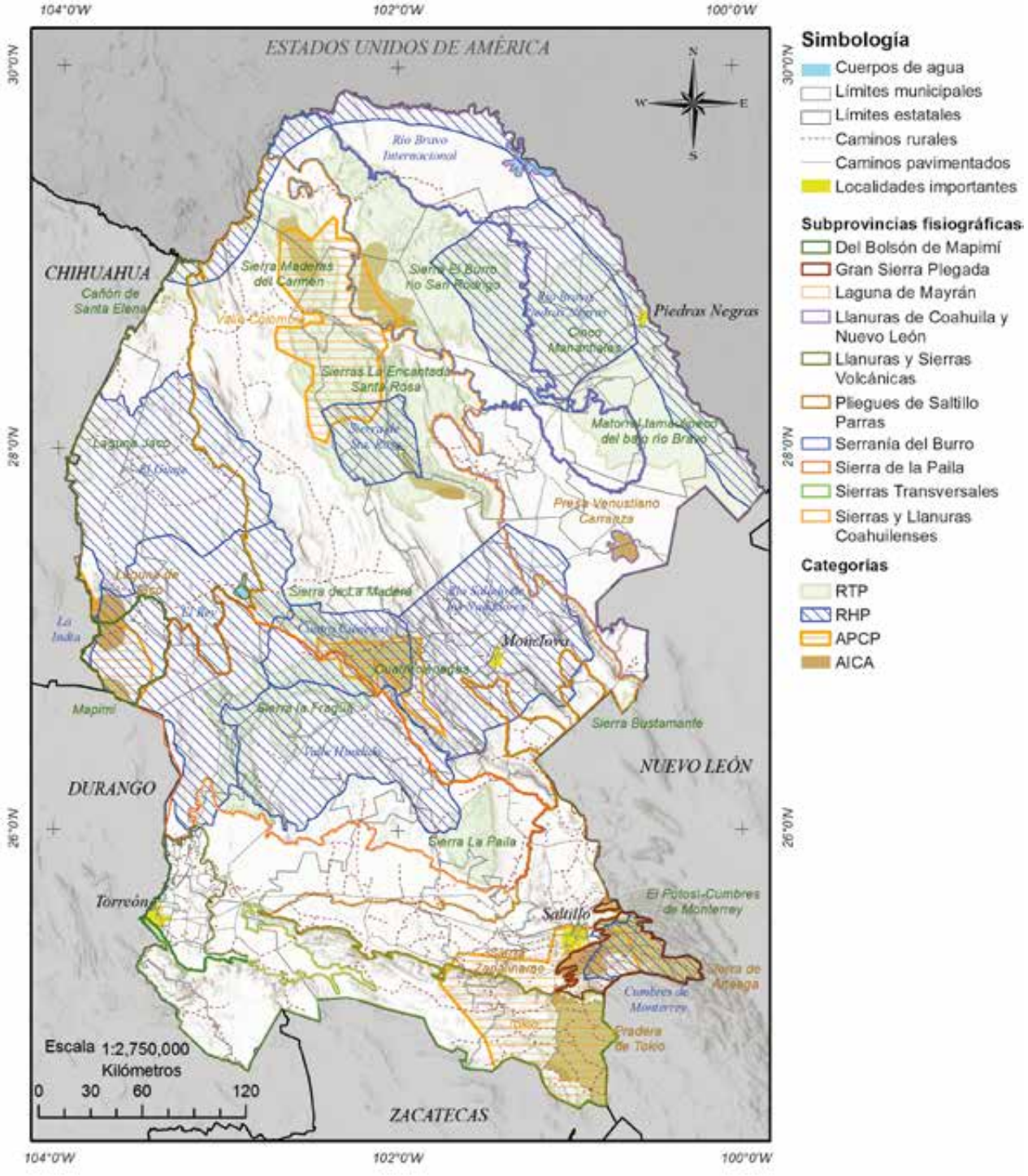


Figura 1. Regiones terrestres prioritarias (RTP), regiones hidrológicas prioritarias (RHP), áreas de importancia para la conservación de aves (AICA) y áreas prioritarias de conservación de pastizales (APCP) en Coahuila. Fuente: elaboración propia a partir de CIPAMEX y CONABIO 1999, CONABIO 2000, Arriaga *et al.* 2002, Pool y Panjabi 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

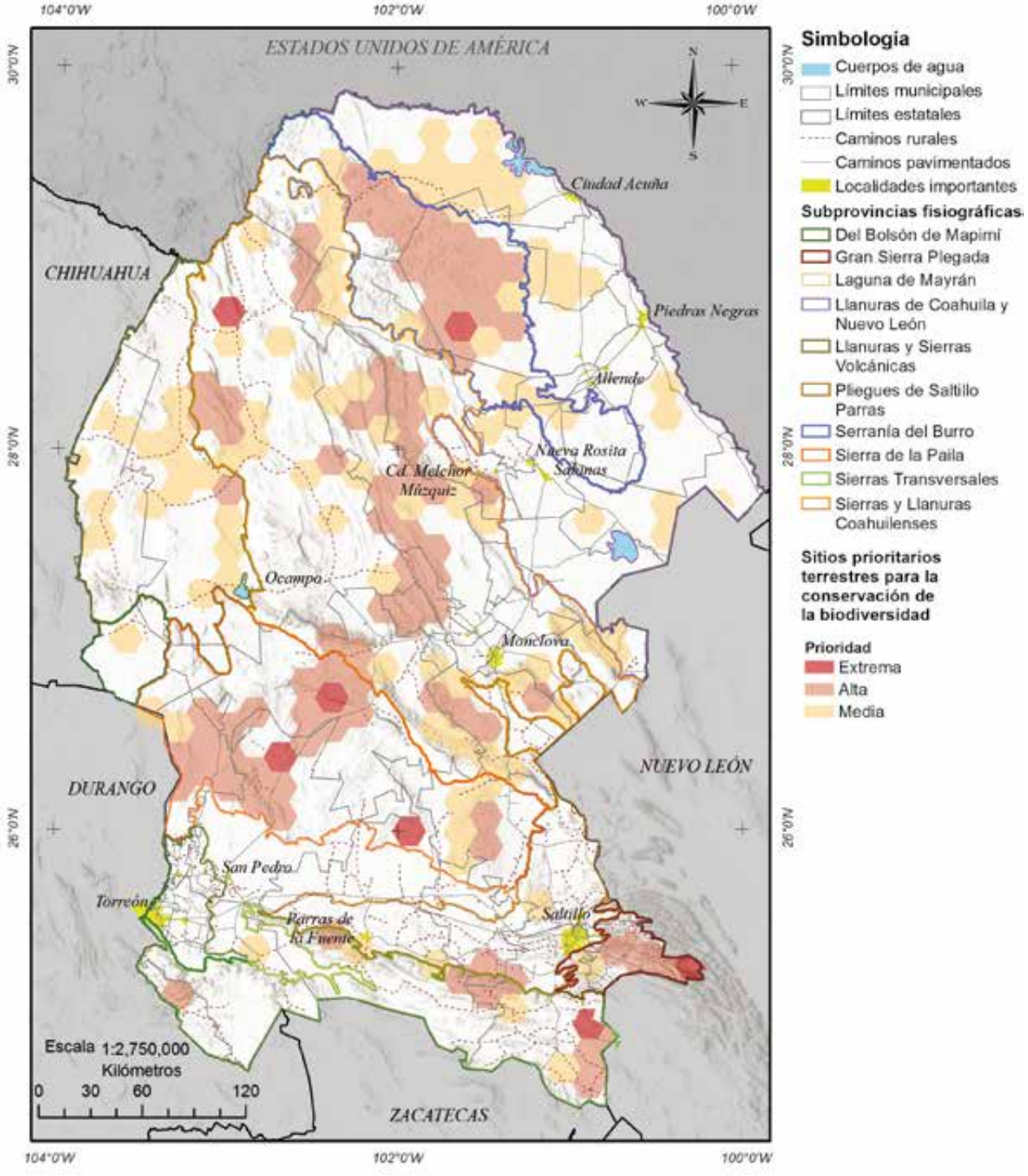


Figura 2. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad (SPTCB) en Coahuila. Fuente: CONABIO *et al.* 2007.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

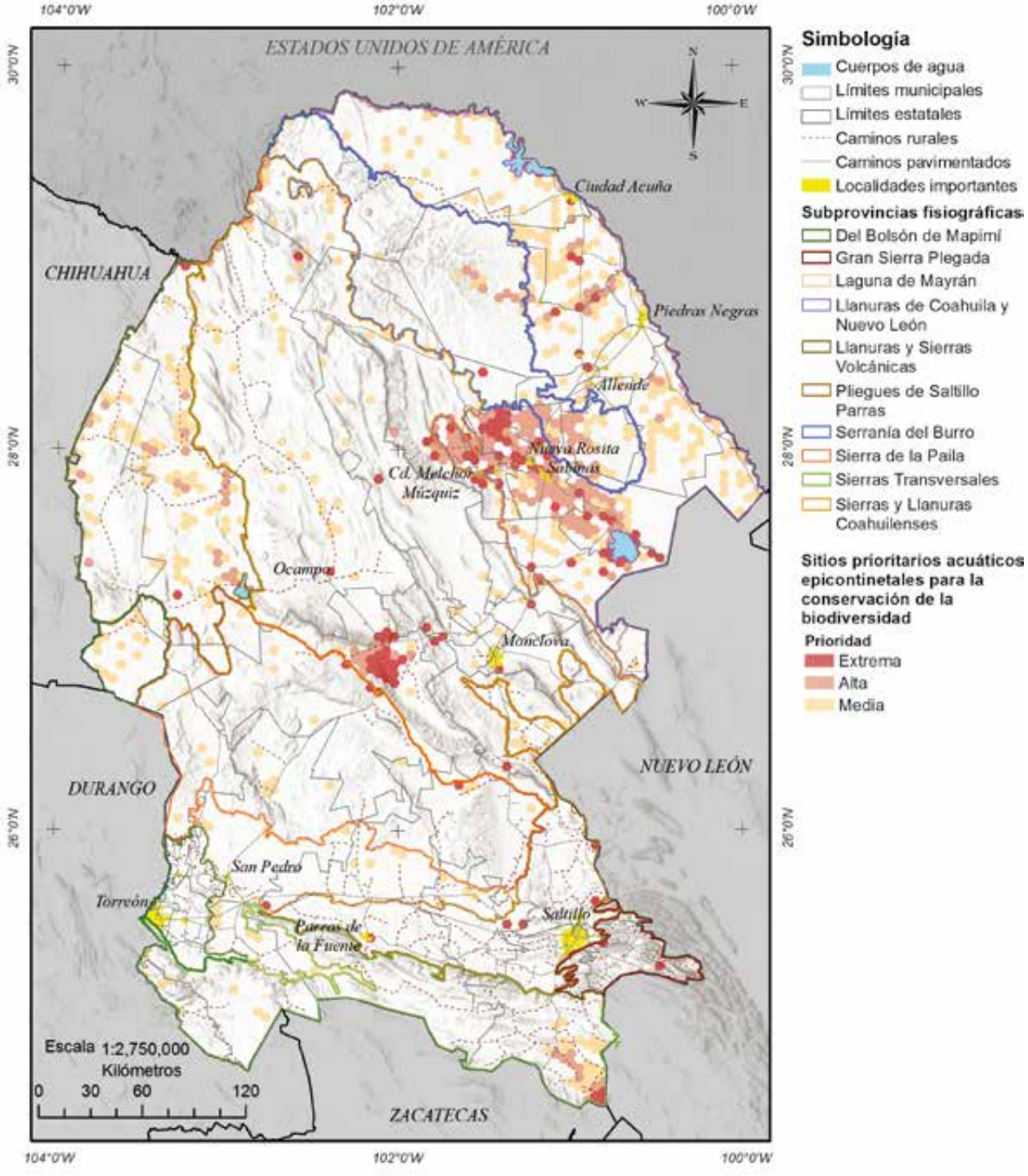


Figura 3. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad (SPAECB) en Coahuila. Fuente: CONABIO y CONANP 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

certifican, a nivel federal, tres áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC) con un total de 54 805.93 ha. Del 2010 al 2016 se han certificado dos ADVC adicionales (6 279.12 ha) y siete reservas naturales voluntarias estatales (55 567.54 ha). El territorio protegido de Coahuila cuenta con un total de 2 482 365.24 ha de la superficie total del estado. Sin embargo, sólo diez ANP cuentan con plan de manejo (cuadro 2).

Cuadro 2. Áreas naturales protegidas de Coahuila.

Nombre	Categoría	Jurisdicción	Decreto Certificación	Superficie (ha)	Programa de manejo
Los Novillos	PN	Federal	1940[1]	42.56	
Cuatrociénegas	APFF	Federal	1994[1]	84 347.47	2000
Maderas del Carmen	APFF	Federal	1994[1]	208 381.15	2012
Mapimí	RB	Federal	2000[1]	342 387.99	2006
Cuenca Abastecedora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín	APRN	Federal	1949[1] 2002[1]	1 519 385.03	
Cuenca Abastecedora del Distrito Nacional de Riego 026 Porción Sierra de Arteaga	APRN	Federal	2002[1]	120 428.50	
Río Bravo del Norte	MN	Federal	2009[1]	2 175.00	2013
Ocampo	APFF	Federal	2009[1]	344 238.23	2015
Rancho La Media Luna*	ADVC	Federal	2005[2]	17 181.12	
Sierra San Vicente*	ADVC	Federal	2007[2]	15 247.01	
Tierra Silvestre Cañón del Diablo*	ADVC	Federal	2009[2]	22 377.80	
Rancho La Puerta	ADVC	Federal	2015[2]	1 442.69	
El Peregrino	ADVC	Federal	ND	4 836.43	
Sierra de Zapalinamé	ZSCE	Estatal	1996[1]	25 768.68	Programa operativo quinquenal 2013-2017
Zapalinamé	ZR	Estatal	2007[1]	1 707.75	2008
Bosque Urbano Ejército Mexicano	PE	Estatal	2013[1]	51.40	
El Tulillo	RNV	Voluntaria-Estatal	2013[2]	69.44	2017
Villa de Bilbao	RNV	Voluntaria-Estatal	2014[2]	21 000.94	2016
Tomás Garrido	RNV	Voluntaria-Estatal	2014[2]	16 206.16	

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Continuación.

Nombre	Categoría	Jurisdicción	Decreto Certificación	Superficie (ha)	Programa de manejo
Cañón del Órgano	RNV	Voluntaria-Estatal	2015[2]	3 402.00	2017
El Refugio	RNV	Voluntaria-Estatal	2015[2]	877.00	2017
Rancho La Viga	RNV	Voluntaria-Estatal	2016[2]	4 667.00	
Rancho El Rescalco**	RNV	Voluntaria-Estatal	2016[3]	9 345.00	
Sierra y Cañón de Jimulco	REM	Municipal	2003[3]	48 649.00	

PN: parque nacional, APFF: área de protección de flora y fauna, RB: reserva de la biósfera, ZPF: zona protectora forestal, APRN: área de protección de recursos naturales, MN: monumento nacional, ADVC: área destinada voluntariamente a la conservación, ZSCE: zona sujeta a conservación ecológica, ZR: zona de restauración, PE: parque estatal, RNV: reserva natural voluntaria, REM: reserva ecológica municipal.
Decreto,[1] Certificación,[2] Declaratoria.[3]
* Las superficies de estas ANP no deben ser consideradas para una sumatoria total, ya que se encuentran dentro de otra ANP.
**De las 9 345 ha pertenecientes a esta ANP, 3 004.44 ha están incluidas dentro del polígono del APRN Cuenca Abastecedora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín.
Fuente: Ayuntamiento de Torreón 2003, CONANP 2015, SEMA 2016.

Se detectaron sitios que no cuentan con algún esquema de conservación (figura 5) –y que potencialmente deben ser considerados para promover acciones de protección y recuperación–, al hacer el traslape de las ANP federales, estatales, municipales, ADVC y reservas naturales voluntarias, con los sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad (SPTCB), sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad (SPAECB), Alianza Cero Extinciones (ACE), corredores ecológicos (CE), corredores Cantú (CC), Rancho Los Ángeles (RLA) y sitios Ramsar.

Estos sitios presentan cobertura vegetal primaria representada por vegetación gipsófila y halófila, matorral desértico micrófilo y rosetófilo, pastizal gipsófilo, pastizal natural, bosque de pino, bosque de encino, matorral submontano y matorral espinoso tamaulipeco; algunos de ellos son considerados como irremplazables, por su nivel de endemismos (Koleff *et al*. 2009). Muchos de los sitios de mayor prioridad se encuentran alrededor de ANP, lo cual es preocupante porque, fuera de algunas de ellas, la tasa de cambio de uso de suelo es mayor.

No obstante que Coahuila tiene actualmente 16.4% de su territorio en ANP, está próximo a la meta 11 de Aichi a ser alcanzada en el 2020, de conservar –al menos– 17% de los ecosistemas representativos del planeta (CDB y PNUMA 2011).

Para proteger adecuadamente la biodiversidad se deben considerar los tipos de ecosistemas, como lo ilustra el caso de las ecorregiones en Coahuila, ya que de las 11 de nivel 4 presentes en el estado, sólo tres están representadas por encima de 17% en ANP (Cantú *et al*. 2011b): a) valles endorreicos de Cuatrociénegas con vegetación xerófila micrófilo-halófila-gipsófila, b) lomeríos y sierras con matorral xerófilo y bosques de encino, y c) elevaciones mayores del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encinos y mixtos.

A raíz de este análisis se identificaron las siguientes áreas prioritarias y corredores biológicos para la conservación de la biodiversidad en Coahuila:

Corredores biológicos

Del extremo noroeste al extremo sureste del estado se identifica un corredor biológico de 520

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

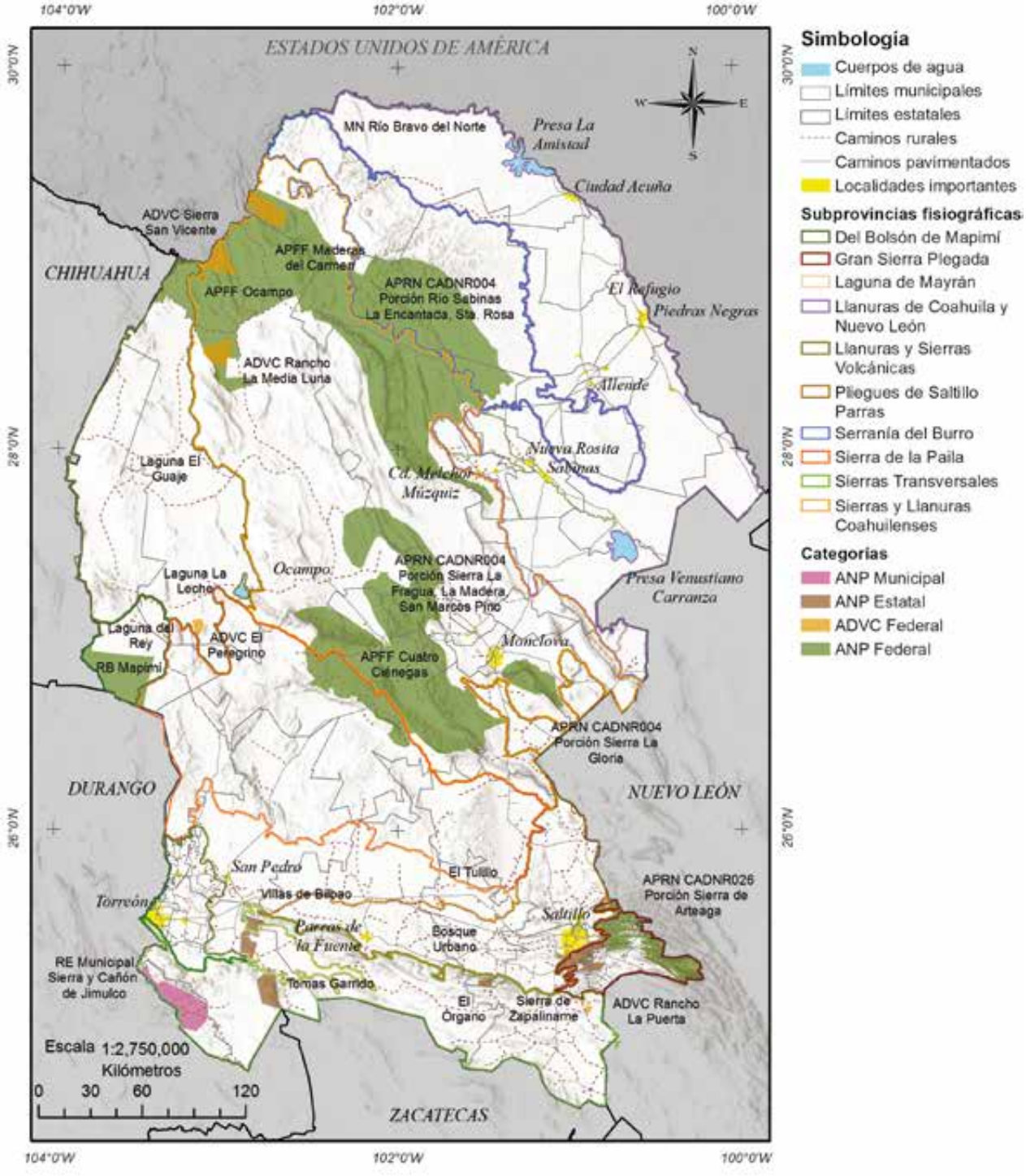


Figura 4. Áreas naturales protegidas (ANP) con decreto, certificación o declaratoria a nivel federal, estatal o municipal en Coahuila. Fuente: Ayuntamiento de Torreón 2003, CONANP 2015, SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

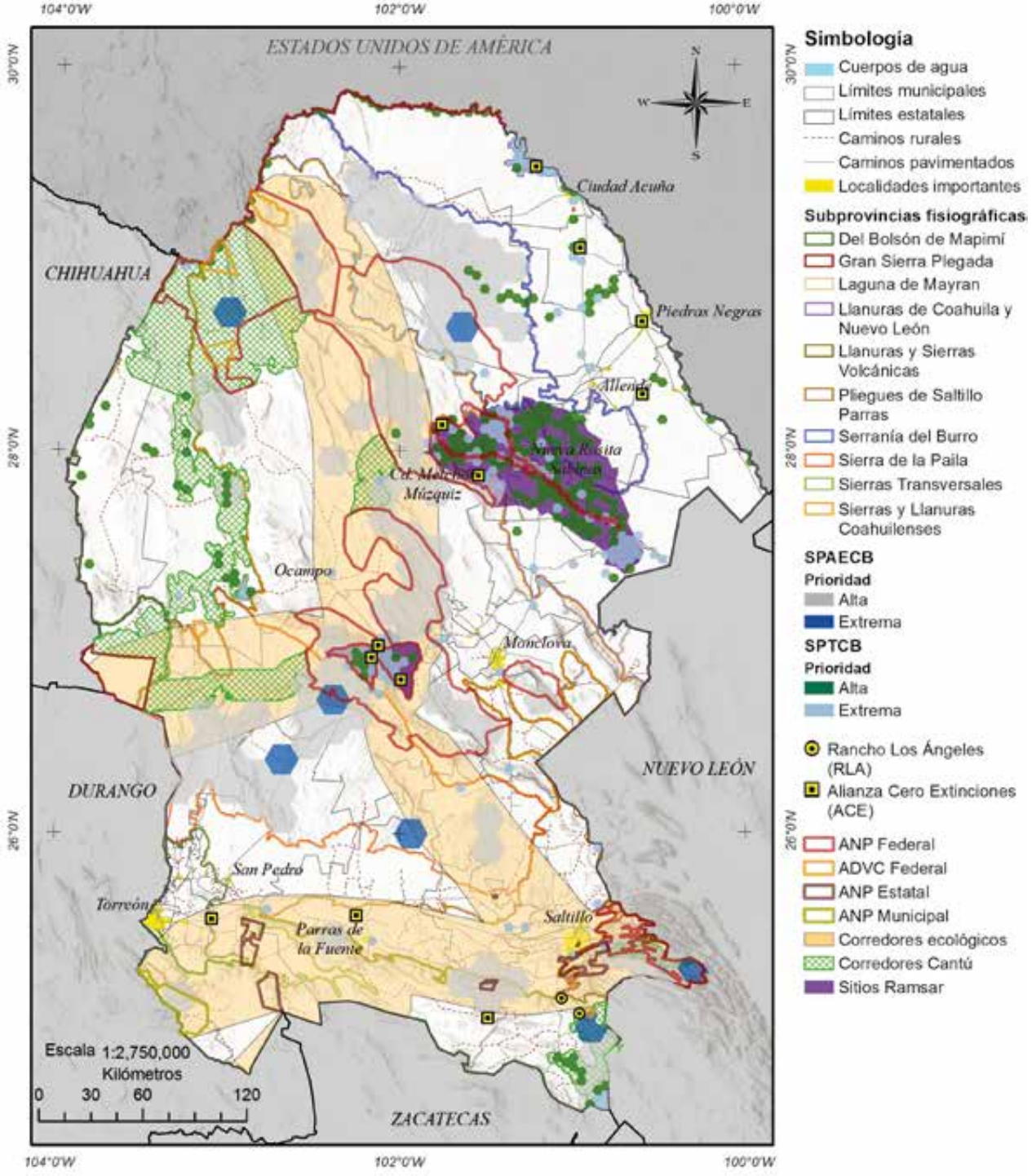


Figura 5. Traslape de ANP (federales, estatales y municipales), áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC); entre las que se encuentran las áreas destinadas a la preservación de los ecosistemas y su biodiversidad de iniciativa voluntaria (ADPEBIV), sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad (SPTCB), sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad (SPAECB) y otras áreas para promover la conservación en la zona. Fuente: Ayuntamiento de Torreón 2003, Ricketts *et al*. 2005, CONABIO *et al.* 2007, CONABIO y CONANP 2010, Cantú *et al*. 2011a, SEMA y TNC 2013, CONANP 2015, SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

km de extensión, con vegetación de matorral desértico micrófilo y rosetófilo, pastizal natural y halófilo, así como matorral submontano.

Este corredor biológico cuenta ya con la presencia de siete ANP –Maderas del Carmen, Río Bravo del Norte, Ocampo, Cuatrociénegas, Cuenca Abastacedora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín, Cuenca Abastacedora del Distrito Nacional de Riego 026 Porción Sierra de Arteaga, y Sierra de Zapalinamé–, pero es necesario incrementar la superficie protegida, y dar especial énfasis a la sierra de La Paila, que cuenta con 61 especies de plantas endémicas (Bartolomé 2015), algunas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Asimismo requieren incremento de protección las áreas prioritarias para la conservación de pastizales (APCP) Valle Colombia y Tokio (Pool y Panjabi 2011) y el Rancho Los Ángeles, de la UAAAN, que cuenta con colonias del perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*) –especie endémica– y el gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*), ambas en peligro de extinción.

Corredor transversal sur

Se identifica así al corredor que cubre serranías del estado en su parte meridional, del extremo este al extremo oeste, como la sierra de Parras –con 69 endemismos de plantas (Bartolomé 2015)–. Este corredor tiene una extensión de más de 220 km y presenta vegetación de matorral desértico rosetófilo, pastizal natural y bosque de pino. Se sugiere dar prioridad a decretar áreas que promuevan la conectividad entre las ANP ya existentes dentro de este corredor: Villa de Bilbao, Tomás Garrido, Cañón del Órgano, Bosque Urbano Ejército Mexicano y la REM Sierra y Cañón de Jimulco.

Corredor central

Incluye las ANP Cuatrociénegas, Mapimí y el ADVC El Peregrino. La vegetación está representada por matorral desértico rosetófilo, pastizal y vegetación de desiertos arenosos. Tiene una extensión de 154 km.

Corredores definidos por Cantú y colaboradores

Comprenden el ANP Ocampo, las ADVC Sierra San Vicente y Rancho La Media Luna, y hacia el sur se localizan las lagunas El Guaje, La Leche y El Rey. La vegetación está representada principalmente por matorral desértico rosetófilo y pastizal (Cantú *et al.* 2011a).

Áreas de pastizales

Coahuila cuenta con una superficie de pastizal natural de 447 711 ha –de las cuales 298 413 ha son de pastizal halófilo y 9 105 ha de pastizal gipsófilo–, así como con 172 790 ha de pastizal inducido (INEGI 2014). Sin embargo, este ecosistema se encuentra pobremente representado dentro de las ANP, con sólo 166 925 ha de pastizal natural y 44 817 de pastizal halófilo. Las áreas que presentan pastizal natural son: Maderas del Carmen, Cuenca Abastecedora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín –porción Río Sabinas–, La Encantada, Santa Rosa, Sierra del Burro y Sierra de Zapalinamé. El pastizal halófilo se localiza en las ANP Cuatrociénegas, Mapimí y Villa de Bilbao.

Los pastizales de Coahuila brindan servicios ambientales al cosechar agua, y contribuyen al almacenamiento y captura de carbono, lo que ayuda a mitigar el calentamiento global y mantener una alta biodiversidad.

En especial se recomiendan, como sitios prioritarios para conservación de este ecosistema, los distribuidos en el sureste del estado, en el municipio de Saltillo, y que están conformados por pastizales gipsófilos, hábitat de perritos llaneros mexicanos (*Cynomys mexicanus*), especie endémica en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Ecosistemas acuáticos

Los ríos, arroyos y manantiales deben ser sitios prioritarios para la conservación, debido a la fragilidad de los ecosistemas y especies asociados a ellos. Los ríos y arroyos cumplen funciones hidro-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

lógicas importantes, como recarga de acuíferos, suministro de agua para riego y descarga de excedentes durante lluvias intensas. La vegetación que crece en las orillas –bancos– también desempeña funciones importantes (filtra escorrentías, propicia infiltración y recarga los acuíferos).

El suministro de agua como hábitat para la fauna silvestre es especialmente importante en zonas áridas, tanto que los programas de conservación en estas áreas suelen concentrar sus esfuerzos en las partes ribereñas, ya que sirven de corredores biológicos para una gran diversidad de especies (Lafón *et al*. 2016).

Los ríos asociados a la cuenca del río Bravo y a las subcuencas de los ríos del norte, así como los ríos que se presentan en la zona centro del estado, son sitios prioritarios para la conservación, ya que cuentan con especies de peces en riesgo de extinción (SEMARNAT 2010), como el esturión (*Acipenser oxyrhynchus*) en el río Bravo y en la presa La Amistad, en el municipio de Acuña, considerado extinto (SEMARNAT 2010); el dardo escamudo (*Percina macrolepida*), especie amenazada y endémica del río San Carlos, en Acuña; así como la carpa diabla (*Dionda diaboli*), en peligro de extinción (SEMARNAT 2010).

Una área importante para la conservación es la designada como sitio Ramsar Río Sabinas, por donde pasa el río del mismo nombre, uno de los pocos afluentes de gran extensión y abundante caudal, cuyos márgenes presentan asociaciones de flora ausentes en otros paisajes del estado, como los bosques de sabino (*Taxodium mucronatum*; CONANP 2007). Esta vegetación de galería es un hábitat crítico para numerosas especies de flora y fauna. Entre los mamíferos reportados en el río, destacan 10 especies catalogadas ya sea como sujetas a protección especial, amenazadas, en peligro de extinción o probablemente extintas en el medio silvestre (SEMARNAT 2010).

Entre las especies sujetas a protección especial está el murciélago de la especie *Lasyonicteris noctivagans*; entre las amenazadas están la musaraña del desierto (*Notiosorex crawfordi crawfordi*), el murciélago lengüilargo (*Choeronycteris mexicana*), el murciélago hocicudo de la nieve (*Leptonycteris nivalis*), la zorrita del desierto o norteña (*Vulpes macrotis zinseri*), y el tlalcoyote o tejón (*Taxidea taxus berlandieri*). Entre las especies catalogadas en peligro de extinción se encuentran el castor (*Castor canadensis mexicanus*), el puerco espín (*Erethizon dorsatum couesi*) y el oso negro (*Ursus americanus eremicus*).

En este sitio Ramsar se han detectado SPAECB de condición alta a extrema, en donde han sido reportadas varias especies de peces endémicos: *Notropis amabilis, N. braytoni, N. jemezanus, N. saladonis* (extinto), *N. rutilus*, *N. stramineus, N. buchanani, Dionda diaboli, Extrarius aestivalis* (extirpado), *Gambusia speciosa, Xiphophorus meyeri* y *Etheostoma grahami*.

Se deberá dar especial énfasis a los manantiales de la región de Parras, para garantizar la conservación de peces que tienen distribución restringida a esa área, como el charalito del Nazas (*Gila conspersa*), especie endémica y amenazada (SEMARNAT 2010).

Conclusión

Coahuila cuenta con una amplia riqueza biológica y gran potencial para promover esquemas de conservación que garanticen su protección en el largo plazo. Se deben promover decretos de áreas protegidas en distintas modalidades dentro de cada una de las regiones prioritarias identificadas, así como impulsar la alineación de programas y políticas públicas que promuevan la conservación, especialmente aquellos que no contravengan las acciones conservacionistas promovidas por otros sectores, como es el caso de las reforestaciones fuera de áreas potenciales.

También se deberá promover un manejo sustentable de los recursos naturales dentro de las áreas prioritarias para la conservación, al fo-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

mentar prácticas sustentables, especialmente en la ganadería, y desalentar, en lo posible, el cambio de uso del suelo.

Deberá darse especial atención a las sierras La Madera, de Parras y La Paila, por presentar una alta concentración de endemismos de cactáceas. Además es importante promover la expedición de normas técnicas a nivel estatal que coadyuven con las normas oficiales mexicanas, para la protección y conservación de especies vulnerables, endémicas o en riesgo que se encuentran dentro de las regiones prioritarias.

Estas normas técnicas permitirán dar un esquema de protección a las especies que localmente lo requieren y no han sido contempladas dentro de las normas oficiales mexicanas, como es el caso de las cactáceas *Echinocereus mapimiensis*, *Grusonia bulbispina* y *Mammillaria luethyi*, consideradas endémicas de Coahuila, pero que no se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por último, se deberá continuar el incremento de la superficie de protección con esquemas contemplados por las legislaciones municipal, estatal y federal, que contemplen la participación de los propietarios e instituciones educativas y de conservación, que serán los actores claves para garantizar la salvaguarda y recuperación del capital natural de Coahuila.

Referencias

Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Escala 1: 4 000 000. CONABIO, México.

Ayuntamiento de Torreón. 2003. Declaratoria de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, municipio de Torreón, Coahuila. XII:10. Acta de Cabildo no. 18. Catorceava Sesión Ordinaria, celebrada el día 27 de junio de 2003.

Bartolomé, H.J.A. 2015. *Plantas endémicas del Desierto Chihuahuense*. Tesis profesional. División de Agronomía, Departamento de Botánica, UAAAN, Coahuila.

Cantú, C., F.N. González, J.G. Marmolejo *et al*. 2011a. Los vacíos y omisiones de conservación de Coahuila, México, con especial referencia a sus tipos de vegetación. *Ciencia UANL* XIV(1):69-74.

Cantú, C., F. González S., P. Koleff O. *et al*. 2011b. El papel de las unidades de manejo ambiental en la conservación de los tipos de vegetación de Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2(6):113-124.

CDB y PNUMA. Convención de Diversidad Biológica y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2011. Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi. CDB/PNUMA, Canadá.

Ceballos, G., E. Díaz Pardo, H. Espinosa *et al*. 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. En: *Capital natural de México, vol. II: estado de conservación y tendencias de cambio.* CONABIO, México.

CIPAMEX y CONABIO. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1999. Áreas de importancia para la conservación de las aves. Escala 1:250 000. CONABIO/Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN)/Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA), México.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2000. Regiones terrestres prioritarias. Escala 1:1 000 000. CONABIO, México.

CONABIO y CONANP. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2010. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad, escala: 1:1 000 000. CONABIO/CONANP, México.

CONABIO, CONANP, TNC y Pronatura. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México y Pronatura A.C. 2007. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad. Escala 1:1 000 000. CONABIO/CONANP/TNC/Pronatura, México.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2007. Ficha informativa de los humedales de Ramsar (FIR). Ficha río Sabinas. En: <*http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Coahuila/R%C3%ADo%20Sabinas/Mexico%20R%C3%ADo%20Sabinas%20RIS%20S%202008.pdf* >, última consulta: 10 de marzo de 2017.

——.2015. Cobertura de las áreas naturales protegidas federales de México. CONANP, Michoacán de Ocampo.

——.2016. Sistema de Información Geográfica. Áreas naturales protegidas. En: <*http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/*>, última consulta: 30 de marzo de 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Gobierno del Estado. 1997. Decreto por el que se declara como Área Natural Protegida, con el carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, un área de la serranía conocida como Zapalinamé. Publicado el martes 4 de febrero de 1997 en el POE. Texto vigente.

——. 2013a. Decreto por el que se declara como Área Natural Protegida con carácter de Parque Estatal al Bosque Urbano Ejército Mexicano, en el municipio de Saltillo, Coahuila de Zaragoza. Publicado el viernes 22 de noviembre de 2013 en el POE. Texto vigente.

——. 2013b. Certificado del Ejecutivo Estatal por el que se establece como sitio destinado a la Preservación de los Ecosistemas y su Biodiversidad de Iniciativa Voluntaria, el área conocida como "El Tulillo", en el municipio de General Cepeda, Coahuila de Zaragoza. Publicado el martes 26 de noviembre de 2013 en el POE. Texto vigente.

——. 2014a. Certificado del Ejecutivo Estatal por el que se establece como Área Destinada a la Preservación de los Ecosistemas y su Biodiversidad de Iniciativa Voluntaria, un área ubicada dentro del Ejido Villa de Bilbao, en el municipio de Viesca, Coahuila de Zaragoza. Publicado el martes 17 de junio de 2014 en el POE. Texto vigente.

——. 2014b. Certificado del Ejecutivo Estatal por el que se establece como Área Destinada a la Preservación de los Ecosistemas y su Biodiversidad de Iniciativa Voluntaria, un área ubicada dentro del Ejido Tomás Garrido, en el municipio de Viesca, Coahuila de Zaragoza. Publicado el martes 17 de junio de 2104 en el POE. Texto vigente.

——. 2015a. Certificado del Ejecutivo Estatal por el que se establece como Área Destinada a la Preservación de los Ecosistemas y su Biodiversidad de Iniciativa Voluntaria, un área conocida como "Cañón del Órgano", en los municipios de Saltillo y General Cepeda, Coahuila de Zaragoza. Publicado el martes 4 de agosto de 2015 en el POE. Texto vigente.

——. 2015b. Certificado del Ejecutivo Estatal por el que se establece como Área Destinada a la Preservación de los Ecosistemas y su Biodiversidad de Iniciativa Voluntaria, un área conocida como Rancho "El Refugio", en el municipio de Piedras Negras, Coahuila de Zaragoza. Publicado el martes 15 de diciembre de 2015 en el POE. Texto vigente.

——. 2016. Certificado del Ejecutivo Estatal por el que se establece como Área Destinada a la Preservación de los Ecosistemas y su Biodiversidad de Iniciativa Voluntaria, un área conocida como "Rancho la Viga", en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila de Zaragoza. Publicado el viernes 19 de febrero de 2016 en el POE. Texto vigente.

Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. *Catálogo de cactáceas mexicanas*. UNAM/CONABIO, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie V (capa unión). INEGI, Aguascalientes.

Koleff, P., M. Tambutti, I.J. March *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. 651-778.

Lafón, T.A., E. Carreón H., C. Chacón Z. y A. Lafón S. 2016. Manual de manejo de áreas ribereñas en ranchos ganaderos. Protección de la Fauna Mexicana, A.C. (PROFAUNA), Chihuahua.

Pool, D. y A. Panjabi. 2011. Assessment and revisions of north american grassland priority conservation areas. Background Paper. Commission for Environmental Cooperation, Montreal.

Ricketts, T.H., E. Dinerstein, T. Boucher *et al.* 2005. Pinpointing and preventing imminent extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102:18497-18501.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2013. Plan Estatal contra el Cambio Climático en Coahuila. SEMA, Coahuila.

——. 2016. Sistema de Información Ambiental del Estado de Coahuila. SEMA, Coahuila (documento interno).

SEMA y TNC. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza y The Nature Conservancy. 2013. *Memoria del II Taller para la Identificación de Acciones Estratégicas para la Conservación de la Biodiversidad de Coahuila en el Contexto del Cambio Climático.* SEMA/TNC, Saltillo.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el DOF. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El pago por servicios ambientales: un instrumento para asegurar el mantenimiento de los ecosistemas

Paola Bauche Petersen y María Alejandra Carrera Máynez

Introducción

Los ecosistemas proveen bienes y servicios esenciales para la subsistencia humana (Daily *et al.* 2000), entre los que se incluyen la formación del suelo, la polinización, la dispersión de semillas, la estabilización del clima, la purificación de agua y aire, además de la belleza escénica, entre otros (Daily 1997, Daily *et al.* 2000, MEA 2005). De acuerdo a Sarukhán y colaboradores (2009), el desarrollo de la humanidad depende totalmente de los ecosistemas y servicios que éstos le brindan. Sin embargo, poco esfuerzo se ha realizado para asegurar su permanencia.

Con base en la evaluación de los ecosistemas del milenio (MEA 2005), los beneficios obtenidos de los ecosistemas actualmente se ven amenazados por el aumento de la población mundial y su consumo desmedido, y se indica que más de un 60% de los servicios ambientales estudiados en el mundo presentan estados de degradación (Manson *et al.* 2013).

A pesar de su importancia, históricamente los servicios ecosistémicos han sido pobremente entendidos, no se han considerado en los mercados y han recibido poca atención en las políticas públicas (Costanza *et al.* 1997, Pagiola *et al.* 2005a). Sin embargo, existen esfuerzos recientes para conservar los servicios ambientales en el largo plazo, y comienzan a ser considerados en la economía y las políticas públicas (Echavarría 2002).

Pago por servicios ambientales

Uno de los instrumentos más reconocidos para asegurar el mantenimiento de los beneficios que brindan los ecosistemas es el pago por servicios ambientales (PSA), el cual fue creado como un incentivo económico para los dueños de los terrenos forestales donde se generan estos servicios, con la finalidad de compensar los costos de conservación y gastos en que incurren al realizar prácticas de buen manejo del territorio (CONAFOR 2011).

De acuerdo a varias publicaciones se pueden obtener muchos beneficios de estos mecanismos, ya que además de la conservación de los servicios ecosistémicos, la compensación representa una

Bauche Petersen, P. y A. Carrera Máynez. 2017. El pago por servicios ambientales: un instrumento para asegurar el mantenimiento de los ecosistemas. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 275-281.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

fuente adicional de ingreso a las comunidades involucradas, lo que contribuye a incrementar su nivel de vida (Pagiola *et al.* 2005a).

Ejemplos de PSA se encuentran en todo el mundo y, a pesar de que se han manejado diferenciadamente de acuerdo al contexto de cada región, el principio central de estos mecanismos es el mismo: usuarios de un servicio ambiental compensan a los proveedores de tal servicio, para fomentar que el manejo sustentable del territorio y las prácticas de conservación sean la opción de uso del territorio más atractiva.

Por lo antes señalado, las compensaciones –producto de este mecanismo de conservación– necesitan ser más altas que la alternativa económica de otras prácticas de uso (p.e. la ganadería) para asegurar que los campesinos no sufran pérdidas económicas al elegir prácticas sustentables; al mismo tiempo, las compensaciones deberán ser moderadas, para asegurar la participación de los usuarios (Pagiola *et al.* 2005b).

En los últimos diez años han surgido múltiples iniciativas de PSA. América Latina ha sido un receptor importante de este tipo de instrumentos y ha desarrollado una variedad de mecanismos. Costa Rica y México son casos de referencia, pues son países donde se realiza el pago bajo el apoyo de sus respectivos gobiernos, por medio del cobro de impuestos y solicitud de donaciones para pagar a los proveedores.

Por otro lado se tienen ejemplos de esquemas privados, en los cuales los usuarios pagan directamente a los proveedores, como sucede en los casos de Pimampiro, Ecuador; Valle del Cauca, Colombia; Santa Rosa, Bolivia; y la ciudad de Nueva York en Estados Unidos (CONAFOR 2011).

El PSA en México

México ha desempeñado un rol importante en los avances del mecanismo de PSA, gracias a los esfuerzos emprendidos por el gobierno federal y las instancias locales. A finales de la década de los noventa, el país ya contaba con experiencias pioneras de PSA, como el proyecto de carbono de Scolel'té (Tipper 2002), las iniciativas para pagar por los servicios ambientales hidrológicos en las sierras de Coahuila, los pagos por la belleza de los paisajes costeros de Oaxaca (CONAFOR 2011) y el fideicomiso público de servicios ambientales hidrológicos del municipio de Coatepec, Veracruz (Manson 2004).

En 2003 el gobierno federal, a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), comenzó a operar el Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos y posteriormente, desde 2004, el Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA).

A partir de 2006 los dos programas citados se fusionaron bajo un solo concepto, en el denominado Programa de Servicios Ambientales (CONAFOR 2011) que, a través de los años, se ha simplificado hasta contar actualmente con dos modalidades: pagos por servicios ambientales hidrológicos (PSAH) y por aquellos derivados de la conservación de la biodiversidad (PSABIO).

El programa de PSAH se diseñó con el fin de atender el problema de deforestación en áreas con dificultades de abastecimiento de agua y en aquellas donde las actividades forestales comerciales no podrían competir con el cambio de uso de suelo para las labores agrícolas y pecuarias (Muñoz-Piña *et al.* 2008).

El programa de PSABIO se creó con el objetivo de promover la conservación de la biodiversidad, con base en el reconocimiento de que esta última desempeña un papel importante como reguladora de la capacidad que tienen los ecosistemas para generar servicios o beneficios a favor de las sociedades humanas. La amplia

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

investigación sobre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas ha mostrado la importancia de la primera dentro de los procesos y servicios que éstos ofrecen (Quijas y Balvanera 2014).

En sus inicios el programa remuneraba a los dueños de los bosques por no tocarlos y mantenerlos en conservación (McAfee y Shapiro 2010). Sin embargo, a través de los años, el programa ha evolucionado y se ha focalizado para atender áreas con mayor índice de riesgo de deforestación, ecosistemas vulnerables, zonas con pobreza y comunidades indígenas.

El programa funciona con base en contratos entre la CONAFOR y los dueños o poseedores de terrenos forestales, en donde la institución se compromete a hacer un pago fijo por hectárea por un periodo de cinco años, mientras que el dueño o poseedor de terreno se compromete a realizar prácticas de manejo sustentable que mantengan o mejoren la provisión de servicios ambientales de interés.

PSA en Coahuila

En Coahuila opera el PSAH en áreas boscosas, y el PSABIO en ANP, en áreas con presencia de pastizales del sureste del estado donde vive el perrito llanero mexicano, y en áreas que sufrieron grandes incendios.

Cada año la CONAFOR publica los sitios potenciales –conocidos como áreas elegibles– para recibir el apoyo de PSAH y PSABIO. Tales áreas en el estado son reducidas y, por ello, la superficie protegida bajo estos esquemas no es suficientemente representativa para Coahuila.

El 2008 fue el año con menos apoyo (cuadro 1), cuando sólo se protegió, a través de este esquema de conservación, un área equivalente a 0.03% de la superficie estatal; en contraparte, el 2012 fue el año en que mayor superficie fue protegida bajo este esquema, al cubrir 0.21% del estado. Estos datos muestran que el programa es poco accesible debido a las condiciones ambientales de la entidad; las áreas elegibles son reducidas y no contemplan la riqueza biológica de los pastizales, matorrales o izotales del estado.

El área natural que más PSABIO ha recibido es el Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Cuatrociénegas, porque cuenta con los mayores niveles de endemismo y riqueza biológica de Coahuila.

Durante 2010, 2011 y 2012 la superficie total apoyada por PSA en el estado prácticamente se duplicó, y el PSABIO fue la modalidad más apoyada (CONAFOR 2015). Esto se debió a que se favorecieron los municipios de Castaños, Múzquiz, Cuatro Ciénegas y Nadadores, ya que sufrieron fuertes incendios en años previos (cuadro 1).

La única forma de fomentar un pago por servicios ambientales en otras áreas del estado es a través de fondos concurrentes, con los cuales se incentiva el conjuntar recursos financieros de la CONAFOR con una contrapartida igual por parte de los propietarios o instituciones gubernamentales y sociales. Sin embargo, a pesar de ser un esquema innovador, no es fácil de aplicar, ya que es necesario contar con una contrapartida fuerte para ser invertida.

En el estado existen pocos casos en los que se aplican los fondos concurrentes; entre ellos están la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) Sierra de Zapalinamé y la Reserva Ecológica Municipal (REM) Sierra y Cañón de Jimulco, así como un ejido dentro del municipio de Parras.

Existe un esquema innovador de PSA voluntario en la sierra de Zapalinamé, que se ha convertido en un ejemplo a nivel internacional por la participación activa y voluntaria de más de 50 mil familias (véase Pago por servicios ambientales: contribución a la conservación de la sierra de Zapalinamé, en esta misma obra).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Superficie con pago por servicios ambientales hidrológicos (PSAH) y pago por servicios ambientales por biodiversidad (PSABIO) de Coahuila 2008-2015.

Municipio	2008		2009		2010		
	PSAH	PSABIO	PSAH	PSABIO	PSAH	PSABIO	
Arteaga	2 905	0	1 325	178	300	0	
Candela	0	0	0	0	0	1 952	
Castaños	0	0	0	0	0	2 000	
Cuatro Ciénegas	0	2 233	0	1 350	0	192	
General Cepeda	0	0	340	0	428	0	
La Madrid	0	0	0	178	0	0	
Monclova	0	0	0	0	0	0	
Múzquiz	0	0	199	0	0	400	
Nadadores	0	0	0	0	0	1 486	
Ocampo	0	0	193	0	0	0	
Ramos Arizpe	0	0	0	0	0	0	
Sacramento	0	0	0	0	0	942	
Saltillo	522	0	515	1 990	3 914	2 339	
San Buenaventura	60	0	0	0	0	200	
Sierra Mojada	0	0	0	2 379	0	400	
Torreón	0	0	0	0	0	3 362	
Zaragoza	0	0	0	0	0	0	
Superficie (ha)	3 487	2 233	2 572	6 075	4 642	13 273	
Superficie total por año (ha)	5 720		8 647		17 915		

Los valores se muestran en hectáreas. Fuente: CONAFOR 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

	2011		2012		2014		2015		Total
	PSAH	PSABIO	PSAH	PSABIO	PSAH	PSABIO	PSAH	PSABIO	
	788	0	893	0	5 824	542	0	0	**12 755**
	0	0	0	2 055	0	0	0	0	**4 007**
	0	3 882	0	2 754	0	0	0	0	**8 636**
	0	3 714	0	8 417	0	1 886	0	1 977	**19 769**
	0	0	450	0	0	0	983	0	**2 201**
	0	193	0	0	0	0	0	0	**371**
	198	0	193	0	0	0	0	0	**391**
	2 942	4 504	0	411	377	0	0	0	**8 833**
	0	908	0	1 564	0	0	0	0	**3 958**
	196	141	0	0	0	0	0	0	**530**
	2 032	0	0	195	0	0	0	0	**2 227**
	0	0	0	992	0	0	0	0	**1 934**
	772	450	4 165	2 518	4 172	2 502	1 887	3 531	**29 277**
	0	757	0	202	0	0	0	0	**1 219**
	0	0	0	2 510	0	1 801	0	0	**7 090**
	0	0	0	3 552	0	0	0	0	**6 914**
	0	1 925	0	1 681	0	0	0	0	**3 606**
	6 928	16 474	5 701	26 851	10 373	6 731	2 870	5 508	**113 718**
	23 402		32 552		17 104		8 378		**113 718**

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

Para asegurar el mantenimiento de los ecosistemas y la producción de los servicios ambientales que aseguran la sobrevivencia humana, es importante crear instrumentos que integren diversas estrategias que permitan atender las particularidades territoriales e involucrar a entes públicos y privados, al mismo tiempo que fortalezcan a las instituciones locales (Bauche y Sandoval 2013).

De acuerdo con León y colaboradores (2012), en el futuro el programa nacional de PSA seguirá presente como una opción para incentivar a los dueños de bosques que se encuentren en regiones prioritarias, y que no cuenten con un usuario directo a quien involucrar en el mantenimiento y mejora de los servicios ambientales.

De forma distinta, en aquellas regiones que abastecen de agua a las ciudades –y con base en que 40% de la población del país se concentra en 74 áreas urbanas, donde se produce cerca de la mitad del PIB (Bauche y Sandoval 2013)–, se deberá corresponsabilizar a los verdaderos usuarios, mediante la creación de marcos legales que permitan la colecta de cuotas, así como hacer sinergias entre los sectores agrícola, ganadero, turístico y urbanista, y desarrollar la capacidad de los actores locales.

En Coahuila se deberá fortalecer el esquema social y voluntario de PSA, así como fortalecer una política de valoración de los servicios ambientales que otorgan los ecosistemas que no son boscosos, como los pastizales naturales y las zonas de matorral, que cubren la mayoría del territorio y representan parte importante del patrimonio natural estatal y nacional.

Referencias

Bauche, P. y A. Sandoval. 2013. Forest conservation in Mexico: ten years of payments for ecosystem services. En: *Case studies on remuneration of positive externalities (RPE)/ Payments for environmental services (PES)*. Food and Agricultural Organization (FAO), Italia.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2011. Servicios ambientales y cambio climático. En: <*http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/24/2727DOSSIER.pdf*>, última consulta: 10 de diciembre de 2016.

——. 2015. Pago por servicios ambientales en el estado de Coahuila. CONAFOR, Coahuila (documento interno).

Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot *et al.* 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.

Daily, G. 1997. *Nature´s services: societal dependence in natural ecosystems.* Island Press, Washington.

Daily, G.C., T. Soderqvist, S. Aniyar *et al.* 2000. The value of nature and the nature of value. *Science* 289:395-396.

Echavarría, M. 2002. Financing watershed conservation: the FONAG Water Fund in Quito, Ecuador. En: *Selling forest environmental services: market-based mechanism for conservation.* S. Pagiola, J. Bishop y N. Landell-Mills (eds.). Earthscan, Londres, pp. 91-101.

León, C., P. Bauche, S. Graf *et al*. 2012. Replicating policy that works: payments for environmental services in Mexico. *Solutions Journal* 3(5):82-88.

McAfee, K. y E.N. Shapiro. 2010. Payments for ecosystem services in Mexico: nature, neoliberalism, social movements and the state. *Annals of the Association of American Geographers* 100(3):579-599.

Manson, R.H. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. *Madera y Bosques* 10(1):3-10.

Manson, R., G. Barrantes y P. Bauche. 2013. Lecciones de Costa Rica y México para el desarrollo y fortalecimiento de programas de pago por servicios ambientales hidrológicos en América Latina. En: *Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y el Caribe*. A. Lara, P. Laterra, R. Manson y G. Barrantes (eds.). Red ProAgua CYTED/Imprenta América, Chile, pp. 145-170.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis.* Island Press, Washington.

Muñoz-Piña, C., A. Guevara, J.M. Torres y J. Braña. 2008. Paying for the hydrological services of Mexico's forests: analysis, negotiations and results. *Ecological Economics* 65(4):725-736.

Pagiola, S., A. Arcenas y G. Platais. 2005a. Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. *World Development* 33(2):237-253.

Pagiola, S., P. Agostini, J. Gobbi *et al*. 2005b. Paying for biodiversity conservation services: experience in Colombia, Costa Rica and Nicaragua. *Mountain Research and Development* 25(3):206-211.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Quijas, S. y P. Balvanera. 2014. Biodiversidad y servicios ambientales. En: *Pago por servicios ambientales en México: un acercamiento para su estudio*. M. Perevochtchikova (ed.). El Colegio de México, México, pp. 41-64.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias *et al.* 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad.* conabio, México.

Tipper, R. 2002. Helping indigenous farmers to participate in the international market for carbon services: the case of Scolel'té. En: *Selling forest environmental services. Market-based mechanisms for conservation and development*. S. Pagiola, J. Bishop y N. Landell-Mills (eds.). Earthscan, Londres, pp. 223-234.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Pago por servicios ambientales: contribución a la conservación de la sierra de Zapalinamé

Juan Manuel Frausto Leyva

Introducción

La obra *Capital natural de México* señala que, conforme a la Evaluación del Milenio (MEA), existe una seria degradación de los ecosistemas del planeta para proveer los servicios ecosistémicos (Sarukhán *et al.* 2009). Una proporción significativa de las afectaciones a la naturaleza y los procesos ecológicos están vinculados con las actividades de los grupos humanos, entre las cuales destacan los cambios en la cobertura vegetal, la sobreexplotación de componentes de la biodiversidad e introducción de especies exóticas invasoras (Sarukhán *et al.* 2009), así como el incremento acelerado de los espacios urbanos.

Los ecosistemas ofrecen un conjunto de servicios a las comunidades humanas que son esenciales para el suministro de materia prima, para procesos de producción y estabilidad climática (Herbert *et al.* 2010). Los servicios ambientales pueden entenderse como una "amplia gama de condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los componen ayudan a mantener y llevar a cabo la vida humana" (Daily *et al.* 1997:2).

Los intentos por detener el avance de la degradación y pérdida de los ecosistemas forestales por presiones humanas, han impulsado nuevas estrategias de conservación de la biodiversidad, entre las que sobresale el pago por servicios ambientales (PSA), entendido como un instrumento económico que adjudica un valor financiero a los beneficios obtenidos de los ecosistemas, a la vez que se promociona su mantenimiento (Herbert *et al.* 2010). La característica distintiva de los acuerdos de PSA va más allá del intercambio monetario, e implica un beneficio que en su ausencia no se presentaría, es decir, el servicio es "adicional" (Herbert *et al.* 2010).

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé

En Coahuila, particularmente en Saltillo, sobresale la iniciativa implementada para la conservación del área natural protegida (ANP) con carácter de ZSCE Sierra de Zapalinamé (CONABIO 2008), decretada por el gobierno estatal en el año de 1996 (Gobierno del Estado 1996), y que es de suma importancia para la ciudad, pues se estima que un

Frausto Leyva, J.M. 2017. Pago por servicios ambientales: contribución a la conservación de la sierra de Zapalinamé. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 283-285.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

70% del agua que llega a Saltillo proviene de esta área de conservación (Dorado *et al.* 2011).

Esta ANP tiene la condición excepcional de que, por un acuerdo ejecutivo, su manejo y operación está a cargo de la asociación civil Protección de la Fauna Mexicana A.C. (PROFAUNA), que recibe presupuesto del gobierno estatal y fondos complementarios de donantes privados y públicos (véase Participación ciudadana y formación de capital social en ANP, en esta misma obra).

La aplicación del mecanismo de pago por servicios ambientales (PSA)

El desarrollo del mecanismo de PSA en Coahuila inició en 2002 con el proyecto Cuencas y ciudades, financiado por la Fundación William and Flora Hewlett con apoyo del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), que estaba orientado a establecer una relación beneficiosa entre comunidades urbanas y rurales que viven en la cuenca que abastece el servicio ambiental (FMCN 2001).

En el 2005 el FMCN incorporó el financiamiento de la Fundación Gonzalo Río Arronte para consolidar experiencias que ayuden a mantener y recuperar los procesos naturales de los que depende la disponibilidad del agua para los habitantes rurales y urbanos en cuencas prioritarias (FMCN 2014). En años recientes nuevas fuentes privadas se han sumado al financiamiento, como Johnson Controls y Aguas de Saltillo (AGSAL).[1]

La experiencia en Saltillo logró consolidar dos aspectos fundamentales para desarrollar un mecanismo local de PSA (CONAFOR 2010): a) establecer la campaña de sensibilización permanente *Por una razón de peso,* que enfatiza la importancia de la fuente de agua, a fin de lograr el compromiso de donación voluntaria con cargo al recibo de agua, y b) formalizar un acuerdo con AGSAL para que ésta recaude las cuotas y transfiera los recursos a PROFAUNA A.C. para los programas de conservación y restauración (Herbert *et al.* 2010).

Los recursos generados por el esquema resultaron en un acumulado de 10 623 578.71 pesos al 2013, que equivalen a un crecimiento anual promedio de 3 938 donantes y 179 781.75 pesos. Adicionalmente el mecanismo ha logrado atraer otras inversiones; desde 2006 el gobierno estatal aporta recursos en proporción uno a uno, respecto de las donaciones ciudadanas (Herbert *et al.* 2010). En 2008 PROFAUNA estableció un convenio con la CONAFOR para aportar fondos concurrentes que duplican pagos a propietarios de 474 ha en la ANP (CONAFOR 2010).

Conclusión

En la sierra de Zapalinamé dos procesos han contribuido a la consolidación del mecanismo de PSA: la mejora de los servicios de AGSAL –sobre la cobertura de la red, rezagos en cobranza y mantenimiento del sistema de provisión de agua potable– y el desarrollo del programa de PSA de CONAFOR, que impulsa mecanismos locales para contar con aportaciones financieras que se destinan a actividades de buen manejo para la conservación y restauración de ecosistemas forestales (CONAFOR 2010).

Parte del recurso de PSA es dirigido a actividades prioritarias de conservación, restauración, vigilancia y protección contra incendios en el área protegida (Herbert *et al.* 2010), las cuales son realizadas por las comunidades, con supervisión y apoyo técnico de PROFAUNA.

Entre los desafíos que deberán superarse para conseguir que estos mecanismos de financiamiento a largo plazo sean exitosos en otras ANP y zonas prioritarias de conservación del

[1] Aguas de Satillo, Empresa Paramunicipal de Servicios Aguas de Saltillo, S.A. de C.V., cuya capitalización se realizó el 17 de septiembre del 2001, e inició operaciones el primero de octubre del mismo año. AGSAL 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

estado y del país, está demostrar que el pago a los propietarios efectivamente ha disminuido la deforestación (CONABIO 2008), ampliar el número de usuarios al esquema de aportación (Herbert *et al*. 2010), consolidar el marco legal para el sistema de recaudación vinculada al usuario (Leon *et al*. 2012), armonizar esta iniciativa con programas de otros sectores y, finalmente, incorporar a la iniciativa privada y el sector industrial como grandes consumidores de los servicios ambientales.

Referencias

AGSAL. Aguas de Saltillo. 2016. Historia. En: <*http://www.aguasdesaltillo.com/#/historia*>, última consulta: 29 de julio de 2016.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. *Capital natural de México, vol. III: políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO, México.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2010. *Servicios ambientales y cambio climático*. Coordinación General de Producción y Productividad-CONAFOR, México.

Daily, G., S. Alexander, P. Ehrlich *et al*. 1997. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology*, number 2. Ecological Society of America, EUA.

Dorado, V., S. Eguino, M. Ribera y S. Sangüeza. 2011. *Mecanismos financieros del agua en América Latina*. Fundación Avina, Chile.

FMCN. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. 2001. Proyecto de colaboración con la Fundación William and Flora Hewlett. Watershed and cities, a model for conserving strategic natural resources. A proposal submitted by the Mexican Nature Conservation Fund to the William and Flora Hewlett Foundation. México (inédito).

——.2014. Proyecto Cuencas y ciudades. En: <*http://fmcn.org/bosques-y-cuencas/cuencas-y-ciudades/*>, última consulta: 6 de febrero de 2016.

Gobierno del Estado. 1996. Decreto por el que se declara como Área Natural Protegida, con el carácter de Zona sujeta a conservación ecológica, un área de la serranía conocida como Zapalinamé. Publicado el 15 de octubre en el POE. Ultima reforma publicada el 4 de febrero de 1997.

Herbert, T., R. Vonada, M. Jenkins *et al*. 2010. *Fondos ambientales y pagos por servicios ambientales: proyecto de capacitación para fondos ambientales*. Red de Fondos Ambientales de Latinoamérica (REDLAC), Brasil.

Leon, C., P. Bauche, S. Graf *et al*. 2012. Solutions for a sustainable and desirable future. Replicating policy that works: payment for environmental services in Mexico. *Solutions Journal* 3(5):82-88.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias *et al*. 2009. *Capital natural de México. Síntesis, conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Áreas verdes urbanas

María Alejandra Carrera Máynez

Introducción

Las áreas verdes urbanas son espacios públicos urbanos o semiurbanos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o plantas y que pueden tener diferentes usos, como cumplir funciones de esparcimiento, recreación, ecológicas, ornamentales, protección, recuperación y rehabilitación del entorno, o alguna otra similar.

Existen tres grandes categorías de espacios públicos verdes (Tella y Potocko 2012):

1. Los sitios y ámbitos que definen el paisaje de la ciudad, donde los elementos de la topografía asumen un valor excepcional al definir el paisaje natural y estructurar los usos urbanos.
2. Los paseos y parques, espacios abiertos de la ciudad, con dimensiones y características paisajísticas especiales y cuyo uso colectivo está destinado fundamentalmente a actividades recreativas (parques regionales y urbanos, paseos, balnearios y plazas, entre otros).
3. Las vías singulares del trazado urbano que, por sus dimensiones, tránsito, uso y arbolado, constituyen ejes de valor singular.

Debido a la alta tasa de urbanización, las áreas verdes, ya sea que se trate de superficies urbanas recreativas o bien extensiones no urbanizadas con vegetación primaria o secundaria, son cada vez más importantes para mejorar el bienestar de la población en las ciudades, pues funcionan como espacios de interacción social entre las personas y también con la naturaleza. Asimismo la frecuencia de estos tipos de interacción en las áreas verdes es un factor que refuerza el apego a la comunidad y entre los residentes, e incluso tiene efectos positivos en la salud de las personas (Maas *et al*. 2009).

La conservación de la biodiversidad en las zonas urbanas, semiurbanas y periurbanas es uno de los grandes retos que enfrentan las ciudades. Con la pérdida de la biodiversidad, las urbes pierden no sólo parte de su capital natural, sino también de su riqueza cultural, y desaparecen también muchos servicios ambientales (Pisanty *et al.* 2009).

Por la falta de comprensión sobre los servicios que prestan, así como por los costos asociados a su mantenimiento, las áreas verdes urbanas en México tienen diferentes grados de atención,

Carrera Máynez, A. 2017. Áreas verdes urbanas. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 287-294.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

mantenimiento y usos, además de que no todas cuentan con el mismo nivel de conservación.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda entre 9 y 11 m^2 de área verde por habitante, aunque es importante señalar que su distribución en las ciudades es irregular, ya que las urbes han crecido desordenadamente y en ausencia de criterios ambientales previamente establecidos (PNUMA 2010), por lo que si bien ciudades como Río de Janeiro, Bogotá, La Habana, Loja y la Ciudad de México superan el indicador de extensión de área verde por habitante recomendado por la OMS (PNUMA 2008), puede ser debido a una sobreestimación para ciertas zonas dentro de estas mismas ciudades.

El caso de la capital del país puede resultar ilustrativo a este respecto, ya que, a nivel delegacional, se muestran fuertes contrastes; por ejemplo en Benito Juárez –que es una delegación pequeña en superficie, pero con alta densidad de población– la superficie de áreas verdes por habitante es de 3.3 m^2, mientras que en Álvaro Obregón –donde su ubica la mayor parte de las zonas de barrancas en suelo urbano incluidas en el inventario– la superficie de áreas verdes por habitante es de 35.8 m^2 (Meza y Moncada 2010).

Implicaciones de las áreas verdes para las zonas urbanas

El tamaño y distribución de plazas, parques y áreas verdes tiene implicaciones ecológicas y sociales. Desde el punto de vista ecológico, las áreas de mayor tamaño permiten más diversidad y riqueza de especies de plantas y animales (Kühn *et al*. 2004, Knapp *et al*. 2008). Si además se favorece la plantación de árboles y arbustos nativos, aumenta la presencia de aves nativas (Díaz y Armesto 2003, White *et al*. 2005), lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad local.

Asimismo las áreas verdes de gran tamaño contribuyen con mayor efectividad a la regulación de las inundaciones ocasionadas por la acumulación de agua de lluvia, ya que mantienen una alta permeabilidad del suelo y su capacidad de infiltración (Sorensen *et al*. 1998). La cobertura vegetal en los parques situados en las laderas de los cerros contribuye a la retención del suelo y disminuye el riesgo de procesos de remoción en masa (Romero y Vásquez 2005).

También la vegetación contribuye a regular la temperatura urbana, lo que ha sido demostrado en diversas ciudades (Sorensen *et al*. 1998, Jenerette *et al*. 2007), así como a capturar partículas y renovar el aire (Hough 1998, Hernández 2007).

Desde el punto de vista social, las áreas verdes grandes (y de los espacios públicos en general) permiten diversas actividades para los distintos grupos de edad –niños, jóvenes, adultos y ancianos–, que tienen sus propios requerimientos y utilizan de forma variada los espacios públicos (Tahvanainen *et al*. 2001, Chiesura 2004, Mäkinen y Tyrväinen 2008, Sugiyama y Ward-Thompson 2008).

Otro aspecto a considerar es que existe una relación directa entre el tamaño y el servicio de las áreas verdes. Las más grandes pueden encontrarse en menor número y más lejos; en cambio, al interior de las colonias, deberían existir plazas o pequeñas áreas a las que se pueda acceder en un tiempo no superior a 10 o 15 minutos de caminata (Coles y Bussey 2000, Handley *et al*. 2003).

Las áreas verdes urbanas de Coahuila

Hasta hace poco en Coahuila no se contaba con datos actualizados sobre la cantidad de áreas verdes urbanas y su superficie, aunque se tenía conocimiento de que el estado disponía en promedio de 2.5 m^2 por habitante. Por esta razón surgió el Programa Red Estatal de Parques y Bosques Urbanos, con el objetivo de actualizar la información en la materia, mantener las áreas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

verdes existentes e incrementar la superficie de área verde por habitante en cada uno de los municipios y, como resultado, contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes (Gobierno del Estado 2012).

Este programa ha permitido actualizar la información con respecto al estado y a cada uno de los municipios. Actualmente se cuenta con un registro de 2 925 áreas verdes urbanas en Coahuila. La superficie de tales áreas por municipio y, por consiguiente, para el estado, se incrementó, con lo cual el indicador de la superficie de áreas verdes urbanas por habitante se modificó de 4.80 m^2 a 8.45 m^2 por habitante, cantidad que ubica al estado cerca de la recomendada por la oms.

Sin embargo, aún existen grandes diferencias entre cada uno de los municipios (cuadro 1), y se presentan casos como el de Viesca, en

Cuadro 1. Superficie de áreas verdes urbanas por habitante para los 38 municipios de Coahuila.

No.	Municipio	Población*	Superficie de áreas verdes totales (m^2)	Superficie de áreas verdes urbanas por habitante (m^2) en 2010*	Superficie municipal (ha)**	Superficie de áreas verdes urbanas por habitante (m^2) en 2015**
1	Abasolo	1 070	7 004.22	6.55	33 344.22	**31.16**
2	Acuña	136 755	486 429.27	3.56	996 210.00	**7.28**
3	Allende	22 675	122 774.35	5.41	144 417.51	**6.37**
4	Arteaga	22 544	73 935.13	3.28	150 035.00	**6.66**
5	Candela	1 808	32 877.60	18.18	168 581.60	**93.24**
6	Castaños	25 892	95 578.22	3.69	3 91 948.22	**15.14**
7	Cuatro Ciénegas	13 013	21 510.98	1.65	48 113.45	**3.70**
8	Escobedo	2 901	10 311.74	3.55	10 311.74	**3.55**
9	Francisco I. Madero	55 676	88 421.77	1.59	117 011.77	**2.10**
10	Frontera	75 215	196 654.14	2.61	488 454.14	**6.49**
11	General Cepeda	11 682	28 151.67	2.41	47 238.34	**4.04**
12	Guerrero	2 091	10 043.31	4.80	92 832.09	**44.40**
13	Hidalgo	1 852	35 609.09	19.23	35 609.09	**19.23**
14	Jiménez	9 935	47 427.88	4.77	70 217.88	**7.07**
15	Juárez	1 599	27 190.43	17.00	27 190.43	**17.00**
16	Lamadrid	1 835	24 692.32	13.46	74 995.50	**40.87**
17	Matamoros	107 160	282 579.64	2.64	452 186.48	**4.22**
18	Monclova	216 206	996 013.53	4.61	1 677 562.34	**7.76**
19	Morelos	8 207	44 362.09	5.41	110 067.78	**13.41**
20	Múzquiz	66 834	401 733.02	6.01	589 600.84	**8.82**

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

No.	Municipio	Población*	Superficie de áreas verdes totales (m^2)	Superficie de áreas verdes urbanas por habitante (m^2) en 2010*	Superficie municipal (ha)**	Superficie de áreas verdes urbanas por habitante (m^2) en 2015**
21	Nadadores	6 335	55 479.11	8.76	121 368.71	**19.16**
22	Nava	27 928	160 195.78	5.74	282 110.25	**10.10**
23	Ocampo	10 991	81 314.33	7.39	126 314.33	**11.49**
24	Parras de la Fuente	45 401	90 005.83	1.98	188 235.83	**4.15**
25	Piedras Negras	152 806	889 698.48	5.82	993 736.80	**6.50**
26	Progreso	3 473	27 976.55	8.06	27 976.55	**8.06**
27	Ramos Arizpe	75 461	360 031.88	4.77	401 501.14	**5.32**
28	Sabinas	60 847	424 037.83	6.97	454 497.83	**7.47**
29	Sacramento	2 314	5 658.70	2.45	54 592.78	**23.59**
30	Saltillo	725 123	3 984 210.80	5.49	6 995 620.29	**9.65**
31	San Buenaventura	22 149	105 189.55	4.75	172 150.00	**7.77**
32	San Juan de Sabinas	41 649	265 064.29	6.36	724 064.29	**17.38**
33	San Pedro de las Colonias	102 650	410 112.19	4.00	660 802.19	**6.44**
34	Sierra Mojada	6 375	39 717.57	6.23	56 736.58	**8.90**
35	Torreón	639 629	3 138 863.31	4.91	6 068 637.46	**9.49**
36	Viesca	21 319	32 539.52	1.53	32 539.52	**1.53**
37	Villa Unión	6 289	65 037.49	10.34	74 842.89	**11.90**
38	Zaragoza	12 702	28 710.89	2.26	76 516.04	**6.02**
Total		**2 748 391**	**13 197 144.50**	**4.80**	**23 238 171.90**	**8.45**

Fuente: elaboración propia con base en INEGI 2010*, SEMA 2015**.

donde el indicador es de 1.53 m^2 por habitante, mientras que en Candela el cálculo es de 93 m^2 de áreas verdes por habitante (figura 1).

El mayor número de áreas verdes urbanas en el estado (64.71%) tiene una superficie menor a 0.25 ha (cuadro 2). En contraste, a pesar de que sólo 1.28% de las áreas verdes cuentan con una superficie mayor a 10 ha, éstas representan 40.35% de la superficie total de áreas verdes urbanas en el estado. El área verde urbana más grande de Coahuila es el Parque Estatal Bosque Urbano Ejército Mexicano, ubicado en Saltillo y con una extensión de 42 hectáreas.

En Coahuila las áreas verdes urbanas se han convertido en espacios de contacto diario con la naturaleza y sitios con gran potencial para mejorar la calidad de vida de los habitantes, debido a todos los beneficios que otorgan. Existe una demanda social continua para su optimización e incremento, y su uso y conservación será un

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

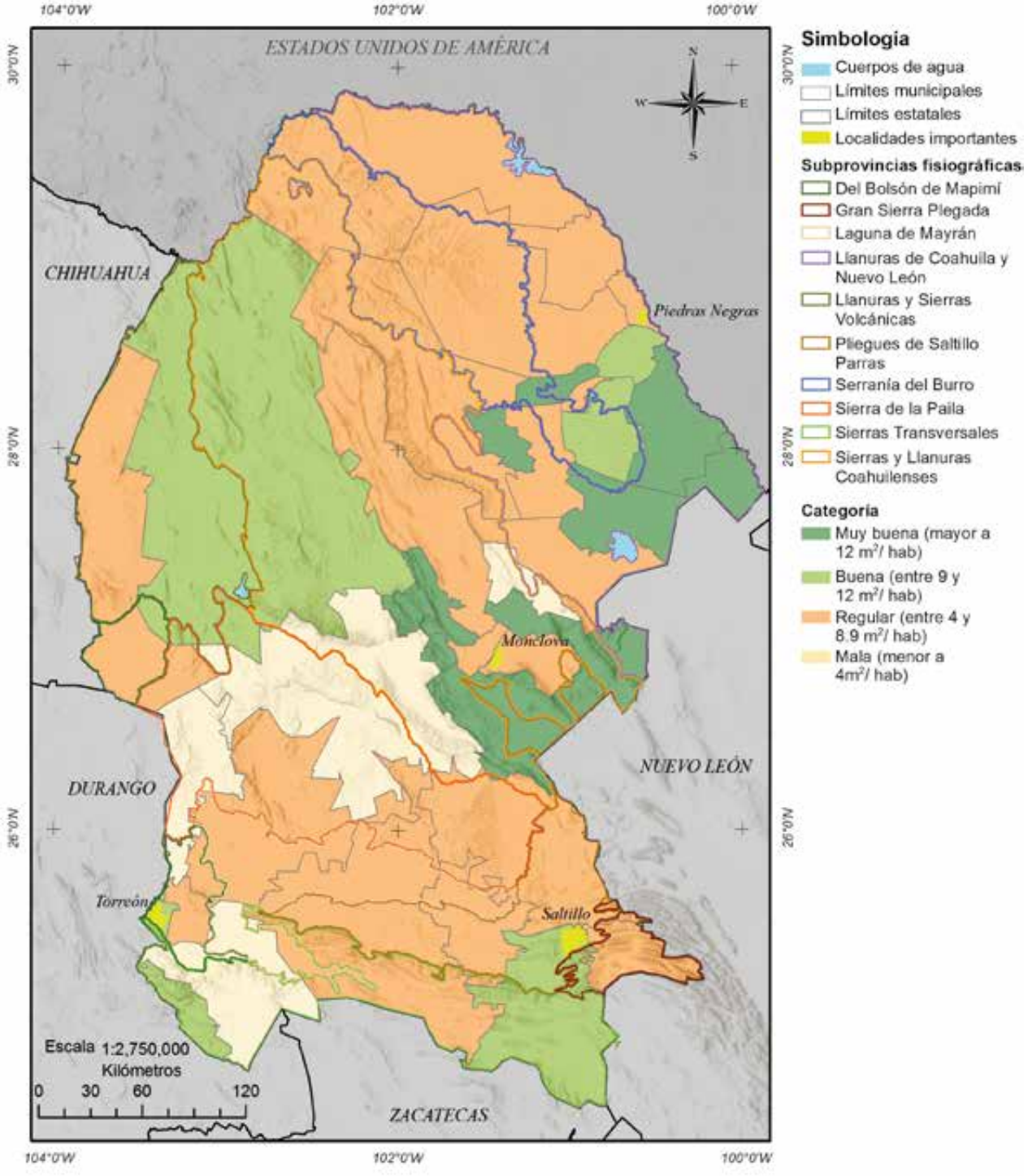


Figura 1. Áreas verdes urbanas por habitante en los 38 municipios de Coahuila. Fuente: elaboración propia con datos de SEMA 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Clasificación de las áreas verdes urbanas de acuerdo al tamaño y la superficie que representan.

Categoría	Superficie de área verde urbana (ha)	Número de áreas verdes urbanas	Porcentaje de áreas verdes urbanas	Porcentaje de superficie de áreas verdes urbanas
Muy pequeña	Menor a 0.25	1 370	64.71	7.70
Pequeña	Entre 0.251 y 0.5	358	16.91	9.94
Chica	Entre 0.501 y 1	236	11.15	14.08
Mediana	Entre 1 y 5	106	5.01	18.48
Grande	Entre 5.01 y 10	20	0.94	9.45
Muy grande	Mayor de 10	27	1.28	40.35

Fuente: elaboración propia con datos de SEMA 2015.

elemento crucial en la reconstrucción del tejido social de las ciudades.

Conclusión

Las áreas verdes urbanas han comprobado ofrecer amplios beneficios ambientales, así como sociales. Por ello la política estatal ha promovido mejorar las condiciones de estas áreas e incrementar su superficie en cada uno de los municipios de Coahuila, por lo que se deberá dar especial interés a los que cuentan con un indicador muy bajo (menor a 6 m^2), para mejorar las condiciones en cada una de las ciudades del estado.

Es necesario, además, conocer no sólo la superficie de áreas verdes por habitante, sino también buscar aspectos relevantes todavía poco estudiados, tales como la distribución espacial, tamaño, dispersión y grado de fragmentación, a fin de obtener un diagnóstico más completo acerca de la situación actual de las áreas verdes urbanas (Reyes y Figueroa 2010), para estar en condiciones de conocer los sectores más favorecidos y los más vulnerables en esta materia. Para ello se deberá hacer un análisis espacial con base en las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

De esta forma el incremento de las áreas verdes urbanas estaría enfocado a los sectores más vulnerables, así como a aquellos cuya redensificación permita reconvertir en áreas verdes, aquellos espacios que no cuenten con un uso específico. En este sentido los parques lineales[1] son un instrumento capaz de brindar beneficios a los sectores vulnerables, mediante el aprovechamiento de los márgenes de ríos y arroyos, y también deberán formarse corredores biológicos desde áreas verdes urbanas hacia las áreas rurales, que permitan el tránsito de la fauna silvestre y promuevan la apreciación de la naturaleza.

La falta de agua para el riego es uno de los factores que limitan el crecimiento y mantenimiento de las áreas verdes urbanas. Por esta razón se mantendrá un programa de capacitación e implementación de infraestructura verde para los 38 municipios del estado, dentro del cual se promoverá el uso de las aguas pluviales y manejo de infraestructura adecuada para hacer más eficiente el aprovechamiento de este líquido, el cual es un recurso escaso en la entidad.

[1] Parques principalmente más largos que anchos, que se crean en franjas de terreno público junto a canales, ríos, líneas eléctricas, vías y costas (Ortiz 2014).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Finalmente, y de acuerdo a las estrategias y acciones que actualmente operan dentro de la entidad, se puede mencionar que Coahuila cuenta con una política definida a favor de las áreas verdes urbanas, la cual deberá fortalecerse para garantizar su permanencia en el largo plazo, a fin de mejorar las condiciones ambientales de las ciudades y proveer los servicios ecológicos, sociales y recreativos a sus habitantes.

Referencias

Coles, R.W. y S.C. Bussey. 2000. Urban forest landscapes in the UK. Progressing the social agenda. *Landscape Urban Plan* 52:181-188.

Chiesura, A. 2004. The role of urban parks in a sustainable city. *Landscape and Urban Planning* 68:129-138.

Díaz, I. y J. Armesto. 2003. La conservación de aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. *Ambiente y Desarrollo* 19(2):31-38.

Gobierno del Estado. 2012. Programa Estatal de Desarrollo Social 2011-2017. Secretaría de Desarrollo Social, Coahuila.

Handley, J., S. Pauleit, P. Slinn *et al.* 2003. Accessible natural green space standards in towns and cities: a review and toolkit for their implementation. English Nature Research Reports, number 526.

Hernández, J. 2007. La situación del arbolado urbano en Santiago. *Ambiente Forestal* 3:14-16.

Hough, M. 1998. *Naturaleza y ciudad: planificación urbana y procesos ecológicos.* Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de población y vivienda 2010. En: < *http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx*>, última consulta: 13 de julio de 2015.

Jenerette, G.D., L.S. Harlan, A. Brazel *et al.* 2007. Regional relationships between surface temperature, vegetation and human settlement in a rapidly urbanizing ecosystems. *Landscape Ecology* 22:353-365.

Knapp, S., I. Kühn, V. Mosbrugger y S. Klotz. 2008. Do protected areas in urban and rural landscapes differ in species diversity? *Biodiversity and Conservation* 17:1595-1612.

Kühn, I., R. Brandl y S. Klotz. 2004. The flora of german cities is naturally species rich. *Evolutionary Ecology Research* 6:749-764.

Maas, J., S.M.E. Van Dillen, R.A. Verheij y P.P. Groenewegen. 2009. Social contacts as a mechanism behind the relation between green space and health. *Health and Place* 15:586-595.

Mäkinen, K. y L. Tyrväinen. 2008. Teenage experience of public green spaces in suburban Helsinki. *Unban Forestry and Urban Greening* 7:277-289.

Meza, M.C. y J.O. Moncada. 2010. Las áreas verdes de la ciudad de México. Un reto actual. En: <*http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-331/sn-331-56.htm*>, última consulta: 31 de enero de 2017.

Ortiz, P. 2014. Los parques lineales como estrategia de recuperación ambiental y mejoramiento urbanístico de las quebradas en la ciudad de Medellín: estudio de caso parque lineal La Presidenta y parque lineal La Ana Díaz. Trabajo de grado magister en estudios urbano-regionales. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

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. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2008. *Perspectivas del medio ambiente urbano: GEO Loja*. PNUMA/Municipalidad de Loja/Naturaleza y Cultura Internacional, Ecuador.

——. 2010. *Perspectivas de medio ambiente: América Latina y el Caribe*. PNUMA, Panamá.

Romero, H. y A. Vásquez. 2005. La comodificación de los territorios urbanizables y la degradación ambiental en Santiago de Chile. En: <*http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-68.htm*>, última revisión: 31 de enero de 2017.

Reyes, S. e I. Figueroa. 2010. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales* 36(109):89-110.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2015. Programa Red Estatal de Parques y Bosques Urbanos. Coahuila (documento interno).

Sorensen, M., V. Barzetti, K. Keipi y J. Williams. 1998. *Manejo de las áreas verdes urbanas*. Departamento de Desarrollo Sostenible-Banco Interamericano de Desarrollo, Washington.

Sugiyama, T. y C. Ward-Thompson. 2008. Associations between characteristics of neighborhood open space and older people's walking. *Urban Forestry and Urban Greening* 7:41-51.

Tahvanainen, L., L. Tyrväinen, M. Ihalainen *et al.* 2001. Forest management and public perceptions: visual versus verbal information. *Landscape and Urban Planning* 53: 53-70.

Tella, G. y A. Potocko. 2012. Los espacios verdes públicos: entre demanda y posibilidades efectivas. Análisis urba-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

no y territorial. En: *<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/12/12/los-espacios-verdes-publicos-entre-demanda-y-posibilidades-efectivas/>*, última consulta: 31 de enero de 2017.

White, J.G., M.J. Antos, J.A. Fitzsimons y G.C. Palmer. 2005. Non-uniform bird assemblages in urban environments: the influence of streetscape vegetation. *Landscape and Urban Planning* 71:123-135.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Propuesta estratégica para el manejo del fuego y la conservación de la biodiversidad

Juan Manuel Frausto Leyva

Introducción

En el contexto de la relación entre los incendios y los ecosistemas, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) señala la ambivalencia del papel del fuego con respecto a la vegetación (FAO 2016a). Por una parte la ocurrencia de los incendios forestales descontrolados genera, en términos ambientales, la degradación o desaparición de recursos forestales, afectación de los servicios ambientales, alteración de la biodiversidad y emisión de dióxido de carbono (CO_2) y otros gases de efecto invernadero. Y por la otra, la presencia del fuego resulta esencial en algunos tipos de vegetación para mantener la dinámica de los ecosistemas, la biodiversidad y la productividad (FAO 2016a).

En cuanto a los aspectos sociales, el fuego no controlado genera daños a la salud por el humo (FAO 2016a) y, conforme a la experiencia del autor, también pérdidas humanas, destrucción de hogares e infraestructura, evacuación de poblados e interrupción de actividades productivas en áreas rurales.

Asumir la dualidad del papel del fuego en los ecosistemas faculta la construcción de un "enfoque alternativo de manejo del fuego basado en principios ecológicos e integrado a la gestión del territorio y los recursos naturales" (Jardel-Peláez *et al.* 2010:7), a partir del cual pueda disponerse del fuego como herramienta para la protección, manejo y restauración del hábitat, la silvicultura y las actividades de agricultura y ganadería.

Los incendios de origen humano están considerados como parte importante del cambio de cobertura y uso del suelo que afecta directamente a la biodiversidad de México. La pérdida de cobertura vegetal (destrucción y transformación del hábitat) representa el factor de mayor impacto sobre la mayoría de los ecosistemas terrestres (Sarukhán *et al.* 2009).

La FAO (2013) pronostica que el cambio climático impactará en el incremento de la frecuencia y severidad de los incendios forestales, además de que se harán presentes en ecosistemas no adaptados al fuego, por lo que las afectaciones serán mayores y en una escala de tiempo más prolongada.

Con el objetivo de ayudar a los países a la construcción de un enfoque integrado de manejo del fuego en el mundo, la FAO propone un

Frausto Leyva, J.M. 2017. Propuesta estratégica para el manejo del fuego y la conservación de la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 295-309.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

conjunto de directrices voluntarias que apoyan la preparación contra los incendios forestales, la supresión del fuego, el combate de incendios, la restauración de los ecosistemas y la sensibilización de la sociedad; todo como parte de una política coherente y equilibrada a aplicarse no sólo a los bosques, sino a través de usos de la tierra en el paisaje (FAO 2007, 2016a, b).

México cuenta con una larga trayectoria de atención y una buena capacidad de respuesta al problema de incendios forestales, reconocida incluso en el ámbito internacional (La Jornada 2016). La CONAFOR emitió el Programa Nacional de Prevención de Incendios Forestales 2014-2018 (PNPIF), con el objetivo de reducir el deterioro de los ecosistemas forestales ocasionados por incendios forestales dañinos (CONAFOR 2015) y transitar de la supresión del fuego hacia una política nacional de manejo del mismo.

Si se considera que la mayor parte de las tierras con recursos naturales está en propiedad social –ejidos y comunidades– y privada, avanzar en la adopción del enfoque de manejo del fuego demanda la incorporación organizada y preparada de los grupos rurales y la sociedad civil a escala local y regional.

A partir de los avances en el entendimiento internacional del enfoque de manejo del fuego, la actualización de la política pública de protección contra incendios forestales en México y las experiencias acumuladas por los grupos rurales y la sociedad civil, existe la oportunidad de "generar un nuevo paradigma de administración del fuego; con el cual sea posible contribuir de manera sustancial en la reducción de los incendios dañinos, el manejo sustentable de los ecosistemas y la mejora de las condiciones de vida de las comunidades locales" (Frausto y Landa 2007:3).

El análisis de perturbaciones y desastres naturales incluido en el libro *Capital natural de México* (Manson 2009), señala una tendencia de crecimiento en el número y superficies medias anuales de incendios. Asimismo afirma que el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED 2004) estimó que los daños económicos en México por incendios forestales rebasaron los 1 100 millones de dólares durante el periodo de 1980 a 2003, valor que puede ser subestimado debido a las deficiencias de información.

De acuerdo a una nota periodística, la CONAFOR manifestó que, desde enero de 2005 a febrero de 2016, 3 267 681 ha en México han resultado afectadas por 89 056 incendios, de las cuales Coahuila concentra la mayor superficie, con 539 516 ha equivalentes a 16.5% del total afectado (Reyna y Gudiño 2016).

Incendios forestales y biodiversidad

Los incendios están reconocidos como una amenaza para los recursos forestales y la biodiversidad, la cual está relacionada con la intervención humana y mayor presencia del fenómeno de El Niño (Nasi *et al.* 2002).

Los efectos de los incendios descontrolados sobre la biodiversidad se generan en diferentes escalas. En el ámbito regional y local alteran el volumen de biomasa y el ciclo hidrológico, los cuales influyen sobre el comportamiento de las especies vegetales y animales (Nasi *et al.* 2002) y, en casos extremos, generan la destrucción del hábitat y cambios en el clima (FAO 2013).

En los sitios expuestos a las llamas, en donde se pierden los árboles huecos en pie (perchas) y el arbolado caído, se tienen efectos negativos sobre la mayor parte de las especies de mamíferos y aves, pues se afectan los entornos que les sirven de resguardo (Nasi *et al.* 2002). Además de lo anterior, el paso del fuego en territorios extensos puede propiciar el desplazamiento de dichas especies hacia otros lugares, donde las condiciones pueden no ser favorables para su sobrevivencia, tales como las áreas urbanas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

A menor escala se generan condiciones de calor extremo, contaminación del aire y reducción de oxígeno a nivel de sitio, por lo que las poblaciones silvestres se ven afectadas física y espacialmente. Asimismo la presencia de los incendios genera el daño directo de especies vegetales y animales (FAO 2013), y con ello se altera la continuidad en las redes alimenticias.

La ocurrencia más frecuente de los incendios forestales puede resultar en la disminución de la diversidad de especies y la alteración de los ecosistemas naturales; por ejemplo, al reducirse o desaparecer la cobertura arbórea por efecto del fuego, los espacios abiertos son ocupados por herbáceas o arbustivas resistentes a incendios, que limitan la renovación del arbolado o pueden dar paso a una formación vegetal diferente.

Aunque los ecosistemas forestales no adaptados al fuego pueden sufrir daños significativos en el banco de semillas, así como en las plántulas y los árboles jóvenes –situación que pone en riesgo la sucesión del bosque (Nasi *et al.* 2002)–, en Coahuila los bosques de *Pinus hartwegii* presentan adaptaciones al fuego, lo que les facilita permanecer y regenerarse después del paso de los incendios (Rodríguez 2001, Villarreal 2001).

Es indispensable reconocer y entender las conexiones específicas entre los incendios y los componentes de la biodiversidad, cuestión que obliga a tener conocimiento creciente del papel y efectos del fuego en los ecosistemas y las interacciones con las comunidades humanas, a fin de transitar hacia el manejo del fuego en un contexto de cambio climático global.

Marco institucional

El PNPIF, que tiene por objeto la reducción del deterioro de los ecosistemas forestales ocasionado por los incendios forestales dañinos, propone una visión estratégica que considere un equilibrio entre el fuego dañino y el fuego benéfico (cuadro 1, figura 1), además de designar a los gobiernos estatales para regular el uso del fuego agropecuario y llevar a cabo la prevención, capacitación y combate de incedios forestales (CONAFOR 2015).

En consecuencia con lo anterior, Coahuila cuenta con una legislación e instrumentos que hacen factible la actualizacion y proyección futura de la política de incedios forestales y manejo del fuego (cuadro 2).

Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017

Este programa reconoce que los incendios forestales forman parte de la evolución de los ecosistemas y son inevitables en los climas de Coahuila (SEMA 2012). Afirma que la temporada de incendios de 2011 fue una de las más críticas registradas (figura 2), lo cual demanda un análisis de la situación y la intervención de diferentes actores para el combate de futuros incendios, así como para la recuperación de los valores ambientales y económicos (SEMA 2012).

Dentro de los objetivos estratégicos de la agenda verde, el programa sectorial propone tres líneas de acción relacionadas con el tema de fuego y ecosistemas:

1. Conformar y operar el Centro de Mando para la Atención de Incendios Forestales.
2. Capacitar y entrenar personal técnico y productores rurales para el manejo forestal y del fuego.
3. Difundir la cultura de prevención de incendios forestales.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

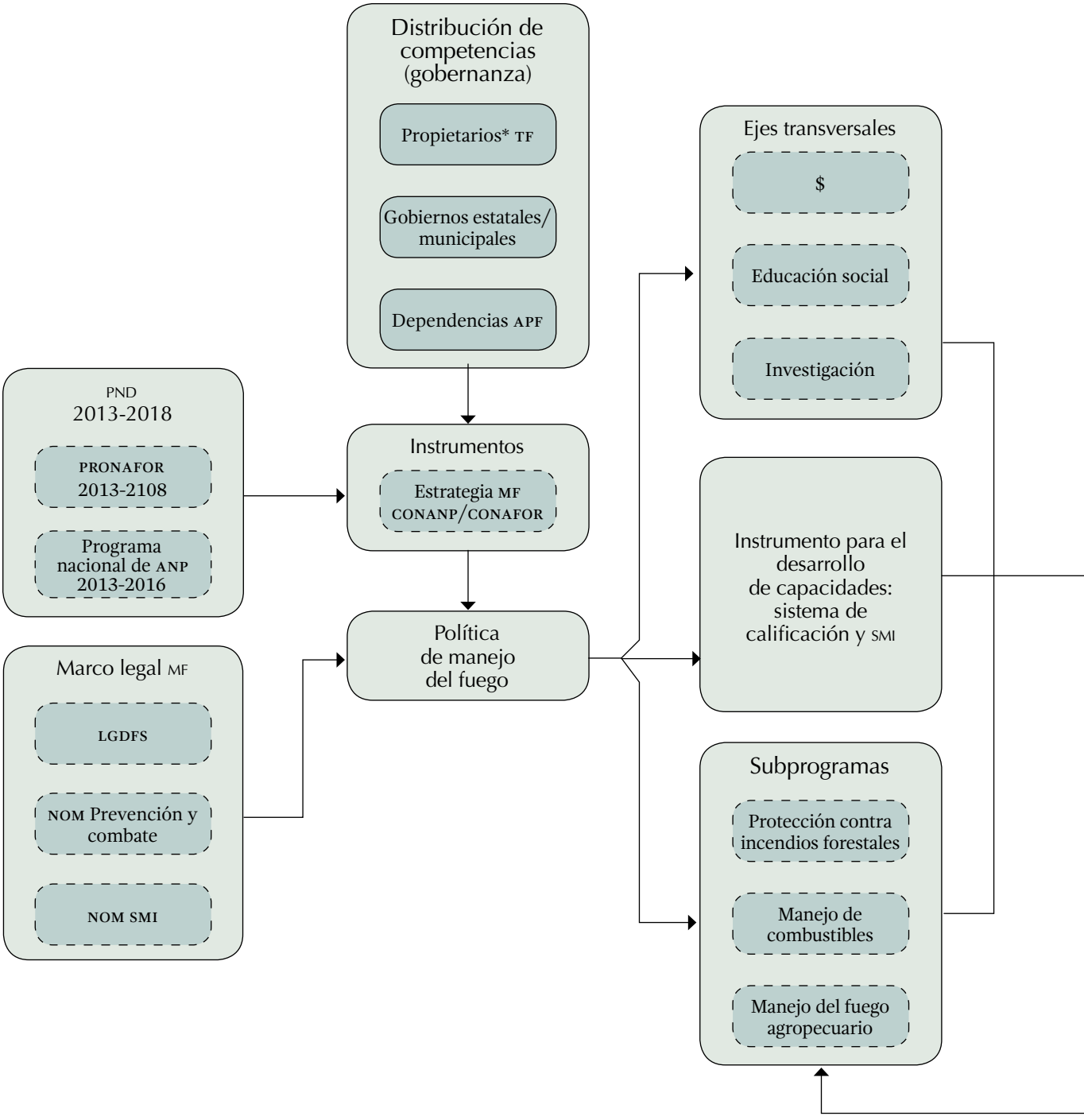
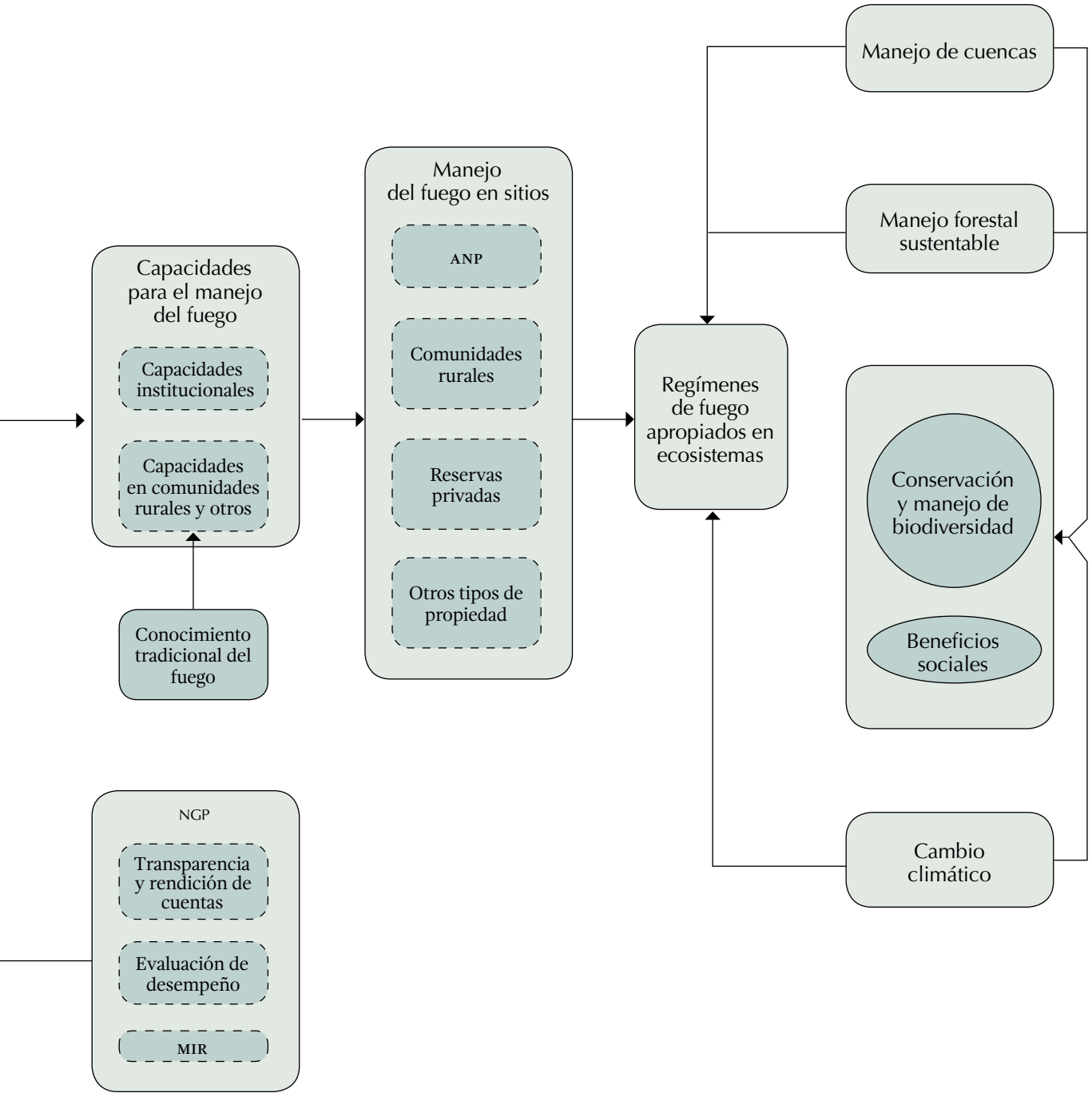


Figura 1. Construcción de una política nacional de manejo del fuego y esquema de transición. PND: Programa Nacional de Desarrollo, PRONAFOR: Programa Nacional Forestal, ANP: áreas naturales protegidas, MF: manejo del fuego, LGDFS: Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, NOM: Norma Oficial de Manejo del Fuego, NOM SMI: Norma Oficial Mexicana del Sistema de Manejo de Incidentes, TF: terrenos forestales, APF: áreas de protección forestal, SMI: Sistema de Manejo de Incidentes, NGP: nueva gestión pública, MIR: matriz para indicadores de resultados.
*Ejidos, comunidades, propiedades privadas, terrenos nacionales, estatales y municipales. Fuente: CONAFOR 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Estrategias y líneas de acción para la construcción de una política nacional de manejo del fuego.

Estrategia	Línea de acción
1. Impulsar el manejo del fuego con responsabilidad compartida entre las comunidades rurales, los tres órdenes de gobierno y la sociedad	1.1. Instaurar el concepto de manejo del fuego como herramienta de protección y conservación 1.3. Fortalecer la coordinación con los gobiernos estatales, la Ciudad de México y los municipios 1.5. Impulsar la estrategia de manejo del fuego en áreas protegidas
2. Regionalizar la estrategia de manejo del fuego con acciones coordinadas de prevención, entrenamiento, manejo de combustible y atención a emergencias	2.2. Elaborar e implementar los programas regionales de manejo del fuego
3. Diseñar y ejecutar una estrategia para la prevención y protección contra incendios forestales	3.3. Fortalecer las capacidades técnicas y operativas de los brigadistas y técnicos

Fuente: elaboración propia con información de CONAFOR 2015.

Programa Estatal de Protección Contra Incendios Forestales (PEPCIF)

Este programa establece que la mayor parte de los incendios forestales en Coahuila tienen un origen natural por las descargas eléctricas asociadas a las tormentas, las cuales tienen un patrón de distribución de noroeste a sureste. En términos cuantitativos la mayor parte de los incendios son producidos por esta causa (38%) y por negligencia (35%), y el resto se deben principalmente a razones desconocidas y cambio de uso de suelo (figura 3; SEMA 2016).

En el historial de incendios de la entidad, destaca la temporada de 2011: durante el mes de abril ocurrieron dos incendios relevantes en los predios denominados La Sabina y El Bonito, los cuales incrementaron la superficie quemada hasta aproximadamente 424 540 ha, la mayor superficie total a nivel nacional, que corresponde a un indicador de superficie por incendio de casi 2 620 ha, muy superior al resto de las entidades federativas del país (CONAFOR 2011).

Estos incendios generaron un gran impacto social y pusieron de manifiesto las limitaciones para atender siniestros de esta magnitud, entre las que sobresalen el reducido personal, equipamiento poco apropiado, inexistencia de una instancia preparada con tiempo para coordinar los diferentes órdenes de gobierno y capacidad insuficiente de los distintos actores.

En consecuencia, a fines de 2011, se tomó la decisión de orientar los esfuerzos del PEPCIF hacia la mejora radical de la planeación y organización entre los diferentes actores. En una primera etapa se realizó una evaluación de riesgo y del potencial de atención respecto de la geografía, distribución de la población, medios de acceso y comunicación.

Figura 2. Incendio en la sierra de Arteaga. Foto: Archivo fotográfico SEMA 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Legislación estatal en materia de incendios forestales y de manejo del fuego.

Legislación	Atribuciones
Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza	Considera entre las acciones de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección contra incendios y manejo del fuego Confiere a los municipios atribuciones en la prevención y control de emergencias y contingencias ambientales, la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente Señala la promoción de las acciones de adaptación y mitigación al fenómeno de cambio climático derivadas del trabajo y coordinación entre sociedad y gobierno, que además coadyuven al desarrollo económico y mejora de la calidad de vida
Ley Forestal del Estado de Coahuila de Zaragoza	Define, como objetivo regular, la prevención, combate y control de incendios Otorga a la SEMA las competencias de: Operar brigadas especializadas, proveer las condiciones materiales para sus tareas y promover la participación de grupos de defensa forestal en la protección contra incendios Emitir los lineamientos para la protección contra incendios, evaluación de daños y restauración de zonas afectadas Señala la coordinación entre los tres niveles de gobierno y la sociedad En su capítulo ii especifica el uso del fuego y control de los incendios forestales: La planificación y coordinación con instancias locales y federales, y ejecución de las medidas precisas para la regulación de las formas de uso del fuego que pudieran afectar los ecosistemas forestales Establece que la realización de quemas controladas en terrenos forestales –preferentemente forestales y en terrenos colindantes con poblaciones urbanas– requiere de autorización por parte de la SEMA, la cual estará sujeta a condiciones operativas específicas para evitar daños Además estipula que la contravención a las disposiciones sobre el uso del fuego estará sujeta a sanciones. Establece la obligación de los propietarios y poseedores de los terrenos forestales y preferentemente forestales, los prestadores de servicios técnicos forestales y los encargados de áreas naturales protegidas, de ejecutar trabajos para prevenir, combatir y controlar incendios A fin de lograr la participación de otros actores clave de la sociedad, hace constar que se procurará la participación de los sectores social y privado en la protección contra incendios, con el acompañamiento de campañas de educación, capacitación y difusión

Fuente: elaboración propia con información de Congreso del Estado 2011 y 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

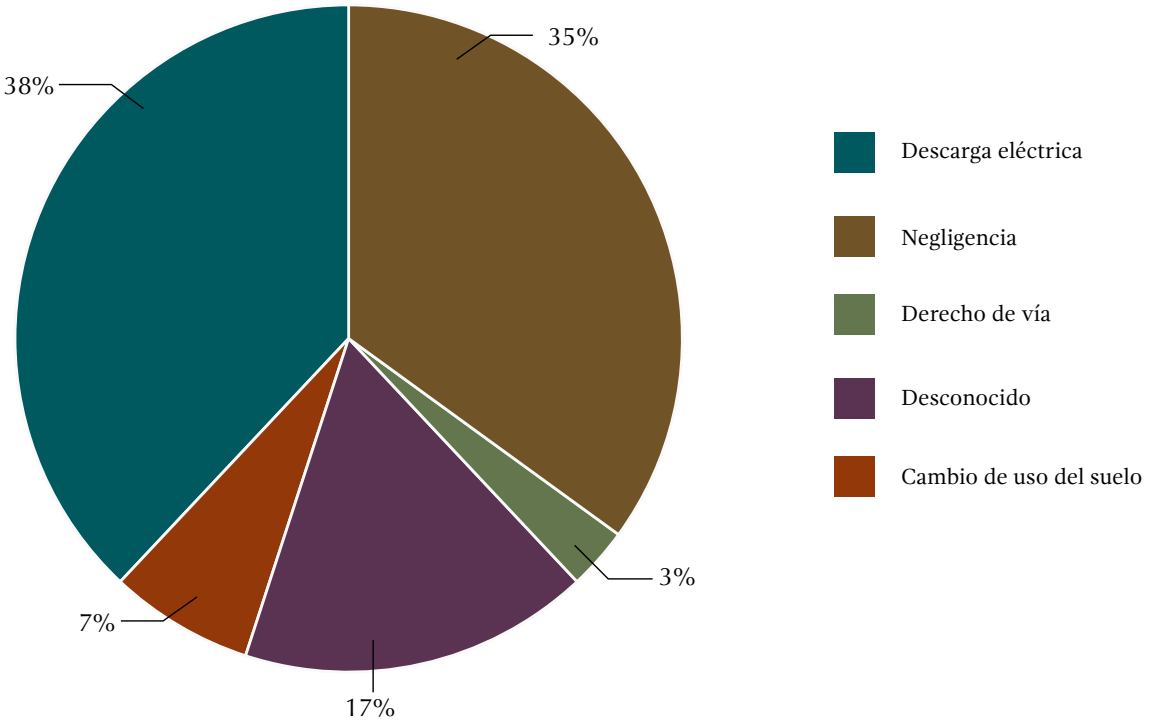


Figura 3. Origen de los incendios forestales. Fuente: SEMA 2016.

Asimismo se incorporaron recursos de organizaciones privadas como el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y Fomento Ecológico Banamex, para la mejora de los sistemas de alerta y la ampliación de las capacidades para la prevención y combate de incendios. Además, con el propósito de mejorar la planeación, en el 2016 se inició la elaboración de programas de manejo del fuego en áreas naturales protegidas (ANP) federales, apoyados por el Servicio Forestal de los Estados Unidos, la CONANP y el FMCN.

Para cumplir con esta meta, el PEPCIF identifica objetivos particulares consistentes en reducir los tiempos de respuesta para disminuir la superficie afectada, fortalecer la vigilancia y detección temprana, impulsar la capacitación y fortalecimiento de brigadas, reforzar e incrementar las acciones de prevención (física, cultural y legal), diagnosticar áreas con altas cargas de combustibles, mantener brigadas rurales en zonas críticas, aumentar la vigilancia y detección temprana, desarrollar capacidades técnicas y operativas, promover y gestionar recursos humanos y materiales y fortalecer la coordinación y cooperación interinstitucional y la aplicación de políticas para ampliar capacidades de atención y respuesta temprana (figuras 4, 5 y 6).

Este marco institucional confiere la apertura para actualizar la política y las condiciones para la protección contra incendios, e iniciar la transición hacia una política de manejo del fuego que considere la alerta temprana, prevención, preparación, ataque inicial seguro y eficaz contra la ocurrencia de los incendios y restauración del paisaje (FAO 2007), para así responder a los retos de la conservación, manejo y recuperación del patrimonio natural, la riqueza forestal y la biodiversidad, en un contexto de cambio climático.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

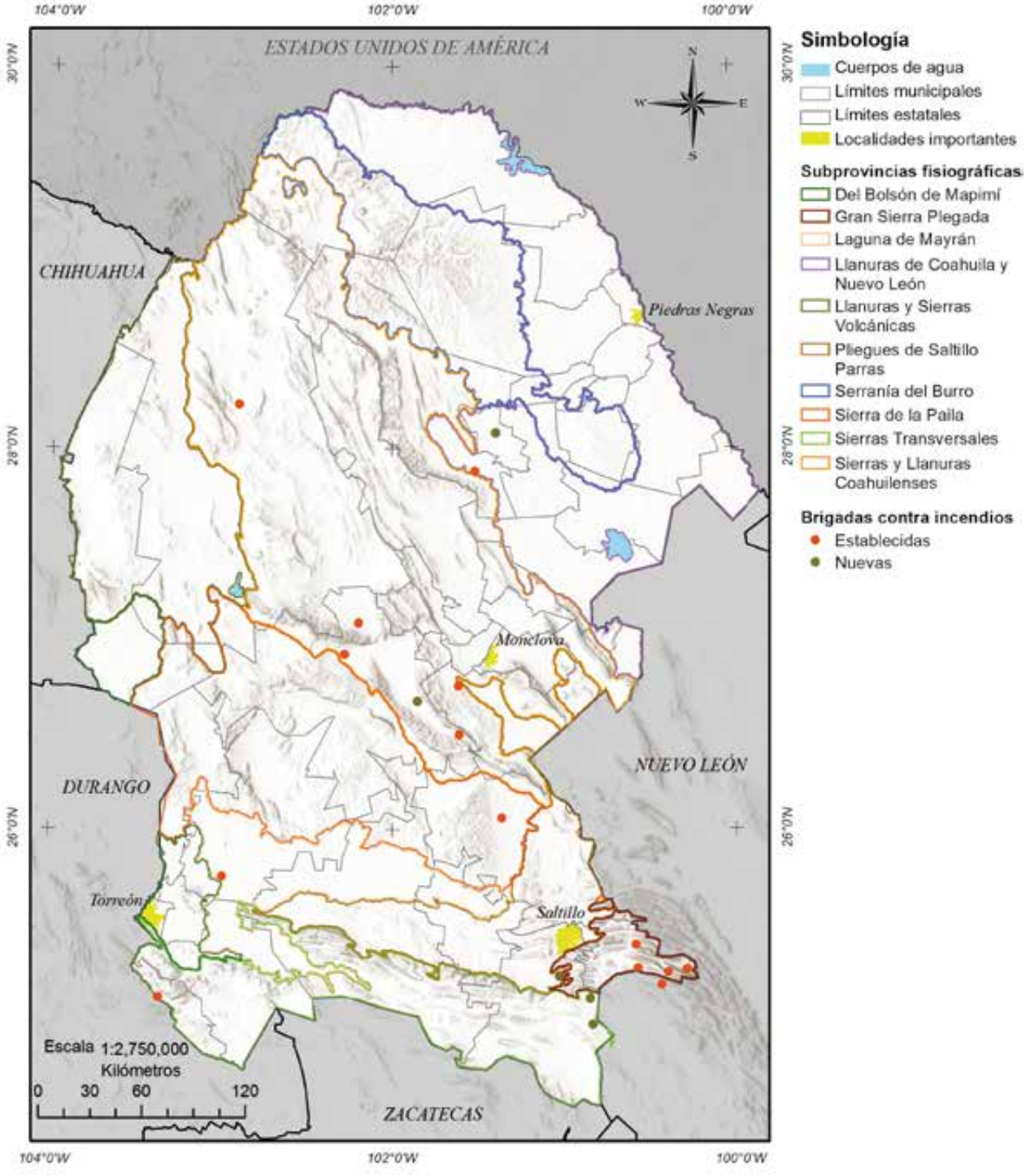


Figura 4. Ubicación física de las brigadas. Fuente: SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Brigadas contra incendios en combate en la sierra de Arteaga. Foto: SEMA 2016.

Figura 6. Helicópteros de apoyo en el combate de incendios en la sierra de Arteaga. Foto: SEMA 2016.

Propuesta estratégica: desde la supresión de incendios hacia el manejo del fuego

La evolución de la problemática relacionada con incendios devastadores y alteración de regímenes de fuego en los ecosistemas terrestres entre los años 2000 y 2011, propició la atención prioritaria a nivel de política estatal, orientada a la actualización de las estrategias para transitar hacia un manejo más racional del fuego, que haga factible minimizar sus impactos negativos y optimizar la conservación, restauración y manejo sustentable de los paisajes forestales y la biodiversidad. En este sentido el gobierno estatal ha propuesto, como elemento estratégico, la planeación del manejo del fuego.

Resulta conveniente contar con un programa de manejo del fuego del estado de Coahuila (PMFEC) que, en alineación a la Política Nacional de Manejo del Fuego propuesta por el gobierno de México, se orientaría a la protección, conservación y restauración del medio ambiente (suelos, recursos hídricos, entre otros), la biodiversidad (especies, ecosistemas forestales, paisajes bioculturales, etc.) y los servicios ambientales (sistemas productivos, fijación de carbono, provisión de agua y belleza escénica). El PMFEC debería considerar cinco principios:

1. Reconocer al fuego como elemento integrante de la naturaleza.
2. Identificar y asumir los riesgos de daños inesperados o escapes del fuego a zonas aledañas, que implica la incorporación de nuevas estrategias de manejo, con el liderazgo de las autoridades ambientales en los ámbitos estatal y federal.
3. Reducir al máximo los efectos negativos de los incendios catastróficos y, a la par, optimizar los efectos benéficos del fuego en la naturaleza y la biodiversidad. Avanzar en esta materia requerirá reco-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

nocer y recuperar el papel natural del fuego en la conservación, manejo y restauración de los ecosistemas forestales.

4. Gestionar el fuego a partir de acuerdos institucionales y transparentes de mediano plazo y la incorporación de los actores involucrados en el paisaje forestal y en las interfaces rural-urbanas. Para cumplir con este principio, se buscará estrechar la coordinación y la concurrencia de recursos con la federación y los municipios.
5. Privilegiar las actividades con menor costo y mayor efectividad, como la prevención y ataque inicial de incendios y el manejo de combustibles que eviten la presencia de fuegos catastróficos.

Asimismo se proponen 11 componentes para el PMFEC, los cuales se desglosan a continuación:

a) Manejo del fuego en ANP

Se establecerán programas de manejo del fuego en las ANP de responsabilidad estatal y se acordará con la federación la implantación de estos instrumentos de planeación en las áreas prioritarias de su competencia, con orientaciones específicas que coadyuven a la protección, preservación y restauración de los ecosistemas de alto valor y la biodiversidad en la escala de paisaje.

La aplicación de tácticas de protección contra incendios y manejo del fuego deberá evitar o reducir las perturbaciones y daños directos a los recursos naturales y la biodiversidad en las áreas de protección.

Se incorporarán las estimaciones y evaluaciones de los resultados del manejo del fuego sobre ANP a otras áreas de conservación natural, poblaciones, recursos y valores en las zonas de influencia.

b) Sensibilización sobre manejo del fuego

Busca aumentar la cobertura y calidad de la participación e involucramiento de los sectores gubernamental, privado y social en la protección contra incendios y manejo del fuego, con base en información precisa, apropiada y transparente.

Con este marco se colaborará para conformar una opinión pública bien informada en la problemática y atención del manejo del fuego en la naturaleza y su relación con las actividades productivas y la salud de la población. Se diseñarán y desplegarán programas y campañas de sensibilización con información técnica y científica de fácil comprensión, para las diferentes regiones y segmentos de la población.

A lo largo del año, y en temporadas críticas, se difundirán mensajes de alto impacto sobre la prevención de incendios, uso apropiado del fuego y alertas de peligro.

c) Prevención de incendios

Se fortalecerán las tareas de prevención de incendios de origen humano. La conformación de las campañas correspondientes tomará en cuenta los usos tradicionales del fuego y las necesidades para la conservación y restauración de los ecosistemas.

Se canalizarán los recursos de coordinación para involucrar a líderes de las comunidades, propietarios y poseedores de los terrenos preferentemente forestales, prestadores de servicios técnicos forestales y encargados de ANP en las tareas de prevención.

Se determinarán las áreas que requieren estar libres de fuego, con el propósito de fortalecer las medidas de prevención, y se buscará incorporar la propagación de incendios controlados bajo criterios de seguridad y límites aceptables de riesgo, como opción preventiva.

Las campañas de prevención se respaldarán mediante el reforzamiento de medidas precautorias

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y la aplicación de sanciones a la contravención de las disposiciones en materia de incendios forestales, entre ellas la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los de uso agropecuario o su equivalente.

d) Peligro de incedios y alerta temprana

Se establecerá un sistema más robusto de alerta temprana a nivel estatal, municipal y comunitario, apoyado por las respuestas interactivas de los actores locales.

Se dará mayor precisión al sistema, mediante la determinación del potencial de incendios forestales basado en datos de clima y vegetación en la escala local y la consolidación del registro histórico de riesgos e incendios para un mejor entendimiento de las dinámicas del fuego en Coahuila. También se identificarán los periodos y regiones críticas para las actividades de prevención, en especial aquellos generados por la presencia frecuente de descargas eléctricas en zonas de la entidad.

Se mantendrá el esfuerzo para conformar una red de información que difunda, con precisión y oportunidad, las alertas tempranas y medidas de seguridad en las áreas críticas del estado.

e) Preparación para incendios

Se garantizarán los elementos e insumos para la respuesta oportuna a los incendios, como la ubicación física de las brigadas y campamentos y la determinación de los recursos disponibles para la prevención y combate. De igual manera se mejorarán los recursos humanos para responder a los incendios, a través de la asignación de equipamiento suficiente, personal apropiado a cada nivel de responsabilidad, capacitación de calidad, profesionalización y desarrollo de competencias laborales, pago decente y prestaciones correspondientes al riesgo del trabajo.

Aunado a lo anterior, se integrará una curricula de competencias y la formación de la carrera de manejo del fuego, que facilite la especialización y permanencia de los cuadros técnico-operativos, aun cuando se den ajustes en las estructuras de mando.

f) Actividades de coordinación

Se establecerá una coordinación más integral y precisa de las tareas de manejo del fuego, la cual convertirá a la SEMA en la instancia que dirija, de manera calificada y eficaz, a las instituciones gubernamentales federales, estatales y municipales, así como a los propietarios de los terrenos forestales, productores agrícolas y ganaderos, habitantes de zonas aledañas a bosques, cazadores y otros que tengan actividades dentro del paisaje forestal. Lo anterior se llevará a cabo a través de acuerdos formales que identifiquen con claridad las responsabilidades, funciones y competencias de cada uno de los actores.

Se consolidará la actuación del Comité Estatal de Protección contra Incendios y su articulación con otras instancias técnicas y operativas, tales como el grupo directivo, el grupo técnico operativo y los centros de control de incendios de la federación y el estado, así como con otras entidades federativas que se requieran. El Comité será el encargado de impulsar los mecanismos de análisis de situación y la incorporación efectiva de recursos y personal para responder a incendios, bajo los lineamientos del Sistema de Manejo de Incidentes (SMI).

Se fortalecerán los acuerdos operativos para que el personal participante cuente con las facilidades de acceso, traslado y soporte en las tareas de emergencia de incendios o manejo del fuego. Para casos de evacuación se establecerá cooperación con las áreas de protección civil, los gobiernos municipales y la ciudadanía.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

g) Detección, medios y comunicaciones

Se actualizarán y ampliarán los sistemas de detección para que ubiquen con mayor precisión y oportunidad la ocurrencia de fuego. Para este propósito se consolidará el Centro Estatal de Manejo del Fuego, como nodo emisor de información sobre la localización y evolución de los incendios, variación de las condiciones meteorológicas y estructura de atención de las emergencias. Lo anterior se buscará concretar con los medios más accesibles y efectivos para hacer llegar los mensajes de alerta al personal de protección contra incendios y las comunidades rurales y urbanas en riesgo.

De igual manera se buscará mejorar la vinculación con el público y los medios de información. En este aspecto se tiene como objetivo optimizar la comunicación con el Comité Estatal de Protección contra Incendios y su articulación con el grupo directivo, grupo técnico operativo y centros de control de incendios en la región.

h) Ataque inicial

Se desarrollarán las estrategias y tácticas de combate de incendios conforme al comportamiento del fuego, la disponibilidad de recursos y los valores en riesgo, entre los que se priorizará la biodiversidad, a través del desarrollo de capacidades y manejo adaptativo.

Con el fin de lograr lo anterior, el gobierno de Coahuila incrementará las capacidades, equipamiento, personal de apoyo y presupuesto de la SEMA, para elevar la efectividad de las tareas de ataque inicial. Asimismo se promoverá el fortalecimiento de los recursos locales para las actividades de ataque inicial que reduzcan, de manera sustancial, el riesgo de crecimiento del fuego.

Se incorporarán acciones y estrategias para la transición hacia otros estados más complejos del fuego, en aquellos incendios que aumenten su magnitud de manera descontrolada; éstas considerarán la protección y evacuación de ciudadanos, rescate y medicina de emergencia, acopio de datos, elaboración de evaluaciones y transferencia de información.

i) Extinción y manejo de incendios catastróficos y múltiples

Se colaborará para el establecimiento de criterios y protocolos de transición hacia el ataque ampliado de incendios complejos. Para esto se formarán equipos técnicos especializados en la toma de decisiones y el manejo de incendios mayores o simultáneos.

Se impulsará la adopción, uso y práctica del SMI desde la escala local hasta la regional; además se apoyará la participación de los cuadros locales en la atención de incendios catastróficos, a fin de lograr transiciones adecuadas y evitar conflictos en situaciones críticas. Asimismo, debido a acontecimientos pasados, se prevén incendios de gran magnitud que rebasen las capacidades iniciales o los limites jurisdiccionales de Coahuila, por lo cual se establecerán acuerdos de ayuda dentro y fuera de la entidad. Adicionalmente se ampliarán las actividades de manejo de combustibles para reducir el riesgo, mejorar la protección de pobladores y facilitar las tareas de prevención y combate de siniestros.

j) Manejo de combustibles y fuego prescrito

Se intensificará y tecnificará el uso de fuego prescrito[1] (FAO 2016b) en las prácticas de control del fuego, en función de objetivos de salud, manejo sustentable y restauración de los recursos naturales y la biodiversidad. El fuego prescrito puede usarse para preparar la regeneración natural y de

[1] Aquel que es encendido intencionalmente y controlado de forma que permanezca confinado a un área determinada, con el comportamiento y características necesarias para alcanzar el tratamiento del fuego planificado y/o los objetivos del ordenamiento de recursos establecidos (FAO 2016b).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

plantaciones, orientar la sucesión y control de vegetación, manejar agostaderos, contribuir a la fertilización, reducir los combustibles forestales y el riesgo de incendios, entre otros (Rodríguez 2015).

Como complemento a lo anterior, se llevará a cabo el monitoreo de los efectos del fuego programado sobre los ecosistemas, la biodiversidad, el agua y suelo; además se sistematizarán los efectos de las quemas prescritas, en relación con los objetivos de manejo y resultados en campo.

Se establecerán programas de reducción de combustibles con alternativas mecánicas o fuego programado, a partir de previsiones de seguridad, impacto en los recursos naturales, efectos en la salud de la población y otros resultados ambientales esperados.

k) Restauración de áreas quemadas

Se establecerá la articulación directa entre las tareas de manejo del fuego y las estrategias de rescate y restauración de las áreas afectadas por los incendios forestales. Al respecto se plantearán y desarrollarán actividades de restauración de áreas quemadas y otros sitios dañados por la deforestación, erosión, deslaves e inundaciones.

Se implementarán protocolos de evaluación de daños y manejo de recursos naturales, para identificar las actividades de restauración post incendios, conforme a los regímenes de fuego y cuidado de la biodiversidad que incorporen elementos esenciales de las prácticas de restauración de ecosistemas en áreas vulnerables a deforestación, erosión, deslaves e inundaciones, así como medidas de prevención para la introducción de especies exóticas.

Asimismo se promoverán y apoyarán programas, incentivos y apoyos estatales para la investigación de los regímenes de incedios, fuego prescrito, evaluación de daños, técnicas de restauración de áreas quemadas y en riesgo de degradación, e incluso se impulsarán estudios de las relaciones entre la dinámica de los incendios forestales y el cambio climático.

Conclusión

El fuego es un fenómeno que ha estado y estará presente de manera natural en la evolución de los ecosistemas en el mundo, y puede ser una herramienta tecnológica de bajo costo para el manejo de las tierras y el paisaje. La historia reciente de grandes incendios en Coahuila –y la consecuente actualización de políticas, estrategias y medidas para reducir los riesgos y daños a los recursos naturales, paisajes, biodiversidad y población– demanda avanzar hacia una nueva estrategia de manejo del fuego y la adopción de practicas sustentables respecto al mismo, a la naturaleza y a la participación social.

Si bien las experiencias en diferentes regiones del planeta muestran que la supresión de incendios puede contribuir a la reducción de los daños a los recursos naturales, también ha resultado en la alteración de los ciclos de fuego y la acumulación de combustibles que, en conjunto, modifican el funcionamiento de los bosques e incrementan los riesgos de incendios catastróficos y los costos de las tareas de prevención y combate.

Esta realidad abre la opción para innovar las políticas de supresión del fuego por otras dedicadas a su manejo, que incorporen aspectos sociales y ecológicos y den lugar a estrategias más racionales y eficientes, con el fin de reducir los daños y propiciar la recuperación de los ecosistemas forestales, en armonía con los usos del paisaje y las tierras, en un marco de mayor seguridad para las comunidades humanas dentro de las áreas prioritarias de Coahuila.

El Gobierno del Estado posee experiencia, infraestructura, recursos humanos y voluntad manifiesta para sumarse al esfuerzo nacional del manejo del fuego, con el propósito de mejorar la situación de los ecosistemas y la biodiversidad, incrementar la seguridad de la población coahuilense y afrontar los efectos del cambio climático global.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Existe una oportunidad valiosa para impulsar una propuesta estratégica de manejo del fuego que contribuya a la conservación, cuidado y sustentabilidad de los recursos naturales, así como de los servicios ambientales y la biodiversidad, a través de la colaboración intersectorial, la visión a largo plazo y la participación calificada de los dueños y usuarios de la tierra, con el acompañamiento de la sociedad civil organizada.

Referencias

cenapred. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2004. *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2003*. Coordinación de Investigación. cenapred, México.

conafor. Comisión Nacional Forestal. 2011. Reporte semanal de resultados de incendios forestales 2011, datos acumulados del 1 de enero al 31 de diciembre de 2011. En: <*http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/las-demas/reportes-de-incendios-forestales*>, última consulta: 8 de febrero de 2017.

——. 2015. Programa Nacional de Prevención de Incendios Forestales 2014-2018. conafor, Jalisco.

Congreso del Estado. 2011. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 8 de diciembre de 1998 en el poe. Última reforma publicada el 8 de marzo de 2016.

——. 2014. Ley Forestal del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 1 de octubre de 2006 en el poe. Última reforma publicada el 22 de abril de 2014.

fao. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2007. Manejo del fuego: directrices de carácter voluntario para el manejo del fuego. Principios y acciones estratégicas. Documento de trabajo sobre el manejo del fuego No.17. fao, Roma.

——. 2013. La fauna silvestre en un clima cambiante. Estudios fao: Montes 167. fao, Roma.

——. 2016a. Fuegos forestales y de otra vegetación. En: <*http://www.fao.org/forestry/firemanagement/es/*>, última consulta: 17 de septiembre de 2016.

——. 2016b. Portal terminológico de la fao. Manejo del fuego. En: <*http://www.fao.org/faoterm/collections/fire-management/es/*>, última consulta: 9 de febrero de 2017.

Frausto, J. y R. Landa. 2007. Sociedad, fuego y ecosistemas: contribución de las organizaciones locales al manejo del fuego en México. En: <*http://www.fire.uni-freiburg.de/sevilla-2007/contributions/doc/SESIONES_TEMATICAS/ST2/Frausto_MEXICO.pdf*>, última consulta: 18 de septiembre de 2016.

Jardel-Peláez, E., J. Frausto-Leyva, D. Pérez-Salicrup *et al*. 2010. *Prioridades de investigación en manejo del fuego en México*. fmcn, México.

La Jornada. 2016. México envía 41 expertos en incendios forestales a Canadá. En: <*http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2016/06/02/mexico-envia-41-expertos-en-incendios-forestales-a-canada*>, última consulta: 17 de septiembre de 2016.

Manson, R.H., E.J. Jardel Peláez, M. Jiménez Espinosa *et al*. 2009. Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico. En: *Capital natural de México, vol. ii: estado de conservación y tendencias de cambio*. conabio, México, pp. 131-184.

Nasi, R., R. Dennis, E. Meijaard *et al*. 2002. Los incendios forestales y la diversidad biológica. *Unasylva* 53(209):36-40.

Reyna, VM. y A. Gudiño. 2016. Incendios han dañado 3.3 millones de hectáreas del país. En: <*http://www.excelsior.com.mx/nacional/2016/05/29/1095514*>, última consulta: 17 de septiembre de 2016.

Rodríguez, D. 2001. Ecología del fuego en el ecosistema de *Pinus hartwegii* Lindl. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 7(2):145-151.

——. 2015. *Incendios de vegetación: su ecología, manejo e historia, vol. 2*. Biblioteca Básica de Agricultura, Jalisco.

Sarukhán, J., G. Halffter, P. Koleff *et al*. 2009. *Capital natural de México. Tendencias de cambio y estado de la biodiversidad, los ecosistemas y sus servicios*. conabio, México.

sema. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2012. Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017. sema, Coahuila.

——. 2016. Programa Estatal de Protección Contra Incendios Forestales 2016. sema, Coahuila.

Villarreal, J. 2001. Listados florísticos de México, xxiii Flora de Coahuila. En:<*https://books.google.com.mx/books?id=k6RkjAuRR2YC&pg=PA20&lpg=PA20&dq=pinus+hartwegii+en+coahuila&source=bl&ots=VyP9dvjOKC&sig=6W6-A_bxfaHEHDA5H8fqKYgArN8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiXxe3upvzRAhUBHWMKHctXBu4Q6AEILTAG#v=onepage&q=pinus%20hartwegii%20en%20coahuila&f=false*>, última consulta: 6 de febrero de 2017.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Política pública y adaptación al cambio climático

Ignacio José March Mifsut y María Alejandra Carrera Máynez

Introducción

El clima es un factor natural que influye en todas las actividades humanas y es determinante en todos los ecosistemas. El entendimiento del clima no es sencillo, pues involucra fenómenos complejos cuya dinámica y comportamiento dependen de múltiples factores y variables.

Es un hecho que se experimenta un cambio climático, y pruebas científicamente sólidas muestran que éste es causado por las actividades de la sociedad moderna (Oreskes 2004), por lo cual es fundamental que los gobiernos diseñen e impulsen políticas públicas eficientes que contribuyan a su mitigación, pero también a la adaptación de las sociedades y sus actividades y sistemas de producción, a favor de la conservación de los recursos naturales de los que dependen.

En México se ha diseñado una diversidad de políticas públicas orientadas a la adaptación y mitigación del cambio climático, que tendrán resultados sólo cuando su implementación se realice a escalas estatales y micro-regionales. Por ello son fundamentales el diseño de planes de acción y la implementación de medidas en ambos niveles.

Las políticas públicas orientadas a enfrentar los impactos del cambio climático no tendrán eficacia si no se consigue una decidida participación ciudadana en las diversas acciones, tanto para la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero como para la adaptación a las nuevas condiciones del clima en una geografía dada (Postigo *et al.* 2013).

La participación ciudadana en la implementación de acciones concretas sólo tiene posibilidades cuando se mantiene a la sociedad informada e involucrada, y por ello los esfuerzos que se realicen para difundir la dinámica del cambio climático y sus impactos son esenciales para la concienciación y la actuación de la población. Esta difusión debe utilizar los diversos medios de comunicación que actualmente están disponibles, y debe realizarse en múltiples formatos enfocados a distintos sectores y tipos de audiencias. La comunicación estratégica y efectiva es un elemento crucial para la implementación de las políticas de adaptación y mitigación.

En este sentido, en Coahuila, el Gobierno del Estado realiza esfuerzos importantes de difusión a través de la SEMA, la cual expide boletines

March Mifsut, I.J. y A. Carrera Máynez. 2017. Política pública y adaptación al cambio climático. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 311-315.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

periódicos que buscan informar a la sociedad sobre el cambio climático, y esto contribuye a generar una nueva cultura ciudadana ante los retos que implica este problema. En el mismo sentido resulta importante la educación ambiental a nivel primaria, que incluya contenidos sobre el cambio climático y la adaptación a él, para que la concienciación comience en las etapas educativas tempranas.

Enfrentar el cambio climático, tanto en la vertiente de la mitigación como en la correspondiente a la adaptación, requiere de políticas públicas que sean transversales, ya que involucran a los diversos sectores de la sociedad; por ello resulta esencial la creación de mecanismos que fomenten esta transversalidad (Schneider *et al*. 2007).

El funcionamiento efectivo de las comisiones intersecretariales de cambio climático, como la creada en Coahuila, debe ser prioritario, pero sobre todo adquiere importancia su mantenimiento y actualización ante los nuevos contenidos y las nacientes alternativas de mitigación y adaptación que se desarrollan continuamente en distintas partes de México y el mundo.

En lo que se refiere a la adaptación al cambio climático, la primera estrategia debe ser implementar acciones que disminuyan los factores que, si bien son independientes del clima, incrementan la vulnerabilidad (propensión a ser afectado) de asentamientos humanos, actividades productivas y ecosistemas.

A continuación se plantean algunas de las principales prioridades a las cuales debe enfocarse el diseño e implementación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático en un estado como Coahuila.

Investigación y monitoreo ambiental

Para enfrentar con eficiencia los retos de adaptación que implica el cambio climático, se debe contar con información actualizada sobre la forma en que ocurre y los impactos que provoca a diversas escalas de tiempo y espacio.

En este sentido una política fundamental es la de impulsar una mayor investigación sobre la vulnerabilidad de ciudades y poblaciones, actividades productivas, ecosistemas y especies. La priorización para implementar acciones de adaptación dependerá de poder identificar los puntos más vulnerables, luego de una evaluación a partir de índices de vulnerabilidad de localidades y áreas geográficas del estado, al considerar los índices desarrollados por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Es de particular importancia, a una escala estatal y en otras de mayor detalle en micro-regiones particularmente críticas, evaluar la vulnerabilidad de riesgo ante los eventos extremos asociados al cambio climático (SEMARNAT 2013). Esta evaluación puede realizarse con un enfoque según el tipo de riesgos, e incluye inundaciones, deslaves, sequías agrícolas y pecuarias, disminución de rendimientos por cambios en la precipitación o temperatura, ondas de calor, incendios catastróficos y transmisión de enfermedades, por mencionar los principales (Galbraith y Price 2009).

Los esfuerzos de monitoreo ambiental que se puedan implementar en micro-regiones altamente vulnerables son de gran relevancia para establecer acciones efectivas de adaptación. La elaboración de mapas de riesgo en estas zonas puede facilitar la aplicación de medidas de adaptación de una manera más eficaz.

Asimismo la investigación científica es también necesaria para evaluar la efectividad de las acciones de adaptación que se lleguen a implementar, así como para lograr una mayor eficiencia de las mismas.

Manejo del agua

En los estados del norte de México, donde las condiciones áridas predominan, el manejo del agua siempre ha sido de la más alta prioridad. Sin embargo, la variabilidad climática y las condiciones extremas asociadas al cambio climático obligan a que el manejo del agua y la protección de los acuífe-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ros sean acciones aún más importantes. El fomento masivo y continuo de una cultura de cuidado extremo del recurso agua y de su uso responsable es fundamental (Narayan-Pandey *et al.* 2003).

Un manejo del agua adecuado a la dimensión del reto que impone el cambio climático implica múltiples medidas de todo tipo, y un buen ejemplo de ello fue la identificación de acciones de adaptación requeridas para ciudades en zonas áridas (Stratus Consulting *et al.* 2004). Así, la protección de las cuencas de captación que renuevan los acuíferos debe ser de muy alta prioridad en Coahuila. El cuidado de la sierra de Zapalinamé a través de la cooperación ciudadana es un claro ejemplo de mecanismos eficientes que pueden contribuir al mantenimiento de servicios ecosistémicos indispensables para las actividades humanas.

Los llamados "fondos de agua", en los que los usuarios retribuyen financiamiento para mantener el servicio ecosistémico de provisión de agua, pueden ser usados como modelo para implementar diversas medidas de adaptación.

Es de crucial importancia que las políticas que se implementen en materia de manejo del agua respeten los caudales ecológicos, para evitar impactos a los ecosistemas cuenca abajo. Asimismo deben impulsarse cada vez más la captación de agua de lluvia y el tratamiento y reciclaje de aguas utilizadas a nivel doméstico, urbano y rural, por lo que deben ser prioridades en las políticas públicas el desarrollo y adopción de tecnologías apropiadas para dichas acciones (Bates *et al.* 2008).

Adaptación de los sistemas de producción agrícola y pecuaria

Los factores del cambio climático pueden afectar en diversos niveles la producción agrícola y pecuaria (Dinar y Mendelsohn 2011). Por ello es muy importante vigilar los cambios en los rendimientos de ambas actividades y, en su caso, determinar acciones que contribuyan a contrarrestar las bajas productivas.

A manera de ejemplo, en el caso de las lluvias torrenciales que provocan erosión de los suelos, el establecimiento de gaviones en las áreas de mayor exposición o vulnerabilidad es una medida que puede disminuir la erosión por este factor. Tal medida ya se ha realizado en áreas naturales protegidas como Maderas del Carmen.

El desarrollo o adopción de tecnología apropiada para un mejor uso del agua en los sistemas de producción también es fundamental. Eventualmente la llamada agricultura protegida es una opción, pero requiere niveles de inversión y mantenimiento considerables.

Los resultados de la investigación científica pueden orientar una serie de medidas de adaptación para mantener la eficiencia de los sistemas productivos, entre las que se encuentran la adopción de nuevos cultivos y el desarrollo de sistemas agroecológicos, entre otras.

Protección de la agrobiodiversidad

Al considerar que la agrobiodiversidad es una porción de la diversidad biológica que también es vulnerable a los efectos del cambio climático, es importante establecer políticas públicas que fomenten acciones para su protección (giz 2012).

En concordancia con lo anterior, las diversas variedades de maíz en México presentan distintos niveles de vulnerabilidad (Ureta *et al*. 2012), entre los que destaca especialmente el riesgo de pérdida de variabilidad genética de las variedades nativas, por lo que la protección de éstas en Coahuila es una prioridad (Rincón *et al*. 2010). Otras especies de importancia agrícola para la entidad, como el nogal, también requieren de medidas que permitan mantener las condiciones ecológicas necesarias para que sus poblaciones se mantengan.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conservación y manejo forestal

Los distintos tipos de ecosistemas presentan diferencias en su exposición a factores asociados al cambio climático (como el aumento en la temperatura y la prolongación de las temporadas de sequía, entre otros) y, por lo tanto, en su vulnerabilidad.

En los bosques se ha presentado progresivamente una mayor ocurrencia de incendios forestales que resultan catastróficos, cuando la cargas de combustibles[1] son excesivas por haberse alterado los regímenes naturales del fuego (Liu *et al.* 2010). Por ello las quemas prescritas y el manejo de las cargas de combustible en las áreas forestales son prácticas cada vez más importantes, para disminuir los incendios de graves consecuencias, como los ocurridos en el estado en julio de 2010.

De igual manera deben ser consideradas, en las políticas de conservación y manejo de los bosques, las medidas de sanidad forestal para el manejo de plagas (Bradley *et al.* 1999), como es el caso del escarabajo descortezador (*Dendroctonus* spp.), cuya distribución tiende a ampliarse por influencia del cambio climático (Torres y Sánchez 2005).

Disminución de la vulnerabilidad en ecosistemas y especies

Mantener la salud de los ecosistemas es esencial para conservar los múltiples servicios ecosistémicos que prestan a la sociedad. Esta salud ecológica está amenazada por una serie de factores asociados a la variabilidad climática y al cambio climático, que provocan la fragmentación de ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones biológicas, y amenazan la prevalencia de las especies (SCBD 2009).

Por ello es de la mayor importancia mantener la conectividad ecológica, que permita los flujos genéticos necesarios para conservar la diversidad genética de las poblaciones de flora y fauna de los ecosistemas, ya que de ello depende la adaptación de estas especies bajo un escenario de cambio climático (Dudley *et al.* 2010). Como una medida viable y prioritaria en este sentido, se destaca la implementación de políticas ambientales que promuevan la creación de micro-corredores ecológicos que contribuyan a esa conectividad ecológica.

Aunado a lo anterior, prevenir la introducción de especies invasoras dentro de las áreas mejor conservadas de Coahuila, constituye también un elemento integrador y esencial para las políticas ambientales en la entidad.

Conclusión

El diseño e implementación de políticas públicas orientadas a la adaptación al cambio climático debe basarse en información científica, y articularse de manera transversal con las políticas sectoriales existentes. Para ello la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático puede funcionar como ente articulador.

Las políticas de adaptación al cambio climático pueden seguir el modelo de aquellas que han sido implementadas en otros estados de la república mexicana, o incluso en otros países donde hayan demostrado efectividad y eficiencia, adaptándose a las circunstancias particulares de la entidad.

Debe ser prioritario el enfoque de la adaptación al cambio climático a partir del mantenimiento de los ecosistemas y los servicios que prestan a la sociedad y, de igual forma, es fundamental que todos los esfuerzos se orienten a mantener la conectividad ecológica entre los

[1] La carga de combustible se refiere al volumen de hojas, ramas y troncos muertos que se han acumulado en un bosque cuando la frecuencia de los fuegos naturales se ha visto alterada por algún factor natural o por la supresión provocada por el ser humano.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ecosistemas, a fin de lograr su conservación a largo plazo (Dawson *et al.* 2011).

Aunque en Coahuila se han logrado avances importantes en la planeación de políticas públicas dirigidas hacia la adaptación al cambio climático, aún es necesario implementar actividades concretas sobre el terreno, y que cuenten con una decidida participación de la ciudadanía.

Referencias

Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J. P.Palutikof (eds.). 2008. *Climate change and water. Technical paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC Secretariat, Geneva.

Bradley, N.L., A.C. Leopold, J. Ross y W. Huffaker. 1999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. *Proceedings of the National Academy of Science* 96: 9701-9704.

Dawson, T., S.T. Jackson, J. House *et al.* 2011. Beyond predictions: biodiversity conservation in a changing climate. *Science* 332(53):53-58.

Dinar, A. y R. Mendelsohn (eds.). 2011. *Handbook on climate change*. Edward Elgar Pub, Massachussetts.

Dudley, N., S. Stolton, A. Belokurov *et al.* (eds.). 2010. *Natural solutions: protected areas helping people cope with climate change*. IUCN-WCPA/TNC/UNDP/WCS/The World Bank/WWF, Gran Bretaña.

Galbraith, H. y J. Price. 2009. *A framework for categorizing the relative vulnerability of threatened and endangered species to climate change*. US Environmental Protection Agency, Washington.

GIZ. Die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. 2012. *Agrobiodiversidad, la clave para la soberanía alimentaria y la adaptación al cambio climático*. Programa Sectorial de Manejo Sostenible de Recursos en Agricultura. GIZ, Ecuador.

Liu, Y., J. Stanturf y S. Goodrick. 2010. Trends in global wildfire potential in a changing climate. *Forest Ecology and Management* 259:685-697.

Narayan-Pandey, D., A.K. Gupta y D.M. Anderson. 2003. Rainwater harvesting as an adaptation to climate change. *Current Science* 85(1):46-59.

Oreskes, N. 2004. Beyond the ivory tower. The scientific consensus on climate change. *Science* 306(5702):1686.

Postigo, J.C., P. Chacón, S. Castro *et al.* 2013. *Cambio climático, movimientos sociales y políticas públicas.* Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO)/Instituto de Ciencias Alejandro Lipschutz (ICAL)/Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables de la Pontificia Universidad Católica de Perú, Chile.

Rincón, F., F. Castillo y N.A. Ruiz. 2010. *Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México.* Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo.

Schneider, S.H., S. Semenov, A. Patwardhan *et al.* 2007. Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. En: *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof *et al.* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 779-810.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, Dirección General de Políticas para el Cambio Climático, México.

SCBD. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2009. Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second *Ad Hoc* Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. CBD Technical Series no. 41.

Stratus Consulting, Inc., UNAM y El Colegio de Sonora. 2004. *Adaptación al cambio climático: Hermosillo, Sonora, un caso de estudio.* Instituto Nacional de Ecología (INE)/SEMARNAT/United States Environmental Protection Agency (US EPA), México.

Torres, L.M. y J.A. Sánchez. 2005. Manejo integrado del escarabajo descortezador *Dendroctonus adjunctus* Blandford en los bosques de *Pinus rudis* en el estado de Coahuila. Centro de Investigación Regional Noreste-INIFAP. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico no. 17, Coahuila.

Ureta, C., E. Martínez-Meyer, H.R. Perales y E.R. Álvarez-Buylla. 2012. Projecting the effects of climate change on the distribution of maize races and their wild relatives in Mexico. *Global Change Biology* 18:1073-1082.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Convenio internacional de colaboración entre Coahuila y Texas

Stephen Michael Niemeyer Acosta, Edward Robert Moderow, María Alejandra Carrera Máynez y Víctor Hugo Wong Flores

Introducción

Las condiciones ambientales especiales de la región fronteriza que comparten México y los Estados Unidos proporcionan retos y oportunidades a los estados y comunidades locales que los componen.

Coahuila y Texas comparten no solamente la vegetación característica de los ecosistemas del Desierto Chihuahuense y el matorral tamaulipeco, sino también el compromiso ambiental, la diversidad cultural, el uso de recursos comunes y la convivencia cotidiana de comunidades locales. Todos estos factores han permitido la creación de acuerdos internacionales que estrechan los lazos de colaboración y trabajo conjunto a favor del medio ambiente.

Colaboración entre agencias ambientales de Coahuila y Texas

La cooperación internacional está enfocada al manejo sostenible de los recursos naturales y a mantener las condiciones de los ecosistemas y del ambiente a nivel transfronterizo, e incluso más allá de las zonas donde el Estado ejerce soberanía y jurisdicción, conforme al derecho internacional.

De esta forma, en 1996, surge el Plan Estratégico Ambiental Coahuila-Texas: un marco para la colaboración (TNRCC y SDS 1998). Fue firmado por la entonces Comisión de Conservación de los Recursos Naturales de Texas (ahora Comisión de Calidad Ambiental de Texas o TCEQ, por sus siglas en inglés) y por la Secretaría de Desarrollo Social del Estado de Coahuila (SDS).

Los objetivos del plan eran:

1. Orientar la cooperación efectiva entre las agencias ambientales y hacer el mejor uso de los recursos existentes, para solucionar las prioridades estatales de protección ambiental.
2. Servir como base para obtener recursos externos adicionales para apoyar las acciones priorizadas para el plan.

Con el fin de dar seguimiento al trabajo conjunto, el 1 de mayo de 2013 se firmó un acuerdo de colaboración entre la TCEQ y la SEMA (2013),

Niemeyer, S.M., E.R. Moderow, A. Carrera Máynez y V.H. Wong. 2017. Convenio internacional de colaboración entre Coahuila y Texas. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 317-322.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

para incrementar la cooperación y el intercambio de conocimientos, experiencias y tecnología relacionados con el medio ambiente, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, uso responsable y cuidadoso de los recursos energéticos disponibles y demás acciones relacionadas con la protección ambiental.

Este acuerdo ha logrado incidir en diferentes áreas, en donde los temas de calidad de aire y manejo de residuos han destacado por sus resultados. Sin embargo, el logro más importante ha sido el desarrollo del Proyecto binacional de conservación del arroyo Las Vacas, cuyos objetivos han permitido estrechar los lazos para conocer e incrementar los esfuerzos de conservación de una de las corrientes acuíferas vivas de la entidad.

Proyecto binacional de conservación del arroyo Las Vacas

El arroyo Las Vacas (figuras 1 y 2) es uno de los pocos en Coahuila cuyo caudal es permanente. Tiene una longitud de 26 km, de los cuales ocho cruzan la ciudad fronteriza de Acuña, antes de unir sus aguas al río Bravo. Hasta el 2014 no se contaba con información actualizada sobre el estado de conservación del arroyo Las Vacas, y los esfuerzos para su cuidado eran aislados y poco frecuentes.

El arroyo Las Vacas influye directamente en la salud de los habitantes de Acuña, debido a que las personas nadan en sus aguas, pasean en sus márgenes y viven a orillas del mismo. Los servicios ambientales que presta benefician a la población, ya que regula la temperatura ambiental, mejora la calidad del aire y provee de agua a la ciudad.

También el arroyo influye directamente en la salud de un río destacado que es de mutuo manejo de ambos países, el río Bravo. Se encuentra nombrado como afluente importante en el acuerdo binacional de agua de 1944: *Tratado de distribución de aguas internacionales de los ríos Colorado y Tijuana y Bravo desde Fort Quitman, Texas, Estados Unidos de América hasta el Golfo de México*.

Para conocer y valorar la flora y fauna del arroyo Las Vacas, así como para desarrollar un programa de monitoreo de calidad de agua y proponer acciones de conservación, la SEMA y TCEQ desarrollaron en el 2015 una propuesta apoyada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) y la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF).

La propuesta citada se realizó con el objetivo de diseñar e implementar de forma binacional –y con la colaboración activa de instituciones gubernamentales, educativas y empresariales– las acciones de conservación encaminadas a mejorar la calidad del agua y propiciar un ambiente adecuado para las especies de flora y fauna en el arroyo Las Vacas, para elevar la salud ambiental de la zona (SEMA 2016).

Con el fin de desarrollar el proyecto, se definieron cinco estrategias primordiales:

1. Establecimiento de un grupo binacional de trabajo, cuyo objetivo era la conformación de un conjunto de personas que impulsara los esfuerzos de conservación en el arroyo Las Vacas y que promoviera la capacitación en temas ambientales.
2. Promoción de la participación local activa, por medio del involucramiento de diferentes sectores de la sociedad, a favor de la valoración del arroyo Las Vacas y la realización de acciones adecuadas para su conservación.
3. Conocimiento del estado de conservación del arroyo, para dimensionar su riqueza natural, así como los servicios ambientales que presta.
4. Identificación y atención de la problemática actual, con el fin de mitigar sus impactos y evitar, en lo posible, el incremento de acciones nocivas para el arroyo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Paisaje del arroyo Las Vacas a la altura del área conocida como Los Novillos. Foto: Archivo fotográfico SEMA 2016.

Figura 2. Paisaje del arroyo Las Vacas a la altura del área conocida como Las Cuevas. Foto: Archivo fotográfico SEMA 2016.

5. Toma de acciones emblemáticas de conservación del arroyo Las Vacas, para captar la atención de los habitantes de Acuña y promover que dichas acciones fueran replicadas posteriormente en el largo plazo.

Resultados

El proyecto se desarrolló durante los años 2014-2016. Su fuerza radicó en la participación de todos los sectores de la sociedad a nivel binacional. Participaron los gobiernos estatales de Coahuila y Texas, a través de la SEMA y TCEQ, en estrecha colaboración con el gobierno municipal de Acuña.

El sector académico del proyecto estuvo liderado por el Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Acuña (ITSA) y la Universidad de Texas en Austin. Se logró el involucramiento y la capacitación de estudiantes y maestros del ITSA.

Los esfuerzos y la colaboración del grupo de trabajo fomentaron la integración de otras instituciones, con lo cual se sumaron la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), Corporación Mexicana de Investigación de Materiales S.A. de C.V. (COMIMSA) y la CONANP. Con esto el trabajo se fortaleció y los resultados obtenidos superaron las metas esperadas.

Trabajo con estudiantes

Los directivos del ITSA seleccionaron un grupo de 16 estudiantes y cuatro maestros que participaron activamente en el proyecto. Los estudiantes colaboraron en todos los trabajos de campo, así como en los recorridos de vigilancia participativa. Estuvieron presentes en reuniones y presentaron el Proyecto binacional de conservación del arroyo Las Vacas ante otras instituciones educativas y empresas de Ciudad Acuña, Coahuila, y la ciudad de Austin, Texas, además de participar en un intercambio con la Universidad de Texas en Austin.

Diagnóstico del arroyo Las Vacas

Uno de los primeros insumos del proyecto fue la elaboración de un diagnóstico sobre la condición del arroyo Las Vacas. Para la elaboración del mismo se utilizaron los protocolos del Índice de Calidad de la Ribera (Munné *et al*. 1998), así como las variables ambientales y de uso, las cuales fueron adaptadas a la problemática propia del arroyo.

En el diagnóstico se evaluaron tres grupos de variables: calidad del bosque de ribera, indicadores de biodiversidad y subíndice de impactos. Se detectaron cinco secciones claramente

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Pato cucharón (*Anas clypeata*) en el arroyo Las Vacas. Foto: Archivo fotográfico SEMA 2016.

Figura 4. Culebra listonada occidental (*Thamnophis proximus*) en el arroyo Las Vacas. Foto: Archivo fotográfico SEMA 2016.

Figura 5. Águila pescadora (*Pandion haliaetus*) en el arroyo Las Vacas. Foto: Archivo fotográfico SEMA 2016.

marcadas a lo largo del arroyo Las Vacas, las cuales permitieron identificar las acciones necesarias de conservación, manejo y recuperación para cada sitio.

Programa de monitoreo de calidad de agua

Personal de la SEMA y TCEQ definió la metodología para la toma de datos de calidad de agua en el arroyo Las Vacas, al formalizar los protocolos en un plan de proyecto de confianza de calidad *Quality Assurance Project Plan* (QAPP, por sus siglas en inglés).

El monitoreo de calidad de agua se llevó a cabo en 15 puntos de muestreo a lo largo del arroyo, a través de 10 muestreos durante el 2015, con parámetros físico-químicos de agua.

Se adicionaron tres sitios para la toma de muestras, las cuales fueron procesadas en el laboratorio de COMIMSA, donde se midieron los parámetros establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales.

La CILA se sumó a los esfuerzos de monitoreo de calidad de agua, con la medición de caudales durante los días de muestreo. Todos los resultados obtenidos muestran una buena calidad del líquido a lo largo del arroyo Las Vacas, y no se registran residuos de metales pesados.

Monitoreo de flora y fauna

Como resultado del proyecto binacional, se obtuvo un registro de 369 especies de flora y fauna, lo cual demuestra la riqueza biológica con la que cuenta este arroyo. Se identificaron 200 especies de flora (apéndice 2), 114 especies de aves, siete de mamíferos, 29 de peces, 15 de reptiles y cuatro de anfibios (apéndice 3), así como 62 especies de invertebrados (figuras 3 a 5; SEMA 2016).

Dentro de las especies enlistadas destaca la presencia de peces –algunos de ellos endémicos–, los cuales son indicadores biológicos de una buena salud del ecosistema. Como uno de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

los registros especiales, se localizó la presencia de castores en una sección del arroyo Las Vacas, especie en peligro de extinción y la cual no había sido reportada en los últimos años para este arroyo. Pero desafortunadamente también se ubicaron coipús, animales exóticos que compiten por el hábitat del castor y cuyas poblaciones deben ser controladas.

Programa de detección de puntos de contaminación

El municipio de Acuña trabajó durante los meses de enero y febrero de 2015 para cancelar 35 descargas de aguas negras que se tenían detectadas en el arroyo Las Vacas. Este trabajo benefició directamente la calidad ambiental del arroyo.

Programa de vigilancia participativa

La problemática detectada fue clasificada con base en dos factores: actividades ilícitas que afecten la salud del ecosistema (como tala clandestina, retiro de material pétreo del cauce y los márgenes del arroyo, descargas, tiraderos ocultos de basura, entre otros) y por la presencia de factores que afecten al ecosistema (como presencia de especies exóticas, detección de plagas y enfermedades en plantas). Se interpusieron, además, denuncias oficiales ante las autoridades competentes, por cada uno de los ilícitos encontrados.

Programa de reforestación

Con el fin de recuperar la ribera del arroyo, se plantaron 250 árboles nativos en un área que había sido deforestada y contaminada por basura. Los vecinos del lugar se comprometieron a la conservación y seguimiento de dicha reforestación.

El proyecto binacional de conservación como detonador de nuevos proyectos

Este proyecto, además de alcanzar los objetivos planteados, logró revalorar la importancia del Parque Nacional Los Novillos, el cual se encuentra ubicado en la parte alta del arroyo Las Vacas y cuenta con una superficie de 38 hectáreas.

Esta área no fue atendida por varios años y la conanp recibió un informe que mencionaba el deterioro del parque y la falta de recursos biológicos presentes, lo cual sugería la posibilidad de iniciar los trámites para eliminar el decreto que lo protegía. La información recabada por este proyecto fue compartida con la conanp y sirvió para justificar la importancia biológica del área y su permanencia como área natural protegida (anp).

Como resultado de la colaboración entre las instituciones participantes en el Proyecto binacional de conservación del arroyo Las Vacas, se detectó la necesidad de capacitación en materia de monitoreo de calidad de agua en ríos y arroyos, así como la pertinencia de estandarizar la información obtenida en ambos lados de la frontera.

Por lo antes señalado, la sema, tceq y cila llevaron a cabo un Taller Binacional de Calidad de Agua para ríos y arroyos, en donde se capacitaron 35 personas provenientes de 18 instancias, como anp, instituciones gubernamentales (sema, municipio de Acuña, entre otros) y grupos interesados en la conservación de ríos y arroyos (figura 6).

Figura 6. Grupo de personas que participaron en el Taller Binacional de Calidad de Agua en la presa La Amistad. Foto: Archivo fotográfico sema 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

Los esfuerzos de colaboración entre los estados fronterizos permiten trabajar en las prioridades de conservación y protección al medio ambiente, al entender que las fronteras políticas no delimitan las interacciones biológicas, sociales ni culturales de dos naciones.

La línea base que entregó el Proyecto binacional de conservación del arroyo Las Vacas permitió que ahora se trabaje para decretar la zona como ANP bajo la categoría de Monumento Natural para Coahuila. Su conservación asegurará garantizar una mejor calidad de vida para los habitantes de la región.

El éxito de los resultados del proyecto pone de manifiesto que la unión de las capacidades de las agencias ambientales, instituciones académicas y sociedad, es la combinación perfecta para promover la conservación y recuperación de la riqueza natural en ambos lados de la frontera.

Los convenios de colaboración deberán de permanecer como una herramienta que garantice los trabajos y la hermandad entre dos sociedades que valoran, dependen y comparten una misma riqueza natural.

Referencias

Munné, A., C. Solá y N. Prat. 1998. QBR: un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua* 175:20-37.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2016. Proyecto binacional de conservación del arroyo de Las Vacas. Texas Commission on Environmental Quality (TCEQ) (The State of Texas) y SEMA (Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza). Coahuila (documento interno).

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Publicada el 6 de enero de 1997 en el DOF. Texto vigente.

TCEQ y SEMA. Comisión de Calidad Ambiental de Texas y Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2013. Convenio de colaboración entre TCEQ y SEMA. 1 de mayo de 2013. Coahuila (documento interno).

TNRCC y SDS. Comisión de Conservación de los Recursos Naturales de Texas y Secretaría de Desarrollo Social del Estado de Coahuila. 1998. Texas-Coahuila Strategic Environmental Plan: a framework for cooperation. October 19, 1998. Texas Natural Resource Conservation Commission (TNRCC) y Secretaría de Desarrollo Social del Estado de Coahuila (SDS). Texas (documento interno).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

SECCIÓN V.
USOS TRADICIONALES Y CONVENCIONALES

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Olga Leticia Rumayor Rodríguez

El uso y aprovechamiento de los recursos naturales ha representado un eje fundamental en el desarrollo de Coahuila. La interacción entre la diversidad biológica y cultural propicia la existencia de una amplia variedad de percepciones, usos y formas de manejo de los bienes de la naturaleza. De esta manera, los pueblos y comunidades han aprendido a aprovechar de forma variada la biodiversidad de su territorio con fines alimenticios, comerciales, medicinales, ornamentales y recreativos.

El turismo de naturaleza es una actividad que se sustenta en la conservación de los recursos naturales. En la entidad, esta práctica es relativamente reciente y tiene un potencial importante por contar con una gran variedad de sitios en los que pueden realizarse actividades; no obstante, es evidente que este ámbito requiere de un impulso integral que contemple el apoyo comercial y financiero destinado a los operadores turísticos, con el fin de promover proyectos que busquen la inclusión de los habitantes de las comunidades en la creación de fuentes de ingresos y contribuyan a la actividad estatal. También se considera importante hacer una revisión de la Ley de Turismo del estado, con el fin de completar todas las herramientas jurídicas que permitan ordenar las actividades en donde los turistas están en contacto directo con los recursos naturales.

En la entidad, el uso tradicional de los recursos forestales no maderables con fines comerciales, medicinales y artesanales se lleva a cabo en diferentes regiones. Se puede destacar el caso de las fibras y las ceras, en especial la candelilla (*Euphorbia* spp.), con explotación intensiva para comercializarla en las zonas más áridas del estado.

En la revisión que se realiza sobre los principales usos de los recursos maderables, se resalta la necesidad de implementar prácticas de manejo para un aprovechamiento sustentable, en las que, a través de la investigación, capacitación y difusión, las comunidades que dependen de estos recursos encuentren una vía para su desarrollo y contribuyan a la conservación del recurso.

Asimismo, se presta atención al aprovechamiento cinegético del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), visto como una alternativa de diversificación productiva que permite la conservación de los recursos naturales en Coahuila, ya que esta actividad lleva implícito el manejo y preservación del hábitat para favorecer

Rumayor Rodríguez, O. 2017. Resumen ejecutivo. Usos tradicionales y convencionales. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 327-328.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

el desarrollo de la especie y beneficiar a otras que no son cinegéticas y con las que comparte el espacio.

De igual manera intervienen, en este aprovechamiento, las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), modalidad que ocupa casi 24% del territorio estatal, con 816 UMA activas. El trabajo de regularización que se ha realizado permite tener información relevante sobre los ecosistemas de la entidad y está disponible para la toma de decisiones en temas relacionados con las autorizaciones de aprovechamiento de vida silvestre.

Coahuila, inmerso en el Desierto Chihuahuense, cuenta con más de 54 mil hectáreas de superficie inundada, misma que sustenta una importante cantidad de especies (incluyendo sardinas, pelícanos, águilas y castores) y una actividad de pesca, principalmente comercial y deportiva. Al respecto, se analiza el impacto económico de esta actividad en el estado y se destaca la necesidad de redefinir los sistemas de producción.

También se presenta un análisis de los sistemas agropecuarios en el que se señala su potencial productivo, pues el valor generado por el sector agropecuario representa 2.5 millones del producto interno bruto del sector a nivel nacional, por lo que se ha destacado como el principal productor de leche y carne de caprino, sorgo forrajero, melón y aves.

También se revisa el impacto ambiental que esta actividad ha generado, derivado de la sobreexplotación de acuíferos, la tala indiscriminada, la erosión del suelo y la contaminación por agroquímicos. Se destaca el valor de los pastizales en el estado y las amenazas que enfrentan.

En esta sección se integra un estudio sobre el uso de especies arbustivas nativas como alternativas para el complemento alimenticio de la ganadería bajo condiciones extensivas, principalmente la costilla de vaca (*Atriplex canescens*), el mezquite (*Prosopis* spp.) y el nopal (*Opuntia* spp.). Estas especies presentan un alto potencial de distribución en el estado, por lo que se proponen prácticas que solventen la escasez de forraje en épocas de sequía. Para ello, se considera necesario implementar medidas para el manejo de la población de las citadas especies y, además, validar las áreas potenciales antes de establecer estas prácticas.

En relación con esta temática se incluye un estudio de caso que expone la importancia de conservar la diversidad de maíces nativos en la entidad y la relevancia de promover el conocimiento tradicional para su utilización.

Se documentan las principales modalidades del uso ilegal de la biodiversidad en Coahuila, con referencia a las numerosas áreas prioritarias donde inciden, así como aquellas con la mayor cantidad de denuncias ambientales, entre las que se refieren al uso inadecuado del suelo, sobre todo en los municipios de Ramos Arizpe y San Pedro, así como el aprovechamiento ilegal de los productos forestales, como lo es la extracción –realizada generalmente por la población rural– de candelilla y leña de mezquite; resalta esta última y su posterior transformación en carbón, principalmente en la región Laguna.

De igual forma se analiza el uso ilegal de la fauna silvestre a través de la caza furtiva y la venta de especies silvestres. Se resalta la necesidad de elaborar una norma técnica estatal para cada grupo biológico y, de esta forma, determinar su estatus de conservación, manejo, recuperación, inspección y vigilancia.

Las diversas percepciones, usos y formas de gestión de los recursos naturales referidos en esta sección, muestran la cultura que se deriva de la diversidad y riqueza de Coahuila, lo que hace evidente la estrecha relación entre el uso tradicional, el desarrollo cultural y la biodiversidad.

Resulta vital continuar con el fortalecimiento de las políticas públicas y estrategias enfocadas a la protección del hábitat, mismas que fomenten el uso responsable y sustentable de la biodiversidad, que consideren los conocimientos generados de manera tradicional y fomenten la participación de los poseedores de los recursos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Turismo de naturaleza

Pedro Adolfo Ramírez Guillén

Introducción

Para entender el contexto del turismo de naturaleza en Coahuila, primero es necesario conocer y entender los conceptos y definiciones a fin de no equivocar y confundir las actividades, como comúnmente sucede.

De acuerdo a la Secretaría de Turismo federal (SECTUR 2012) y Flores Montalvo (2012), el turismo es una de las actividades más importantes de la economía mundial y representa para México el tercer generador de divisas; contribuye con 8% del producto interno bruto (PIB). Basa su éxito en la calidad de los recursos naturales, ya que integra criterios ambientales en sus políticas de desarrollo. Además es un sector con gran dinamismo y capacidad de crecimiento que está ligado al proceso y cambio de tendencias o actitudes por parte del ser humano, al preocuparse ahora más por la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

El turista está a la búsqueda de interrelacionarse con la naturaleza, realizar actividades de reto físico y emociones fuertes, mantenerse en forma, cuidar su salud y estar al aire libre. Esto dio origen a una nueva tendencia de hacer turismo, al denominarlo turismo de naturaleza, el cual se preocupa y ocupa, además, por la conservación de los recursos naturales y sociales del área que se visita.

La SECTUR (2012) ha estandarizado y unificado criterios sobre el turismo de naturaleza para facilitar la planeación y desarrollo de productos turísticos, y lo define como: "los viajes que tienen como fin realizar actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales que le envuelven con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales".

Esta acepción ha permitido segmentar al turismo de esta índole con base en los intereses que el viajero busca para estar en contacto con la propia naturaleza. Este tipo de turismo se clasifica en tres grandes segmentos que se interrelacionan (SECTUR 2012) y que se integran por diversas ramas (cuadro 1):

- Ecoturismo. Tiene como finalidad la apreciación y conocimiento de la naturaleza, a través de la interacción con la misma.

Ramírez G., P.A. 2017. Turismo de naturaleza. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 329-337.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Segmentos de turismo de naturaleza y sus actividades realizadas en México.

Segmento	Actividades
Ecoturismo	Talleres de educación ambiental* Observación de ecosistemas* Observación de fauna* Observación de fenómenos y atractivos especiales de la naturaleza Observación de flora Observación de fósiles* Observación geológica Observación sideral Safari fotográfico Senderismo interpretativo Participación en programas de rescate de flora y fauna Participación en proyectos de investigación biológica
Turismo de aventura	Caminata* Espeleísmo Rappel* Escalada en roca* Cabalgata* Montañismo* Ciclismo de montaña Cañonismo Buceo libre Espeleobuceo Pesca recreativa* Descenso en ríos (*raffting*) Buceo autónomo Kayaquismo Paracaidismo Vuelo en parapente Vuelo en ala delta Vuelo en globo Vuelo en ultraligero
Turismo rural	Etnoturismo Agroturismo Ecoarqueología Talleres gastronómicos Aprendizaje de dialectos Vivencias místicas Fotografía rural Preparación y uso de medicina tradicional Talleres artesanales

*Actividades mayormente realizadas en Coahuila. Fuente: SECTUR 2006.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

- Turismo de aventura. Tiene como finalidad el realizar actividades recreativas, asociadas a desafíos impuestos por la naturaleza.
- Turismo rural. Tiene como finalidad realizar actividades de convivencia e interacción con una comunidad rural, en todas aquellas expresiones sociales, culturales y productivas cotidianas de la misma.

Coahuila con relación a México

Históricamente, hasta antes de la década de los ochenta, no se registra, para efectos estadísticos y de análisis, información sobre el turismo de naturaleza en México, y esto se debió principalmente a que este segmento no figuraba en la política turística nacional (SECTUR 2006). Fue hasta el año 2001 cuando la SECTUR realizó el Estudio estratégico de viabilidad del segmento de ecoturismo en México, en el cual se obtuvo información relevante sobre el mercado formal de actividades turísticas vinculadas con la naturaleza.

De acuerdo con dicho estudio, los turistas nacionales realizaron 667 091 actividades de naturaleza, lo que representó 45% del total de prácticas. Con ello, se logró obtener un inventario, el cual arrojó que de 1 239 empresas y proyectos orientados a ofrecer servicios para el turismo de naturaleza, 70% ya se encontraban en operación y 30% eran iniciativas en proceso de desarrollo. Asimismo se identificó que 74% de la oferta fueron empresas de tipo comunitario o social, integradas principalmente por grupos rurales o indígenas, y el 26% por empresas privadas (SECTUR 2006).

Coahuila ofrece atractivos de singular importancia a nivel nacional, de los cuales destaca la belleza de los ecosistemas del desierto con vestigios y muestras vivas de los orígenes de la vida en el planeta, así como su importante actividad cinegética (SEDETUR 2013a).

En su territorio existen ocho áreas naturales protegidas (ANP) federales, que incluyen algunos ríos (Sabinas y Álamos) con especies de flora y fauna endémicas de características únicas en el planeta. Las ANP de Coahuila ofrecen al visitante una amplia gama de experiencias con el medio natural, desde la apreciación de especies endémicas en Cuatro Ciénegas, a los fenómenos magnéticos del desierto en el Bolsón de Mapimí, hasta impresionantes vistas de sierras y cañones en Maderas del Carmen. Se trata de un recurso que ha sido poco integrado a las actividades turísticas de la entidad (SEDETUR 2013b).

Entre 2000 y 2005 la actividad turística estaba a cargo del entonces Instituto Estatal de Turismo del Estado de Coahuila. En 2004 se tenían registrados cuatro operadores que realizaban actividades de turismo de naturaleza, uno de Torreón y tres de Saltillo (cuadro 2). Posteriormente, tres dejaron de prestar sus servicios. En 2010 varios operadores iniciaron sus actividades y, en 2012, en la guía turística llamada *Coahuila Turístico*, editada por la Secretaría de Turismo de Coahuila (SEDETUR 2013b), ya se mencionaban cuatro operadores turísticos, dos de Parras y dos de Saltillo (cuadro 2).

En 2013, mediante una coordinación por parte de la SEDETUR, se logró contactar y agrupar a varios operadores que realizaban actividades de turismo de naturaleza: siete en Saltillo, cuatro en Parras, tres en Cuatro Ciénegas, cuatro en Torreón y uno en Piedras Negras, lo que da un total de 19 operadores (cuadro 2), que significa un importante incremento de operadores de turismo de naturaleza. Esto indica que la actividad se ha consolidado y repuntado al menos en la región Sureste del estado, así como en Cuatro Ciénegas (SEDETUR 2013a).

Con base en la información de estos operadores que se tomó como punto de referencia, de 2010 hasta julio de 2013, la visita de turistas se ha incrementado en un promedio de 40% según el área en la que realizan sus actividades. Las percepciones económicas se han incrementado 40% en promedio; se consideraron las temporadas de más alta demanda: Semana Santa y los meses de julio y agosto.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Operadores turísticos en el estado.

Años de operación	Operadores turísticos
2000-2004[1]	Extrematour, Saltillo Adrenalina Pura, Saltillo Saltillo Adventure, Saltillo Desert Aventures, Torreón
2010[2]	Inician operaciones varios operadores turísticos en Parras y Saltillo No se muestran datos de operadores en la guía turística de la SEDETUR
2012[2, 3]	Extrematour, Saltillo Natura Viajes, Saltillo Parras Turístico, Parras Parras Xtreme, Parras
2013[2, 3]	Extrematour, Saltillo Natura Viajes, Saltillo T-Realiza, Saltillo Aventurate Coahuila, Saltillo Aventura Audaz, Saltillo Aventurismo, Saltillo Adrenalina Aventura, Saltillo Aventurarte Coahuila, Parras Parras Xtreme, Parras Parras Adventure Tour, Parras Bernardo López, Parras SERTUCO, Cuatro Ciénegas Ecotours, Cuatro Ciénegas Natura Impulsa, Cuatro Ciénegas Turismo Silveyra, Torreón Operadora de Grupos, Torreón Montenegro Producciones, Torreón Adrián Ceniceros, Torreón Rancho Tío Tacho, Piedras Negras

Fuente: Instituto Estatal de Turismo del Estado de Coahuila 2014;[1] datos de la SEDETUR 2013b, en las guías turísticas *Coahuila Turístico*[2, 3] y por comunicación personal con operadores turísticos (Orta 2013, Silva Ponce 2013, Hoyos 2013).

Principales actividades de turismo de naturaleza

En Coahuila los recursos con mayor oferta y demanda son los bosques templados, el desierto y los cuerpos de agua corriente o estática (ríos, presas y algunos balnearios). Los bosques de coníferas, ubicados principalmente en la región Sureste, abarcan los municipios de Arteaga y Saltillo y, en la región Centro-Desierto, los municipios de Múzquiz y Ocampo. Éstos ofrecen recreación escénica, clima agradable, renta de cabañas, gastronomía y actividades.

El desierto, extendido en la mayor parte del estado, ofrece experiencias en las zonas paleontológicas y arqueológicas, convivencia con los pobladores y sus actividades productivas secundarias, conocimiento de flora y fauna de ecosistemas áridos y semiáridos, entre otras actividades. En los cuerpos de agua, ubicados

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

en los municipios de Sabinas, Cuatro Ciénegas y Acuña, principalmente, los turistas encuentran espacios para el esparcimiento, además de realizar actividades de ecoturismo y turismo de aventura (SEDETUR 2013b).

Los principales sitios y parajes que son frecuentemente visitados se encuentran en la región Sureste (figura 1); en total son 10 y tres de ellos se ubican dentro de ANP.

La parte norte del estado tiene potencial turístico (figura 2). Ahí se pueden realizar actividades de turismo de aventura, entre ellas, espeleísmo, ya que en esa región se encuentra una importante cantidad de cuevas, algunas de las cuales pueden ser visitadas. Esta región cuenta con sitios y parajes de atractivo turístico, con infraestructura de alojamiento y alimentos. Aun así se requiere trabajar con operadores que atiendan a los viajeros que visiten estos sitios.

Asimismo, es necesario informar, tanto a los dueños de los predios como a los habitantes de las comunidades donde se realizan actividades turísticas, sobre la importancia de la protección y preservación del patrimonio natural, esto con la finalidad de fomentar prácticas responsables hacia la naturaleza y con ello ofrecer una mejor atención a los visitantes (Hoyos 2013, Silva Ponce 2013).

Potencial económico del turismo de naturaleza

En general, el número de visitantes se ha incrementado, lo cual indica que la labor de promoción, aunada a la atención y fomento de los operadores turísticos, ha sido efectiva. El lugar de origen de los visitantes varía conforme el destino que se visita en Coahuila.

Según los datos proporcionados por algunos operadores turísticos, los viajeros que han visitado Coahuila y que realizan actividades de turismo de naturaleza provienen de la Ciudad de México, Monterrey, Morelia, Puebla, Veracruz, Francia y España. Las personas del estado que han visitado la región Sureste son originarias de Monclova, Torreón y Saltillo (Alemán 2013, Cauich 2013).

Esta información muestra que aún es reducido el mercado que visita Coahuila para realizar actividades de turismo de naturaleza y que es necesario mejorar las estrategias de promoción turística y comercialización para incrementar y expandir el mercado.

Los operadores turísticos de los diversos municipios de la región Sureste y de Cuatro Ciénegas han trabajado coordinadamente entre sí y con la SEDETUR en lo referente a la creación y desarrollo de productos turísticos, tales como paseos en bicicleta, observación de aves, etc. Asimismo se trabaja en la promoción turística y atención primaria al paseante.

Acciones pendientes

Proyectos de inclusión de habitantes de las comunidades

La gran mayoría de las actividades de turismo de naturaleza se dan en las zonas rurales. Sin embargo, es en éstas donde se encuentran los pobladores con la más alta marginación y pobreza (SEDETUR 2013). Aquí se realizan actividades productivas primarias y secundarias que, en la mayoría de los casos, son poco o nulamente sustentables, como algunos casos de aprovechamientos forestales no maderables.

Lo anterior mina progresivamente su propia existencia a corto plazo, debido a una sobreexplotación de sus recursos y a la falta de programas de manejo o planes de apoyo. Las actividades productivas tradicionales han sido poco redituables para los pobladores y no les permite salir del nivel de marginación que durante años han padecido.

Es necesario implementar, en conjunto con los tres niveles de gobierno, operadores turísticos y habitantes, y bajo esquemas de organización comunitaria, propuestas de inclusión

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

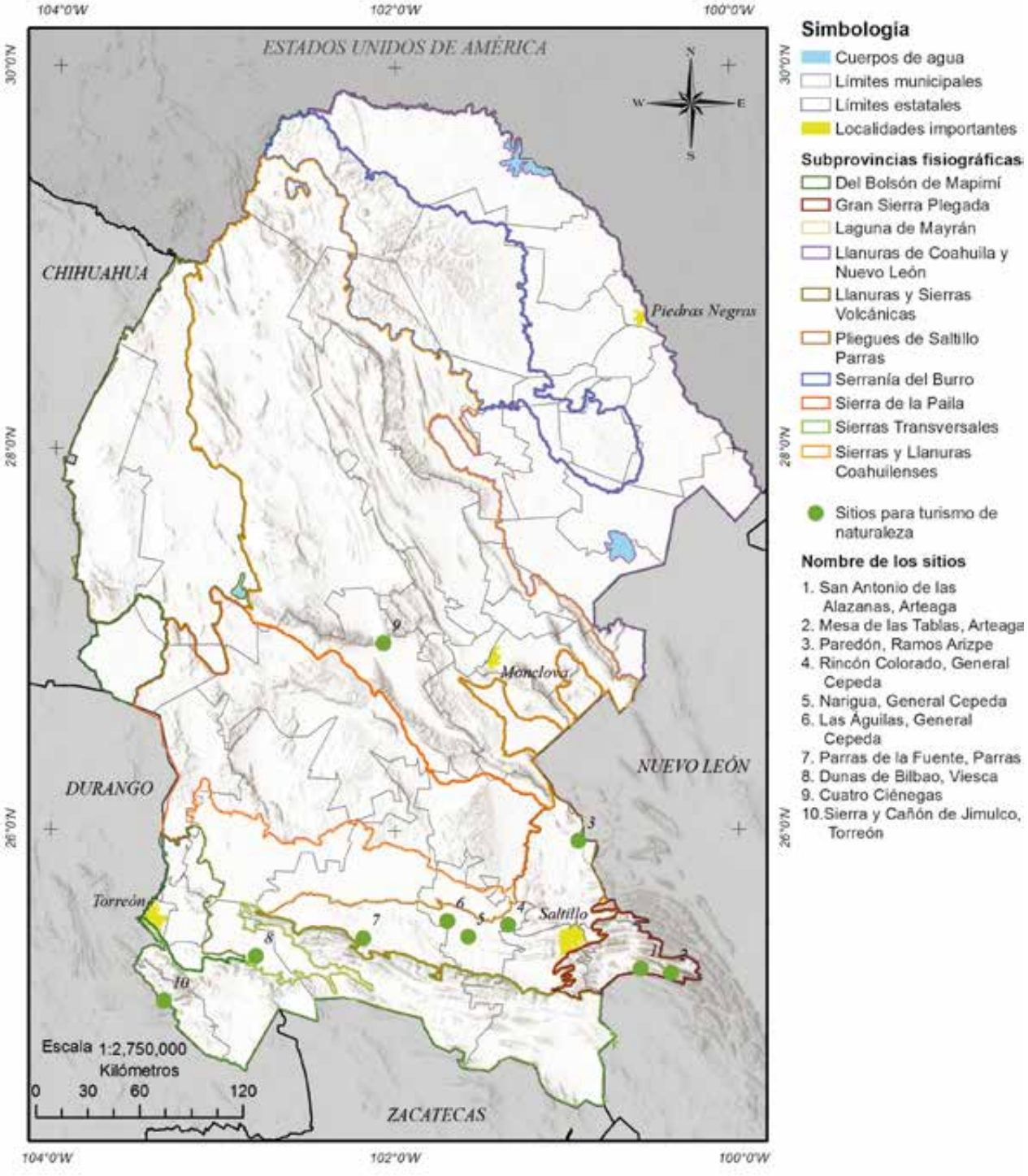


Figura 1. Sitios y parajes para realizar actividades de turismo de naturaleza en la región Sureste. Fuente: SEDETUR 2013b, Hoyos 2013, Orta 2013, Silva Ponce 2013.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

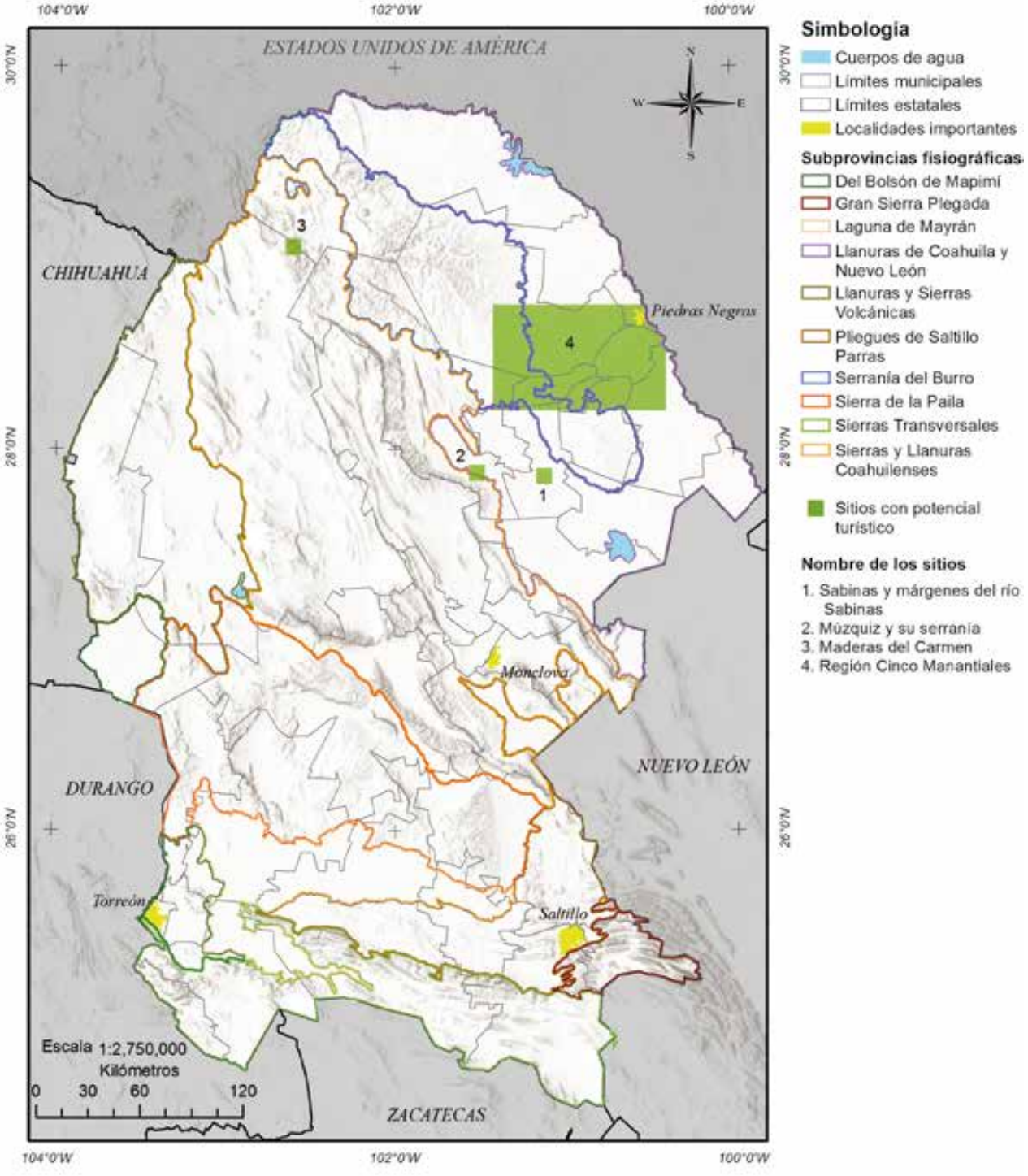


Figura 2. Sitios con potencial turístico en el norte de Coahuila. Fuente: elaboración propia a partir de la comunicación personal con Hoyos 2013, Orta 2013, Silva Ponce 2013.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de los pobladores de las comunidades en las actividades de turismo de naturaleza, para que, eventualmente, generen ingresos complementarios que les permitan elevar su nivel de vida y crear una nueva forma de relación con el ambiente. Esto permitirá el desarrollo de microempresas que complementen a las actividades turísticas, tales como fondas y tiendas de artesanías locales.

Apoyos a operadores turísticos

Aun cuando hay una demanda significativa de operadores y éstos, a su vez, son agentes de cambio al mostrar la importancia del cuidado, protección y conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, son relativamente pocos los que realizan esta actividad de tiempo completo, ya que es lento el regreso de capital de inversión y deben tener otra fuente de ingresos fijos para estar capitalizados.

Se requiere apoyar a los operadores con instrumentos de financiamiento que les permitan tener liquidez para adquirir o renovar equipos, así como mejorar las estrategias de comercialización y promoción turística para fomentar la visita a los sitios donde operan.

Ordenamiento de la actividad turística

Una situación que ha prevalecido, al menos desde 2005, respecto a las actividades de turismo de aventura, es que operadores de otros estados (principalmente Nuevo León, Guanajuato, Ciudad de México y Jalisco) llegan a Coahuila a hacer uso de los sitios y parajes, pero no dejan ingresos económicos a los pobladores, ya que traen sus propios alimentos, bastimentos, agua, etc. Además no se reportan ante la autoridad, ya sea local, municipal o estatal, y no se tiene registro de sus actividades y de la manera en que hacen uso de los recursos naturales (Calvario 2013).

En este sentido, es importante hacer una revisión a la Ley de Turismo para el Estado de Coahuila, así como al Programa Estatal de Turismo 2011-2017. También es imperativo elaborar el reglamento de la referida ley, en materia de turismo de naturaleza, para dar orden a las actividades y colaborar en la protección y conservación de la biodiversidad presente en los sitios y parajes, así como de los recursos naturales.

Potencial turístico y proyección de la actividad

El potencial del turismo de naturaleza en el estado es muy grande. La entidad cuenta con lugares idóneos, además de la importante biodiversidad que tiene por estar enclavada en el Desierto Chihuahuense. No obstante, esta actividad todavía no se desarrolla por completo y todavía no beneficia a los miembros de las comunidades locales ni a los operadores. Se requiere fomentar las actividades mediante la promoción de desarrollo de productos turísticos por parte de los pobladores de las comunidades involucradas.

Conclusión

Es necesario buscar un esquema de apoyo específico destinado a operadores turísticos para su equipamiento y optimizar los recursos para un mejor servicio. Con esto se incrementarán las visitas a los sitios de ecoturismo, turismo de aventura y turismo rural.

Se requiere que en la planeación y ejecución de los proyectos y programas, además de las instituciones oficiales, estén integrados los operadores turísticos, ya que son profesionales que conocen esta actividad, los sitios que se visitan, los habitantes de las localidades, las necesidades reales, las problemáticas y los potenciales y, principalmente, son quienes fomentan el cuidado, conservación y preservación de los sitios.

La dinámica de la administración pública, en sus tres niveles de gobierno, comúnmente hace que los proyectos turísticos en las comunidades queden truncos y, en ocasiones, lleguen a desaparecer. Por ello, será necesario integrar la participación de la iniciativa privada o las or-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ganizaciones de la sociedad civil (antes ONG) a los proyectos; que participen en la ejecución de los programas turísticos para darles continuidad aun con los cambios de administraciones.

Esto puede resultar a través de una empresa turística *per se*, una cooperativa de operadores turísticos o una asociación civil que participe en la administración. De esta forma se asegurará que los recursos asignados lleguen al destino y se apliquen en los rubros correspondientes.

Referencias

Alemán, M. 2013. Directora de ventas de Juliá Tours, operadora mayorista en Nuevo León. Comunicación personal, marzo.

Cauich, C. 2013. Operador turístico asociado a la empresa HeiCris, operadora mayorista en la Ciudad de México. Comunicación personal, marzo.

Calvario, D. 2013. Presidenta de la Asociación Mexicana de Turismo de Aventura y Ecoturismo (AMTAVE). Comunicación personal, marzo.

Flores Montalvo, A. 2012. Introducción. En: *Medio ambiente y política turística en México. Tomo I: Ecología, biodiversidad y desarrollo turístico*. A. Ivanova y R. Ibáñez (coords.). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/Instituto Nacional de Ecología (INE)/Academia Mexicana de Investigación Turística (AMIT)/Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), México, pp. 13-16.

Hoyos de Alonso, L. 2013. Operadora turística de Natura Viajes en Saltillo, Coahuila. Comunicación personal, marzo.

Instituto Estatal de Turismo del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2014. Plan Operativo Anual. Coahuila.

Orta, V.Y. 2013. Los Alpes, remanso campestre, Arteaga, Coahuila. Comunicación personal, marzo.

SECTUR. Secretaría de Turismo. 2006. El turismo de naturaleza: retos y oportunidades. Dirección de Desarrollo de Turismo Alternativo. En: <*https://manuelmiroglio.files.wordpress.com/2011/05/el-turismo-de-naturaleza-en-mexico.pdf*>, última consulta: 31 de julio de 2016.

——. 2012. Programa Operativo Anual. Dirección de Desarrollo Turístico Alternativo. En: <*http://www.sectur.gob.mx*>, última consulta: abril de 2015.

SEDETUR. Secretaría de Turismo de Coahuila. 2012. Guía turística *Coahuila Turístico*. Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza/SEDETUR, Coahuila.

——. 2013. Programa Operativo Anual. Dirección de Desarrollo Turístico Alternativo. En: <*http://www.coahuilatransparente.gob.mx/otrainfo/documentos_otrainfo/DOCTO.%20POA1.pdf*>, última consulta: 31 de julio de 2017.

——. 2013a. Programa Operativo Anual. Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza/SEDETUR, Coahuila.

——. 2013b. Guía turística *Coahuila Turístico*. Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza/SEDETUR, Coahuila.

Silva Ponce, F. 2013. Parras Adventure Tour. Parras de la Fuente, Coahuila. Comunicación personal, marzo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Especies maderables

Celestino Flores López

Las especies maderables en Coahuila corresponden principalmente a mezquites y coníferas. Los mezquites (*Prosopis* spp.) son los más aprovechables, principalmente utilizados como leña, carbón, postes para cercas, además de duela, madera aserrada, parqué, mangos de herramientas, hormas para zapatos y artesanías (Berlanga-Reyes *et al*. 2005, Zárate-Valdez 2011).

Por otra parte, el aprovechamiento de coníferas se ha concentrado en productos como postes, pilotes, morillos y madera aserrada (escuadría) (SEMARNAT 2001-2007, 2011a-d, 2013, 2014, INEGI 2016). No obstante, en el periodo de 2001 a 2015, el aprovechamiento preponderante en Coahuila ha sido prácticamente la producción de carbón, aunque esta tendencia ha ido a la baja (figura 1).

Con respecto a la leña, que se usa para la cocción de alimentos, calefacción, aseo personal y venta (Berlanga-Reyes *et al.* 2005), a partir de 2006 su aprovechamiento se reporta prácticamente en cero, lo cual es preocupante, ya que se desconoce la magnitud real del mismo.

A pesar de que en Coahuila se distribuyen varias especies de encino (*Quercus carmenensis*, *Q. coahuilensis*, *Q. galeanensis*, *Q. gravesii*, *Q. hintoniorum*, *Q. invaginata* y *Q. saltillensis*; Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez 2005, Encina-Domínguez *et al.* 2007), no se reporta producción de leña a partir de éstas (Pérez-Olvera *et al.* 2000). A pesar de ello, sí es frecuente su uso en ciertas localidades del municipio de General Cepeda (Berlanga-Reyes *et al.* 2005).

Aun así, la producción de leña y carbón corresponde principalmente a las especies como el mezquite (*P. glandulosa*), el huizache (*Acacia farnesiana*) y el chaparro prieto (*Acacia rigidula*), que están sujetas a mayor presión, por lo que se requiere que sean consideradas como prioridad en el desarrollo de protocolos que integren tecnologías en el manejo forestal sustentable (Berlanga-Reyes *et al.* 2005).

Otras especies que se utilizan como combustible son la gobernadora (*Larrea tridentata*), el hojasén (*Flourensia cernua*), la palma (*Yucca* spp.), la cuervilla (*Ziziphus obtusifolia*) y la lila (*Melia azedarach*); en menor proporción, el granjeno (*Celtis pallida*), el huizachillo (*Acacia constricta*), el correoso (*Rhus microphylla*), el coyonoxtle (*Cylindropuntia imbricata*), la albarda (*Fouquieria splendens*) y la lechuguilla (*Agave lechuguilla*).

Flores-López, C. 2017. Especies maderables. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 339-342.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

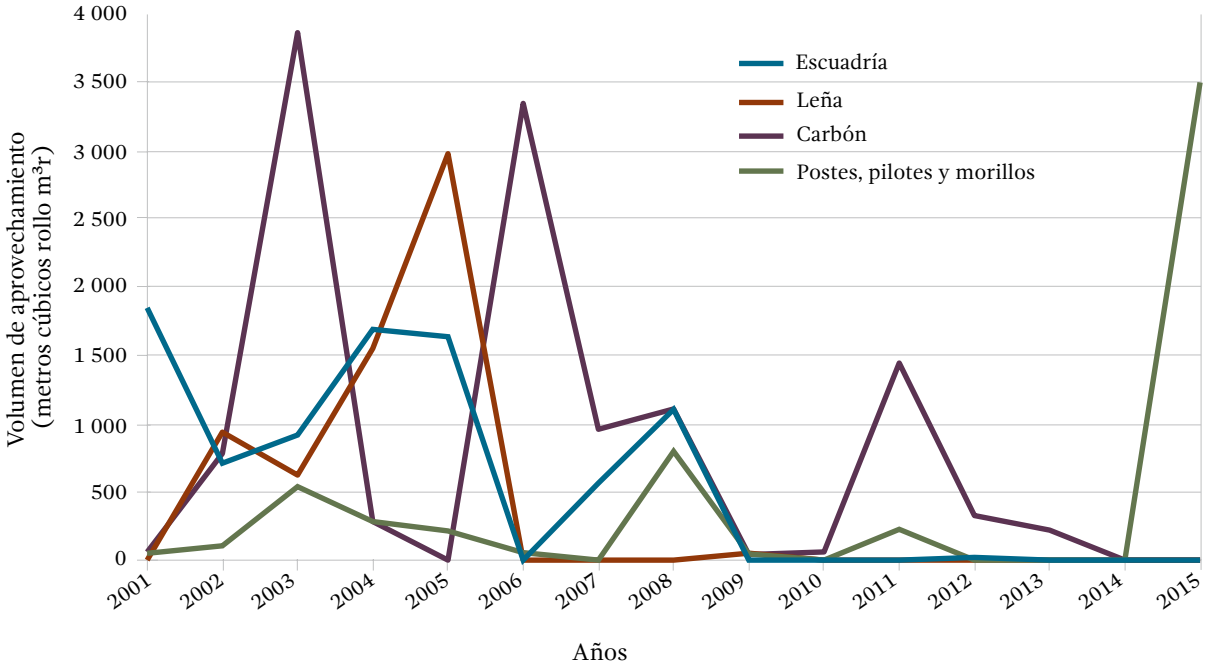


Figura 1. Producción forestal por grupo de productos maderables de Coahuila para el periodo 2001-2015. Fuente: elaboración propia con información de SEMARNAT 2001-2007, 2011a-d, 2013, 2014, INEGI 2016.

Sobre el aprovechamiento de coníferas, en Coahuila destacan las siguientes especies: *Pinus cembroides, P. rudis, P. arizonica* var. *stormiae*, *P. greggii* var. *greggii*, *P. teocote, P. pseudostrobus* var. *pseudostrobus*, *Cupressus arizonica* y *Juniperus monosperma*. Las especies como *P. culminicola, P. johannis, Pseudotsuga menziesii, Abies vejarii* y *Picea mexicana* están en estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059 (SEMARNAT 2010, García-Gómez *et al.* 2014, Mendoza-Maya *et al.* 2015), por lo que no pueden aprovecharse.

No obstante, se han utilizado árboles de estas especies cuando presentan alguna afectación previa como consecuencia, mayormente, de incendios forestales (Tavarez-Espinosa 2010), o cuando han sido atacados por diversas plagas y enfermedades, entre las que destacan insectos descortezadores, plantas parásitas y plantas epífitas; tal es el caso de *P. menziesii* y *A. vejarii*, aprovechados excepcionalmente por el daño de escarabajos descortezadores (Sánchez-Salas *et al.* 2003, Ortega-Jiménez 2008, Zárate-Valdez 2011).

En el periodo 1999-2002 se registraron en la entidad 793 ha de bosques de coníferas afectadas por insectos descortezadores, lo que corresponde a un volumen de 36 749.235 m³rta (metros cúbicos por rollo total árbol), que es el volumen de madera del fuste y corteza del árbol sin incluir las ramas. La sierra de Arteaga fue la que presentó el mayor ataque por insectos descortezadores, con más de 90% de su superficie; las especies afectadas fueron *P. rudis, P. arizonica* var. *stormiae*, *P. teocote* y *P. pseudostrobus* var. *pseudostrobus*, *C. arizonica, P. menziesii* y *A. vejarii* (Sánchez-Salas *et al.* 2003).

Otros árboles han sido afectados por la planta epífita denominada heno de mota o motita (*Tillandsia recurvata*), principalmente *P. cembroides* (Sánchez-Salas y Torres-Espinosa 2006, Mares *et al.* 2011). También destacan las afectaciones de plantas parásitas, correspondientes a los muérdagos de los géneros *Arceuthobium* y *Phoradendron* (Sánchez-Salas y Torres-Espinosa 2006).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En estos casos, el aprovechamiento ocurre a partir de notificaciones de saneamiento para mitigar las plagas de descortezadores y plantas epífitas; por ejemplo, en 2014 fueron autorizadas y emitidas 12 notificaciones para atender una superficie a tratar de 1 704.04 ha y un volumen afectado de 2 500.39 m^3r en los municipios de Ramos Arizpe, Saltillo y Arteaga (sema 2015).

Conclusión

En Coahuila el aprovechamiento de especies maderables, sobre todo las destinadas a la producción de leña, juega un papel importante en la economía de las poblaciones rurales. Para el caso particular del mezquite, existe una fuerte presión debido a su aprovechamiento para la producción de carbón, que aunado a la presencia de plagas y enfermedades, ha provocado que los pobladores también exploten otras especies, entre ellas coníferas bajo alguna categoría de riesgo.

En este sentido, se requiere quitar la presión ejercida por la demanda de leña y carbón, promover la recuperación de las especies afectadas y proponer el uso de otras especies con potencial de aprovechamiento, todo esto a través de la creación de plantaciones que sean apoyadas con la selección y establecimiento de Unidades Productoras de Germoplasma Forestal, así como con el desarrollo de tecnologías para hacer más eficiente el uso de la leña.

Los bosques de Coahuila, y en especial de la sierra de Arteaga, se han visto mermados en densidad de arbolado por los incendios, plagas y enfermedades, con la subsecuente pérdida parcial de poblaciones de especies en estatus de riesgo. Por estas razones es prioritaria la conservación de la diversidad genética de las especies a través de programas de monitoreo, conservación y mejoramiento genético.

Referencias

Berlanga-Reyes, C.A., A. Cano Pineda, O.U. Martínez Burciaga y G.J. Lara Guajardo. 2005. *Diagnóstico de las principales especies vegetales de zonas áridas usadas como leña en el estado de Coahuila*. Folleto técnico no. 24. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (inifap)/Centro de Investigación Regional del Noreste (cirne)/Campo Experimental Saltillo, Coahuila.

Encina-Domínguez, J.A., A. Zárate-Lupercio, J. Valdés-Reyna y J.A. Villarreal-Quintanilla. 2007. Caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 81:51-63.

García-Gómez, V., C. Ramírez-Herrera, C. Flores-López y J. López-Upton. 2014. Diversidad y estructura genética de *Pinus johannis*. *Agrociencia* 48:863-873.

inegi. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2016. *Anuario estadístico y geográfico de Coahuila de Zaragoza 2016*. inegi, México.

Mares, A.O., E.L.M. Torres y J.D. Flores F. 2011. Identificación y caracterización de áreas afectadas por heno de mota *Tillandsia recurvata*, en ecosistemas forestales del estado de Coahuila. En: *vi Reunión Nacional de Innovación Forestal*. Guanajuato, p. 97.

Mendoza-Maya, E., J. Espino-Espino, C.Z. Quiñones-Pérez *et al*. 2015. Propuesta de conservación de tres especies mexicanas de picea en peligro de extinción. *Revista Fitotecnia Mexicana* 38(3):235-247.

Ortega-Jiménez, S. 2008. Reconstrucción histórica del uso del bosque de San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila. Tesis de licenciatura. División de Agronomía-Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (uaaan), Coahuila.

Pérez-Olvera, C. de la P., R. Dávalos Sotelo y E. Guerrero Cuacuil. 2000. Aprovechamiento de la madera de encino en México. *Madera y Bosques* 6(1):3-13.

Sánchez-Salas, J.A., L.M. Torres Espinosa, A. Cano Pineda y O.U. Martínez Burciaga. 2003. Daños y diversidad de insectos descortezadores de coníferas del noreste de México. *Revista Ciencia Forestal en México* 28(93):41-56.

Sánchez-Salas, J.A. y L.M. Torres Espinosa. 2006. *Manual para la identificación de los principales problemas fitosanitarios de los bosques del estado de Coahuila*. Publicación especial no. 7. inifap/cirne, Coahuila.

sema. Secretaría de Medio Ambiente. 2015. Información de actividades realizadas en 2014 en materia de sanidad forestal. Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, Coahuila.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2001. Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental/Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelos/Dirección de Desarrollo Forestal, México.

——. 2002. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2002. Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental/Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelos/Dirección de Desarrollo Forestal, México.

——. 2003. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2003. Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental/Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelos/Dirección de Desarrollo Forestal, México.

——. 2004. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2004. Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental/Dirección de Gestión Forestal y de Suelos, México.

——. 2005. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2005. Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental/Dirección de Gestión Forestal y de Suelos, México.

——. 2006. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2006. Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental/Dirección de Gestión Forestal y de Suelos, México.

——. 2007. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2007. Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental/Dirección de Gestión Forestal y de Suelos, México.

——. 2010. Norma Oficial Mexicana nom-059-semarnat-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación (dof). Texto vigente.

——. 2011a. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2008. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos/Dirección del Registro y del Sistema Nacional de Gestión Forestal, México.

——. 2011b. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2009. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos/Dirección del Registro y del Sistema Nacional de Gestión Forestal, México.

——. 2011c. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2010. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos/Dirección del Registro y del Sistema Nacional de Gestión Forestal, México.

——. 2011d. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2011. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos/Dirección del Registro y del Sistema Nacional de Gestión Forestal, México.

——. 2013. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2012. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos/Dirección del Registro y del Sistema Nacional de Gestión Forestal, México.

——. 2014. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2013. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos/Dirección del Registro y del Sistema Nacional de Gestión Forestal, México.

Tavarez-Espinosa, C.A. 2010. Restauración ecológica del área afectada por incendio forestal en el predio "El Taray", municipio de Arteaga, Coahuila. Consultores Asociados en Manejo de Ecosistemas Forestales S.C. Proyecto no. FQ015, Informe final. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (snib)/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio).

Villarreal-Quintanilla, J.Á. y J.A. Encina-Domínguez. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Botánica Mexicana* 70:1-46.

Zárate-Valdez, J.L. 2011. Estudio regional forestal de la umafor Laguna, estado de Coahuila. Centro Regional Universitario del Noroeste (cruno)/Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas-Universidad Autónoma Chapingo (uach), Durango.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Usos de los recursos forestales no maderables en las zonas áridas

José Guadalupe Gutiérrez Villagomez, Antonio Cano Pineda y Silvia Xiomara González Aldaco

Introducción

Más de la mitad del territorio mexicano corresponde a tierras secas, y es ahí en donde reside 46% de la población (SEMARNAT 2008); en estos ambientes se distribuyen formaciones vegetales de matorrales de zonas áridas y semiáridas conocidas como matorral xerófilo (Rzedowski 1981). En Coahuila, este tipo de vegetación representa un elemento muy común del paisaje y es el recurso más abundante y utilizado por la población rural.

Estos matorrales generan productos forestales no maderables que se aprovechan por recolección y que producen beneficios económicos precarios y estacionales, pero que en algunas zonas representan la única fuente de ingresos de las familias campesinas (Tapia y Reyes 2008); además, contribuyen a complementar necesidades básicas como la alimentación y la salud. Los productos obtenidos a partir de estos recursos naturales son diversos y su uso ha sido trasmitido de generación en generación, ya que su recolección se realiza con la participación de todos los miembros de la familia.

El objetivo de este capítulo es describir los principales usos que se les da a las especies más importantes de la vegetación forestal no maderable.

Entre los principales recursos no maderables aprovechados en estas zonas del estado se encuentran la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), orégano (*Lippia* spp.), nopal (*Opuntia* spp.), cortadillo (*Nolina* spp.), numerosas cactáceas (*Astrophytum* spp., *Epithelantha* spp., *Echinocactus* spp., *Ferocactus* spp., *Mammillaria* spp., *Lophophora* spp.), magueyes (*Agave* spp.), piñón (*Pinus cembroides*), gobernadora (*Larrea tridentata*), palma samandoca (*Yucca carnerosana*), sotol (*Dasilyrion* spp.), damiana (*Turnera diffusa*) y mezquite (*Prosopis* spp.).

El uso que por tradición los habitantes le han dado a los recursos forestales no maderables ha sido estrictamente con fines económicos, como complemento a las actividades principales que son la agricultura y la ganadería. También se les ha dado uso ritual o cultural; medicinal, como una forma para aliviar diversos malestares, así como artesanal, para hacerse de implementos para las labores cotidianas en el hogar o para la

Gutiérrez-Villagomez J.G., A. Cano Pineda y S.X. González Aldaco. 2017. Usos de los recursos forestales no maderables en las zonas áridas. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 343-348.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

venta de los mismos en las ciudades cercanas a las zonas rurales.

Uso comercial e industrial

Las materias primas que se obtienen de las zonas desérticas de Coahuila son demandadas por las características y propiedades que presentan según su origen; son extraídas directamente del medio natural, lo cual les da propiedades únicas, por lo que no son sustituibles con materiales sintéticos y, además, son utilizadas en actividades muy específicas. Dichas condiciones les dan ventajas a muchos productos no maderables, por las que son buscados y comercializados en el extranjero (Martínez 2013).

Unas cuantas especies son o han sido objeto de explotación intensiva con fines de comercio e industrialización en escala más o menos importante (Rzedowski 1981). Los principales productos de importancia comercial e industrial de los que se tiene información son las fibras y las ceras (cuadro 1), ya que sólo en el periodo comprendido entre 1993 y 2012, la producción de éstos ascendió a 10 463 t y 14 710 t, respectivamente.

Algunos productos de aprovechamiento son la cera de candelilla (*E. antisyphilitica*), la fibra de lechuguilla (*A. lechuguilla*), la fibra de cortadillo (*Nolina cespitifera*)[1] y orégano (*Lippia graveolens*). Otros recursos se aprovechan a una escala menor y de manera intermitente. Sin embargo, presentan potencial por las características de los productos que de ellos se obtienen. Tal es el caso del palmito (*Yucca thompsoniana* y *Y. rostrata*)[1] y la palma samandoca (*Y. carnerosana*).

Uso medicinal, alimenticio y artesanal

La falta de recursos económicos obliga a los habitantes de regiones áridas a hacer uso de la vegetación natural para satisfacer sus necesidades primordiales. De esta manera, un número importante de plantas silvestres son aprovechadas para elaborar artesanías (cuadro 2) y con fines de construcción, además de ser empleadas como combustible, textiles, medicinas y alimentos, sobre todo en temporadas de escasez (Rzedowski 1981).

El uso de las plantas con fines medicinales para aliviar algún malestar tiene su origen en tiempos pasados, y para los pobladores representaba el único medio para atender las molestias. De esta forma, el conocimiento general de las propiedades de las plantas y su uso se trasmitió de padres a hijos, aunque en algunos casos este conocimiento estaba restringido a ciertas personas, quienes conocían la forma de utilizar un sinnúmero de especies existentes en las áreas naturales.

En el cuadro 3 se presenta información sobre el uso medicinal y alimenticio de diversas especies de las zonas áridas del estado, como el nopal (*Opuntia* spp.), el peyote (*Lophophora williamsii*), la siempre viva (*Selaginella* spp.) y el chile piquín (*Capsicum annuum*).

Uso ornamental

En estas zonas es común encontrar diferentes especies de cactáceas (cuadro 4) que son apreciadas como plantas ornamentales, las cuales se cultivan y se comercializan con propósitos decorativos por las características estéticas de su flor, hoja, perfume, la peculiaridad de su follaje, fruto o tallo. Estas plantas se pueden desarrollar en viveros con técnicas adecuadas, lo que proporciona una fuente de ingresos para los pobladores del desierto (Maldonado 1979).

Uso forrajero

Uno de los usos de mayor importancia para las especies de zonas áridas es el forrajero (plantas para consumo animal). En Coahuila, principalmente al

[1] Estas especies no se presentan en ningún apéndice de la obra.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Uso comercial e industrial de las especies forestales no maderables de las zonas áridas.

Nombre común	Nombre científico	Producto	Fuente
Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	Cera	SEMARNAT 2009
Sangre de drago	*Jatropha dioica*	Cosméticos	SEMARNAT 2009
Gobernadora	*Larrea tridentata*	Resinas, aceites	SEMARNAT 2009
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	Ixtle, cosméticos	SEMARNAT 2009
Palma	*Yucca* spp.	Fibra	Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez 2005
Cortadillo	*Nolina cespitifera*	Fibra	Castillo-Quiroz *et al.* 2009
Orégano	*Lippia graveolens*	Hoja seca, aceite	SEMARNAT 2009

Cuadro 2. Uso artesanal de las especies forestales no maderables de las zonas áridas.

Nombre común	Nombre científico	Producto	Fuente
Lechuguilla	*Agave lechuguilla*	Fibra	SEMARNAT 2009
Sotol	*Dasylirion cedrosanum*	Hojas	SEMARNAT 2009
Ocotillo	*Fouquieria splendens*	Tallos	SEMARNAT 2009
Palmas	*Yucca* spp.	Fibra	Granados y López 1998

Cuadro 3. Uso medicinal y alimenticio de las especies forestales no maderables de las zonas áridas.

Especie	Usos	Producto	Fuente
Orégano (*Lippia* spp.)	Medicinal y alimenticio	Hoja seca, aceite	SEMARNAT 2009
Laurel (*Laurus nobilis)*	Medicinal y alimenticio	Hoja seca	Vanaclocha y Cañigueral 2003
Chile piquín (*Capsicum annuum)*	Alimenticio	Fruto	SEMARNAT 2009
Piñón (*Pinus cembroides)*	Alimenticio	Semillas	SEMARNAT 2009
Maguey salmiana (*Agave salmiana)*	Alimenticio	Aguamiel, hojas	SEMARNAT 2009
Nopal (*Opuntia* spp.)	Medicinal y alimenticio	Frutos y pencas	SEMARNAT 2009
Cactáceas (diferentes géneros)	Alimenticio	Frutos	Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez 2005
Sotol (*D. cedrosanum)*	Medicinal y bebida alcohólica	Sotol, inulina	SEMARNAT 2009

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Continuación.

Especie	Usos	Producto	Fuente
Peyote (*Lophophora williamsii)*	Medicinal	Alcaloides	Batis y Rojas 2002
Gobernadora (*Larrea tridentata)*	Medicinal	Hoja seca	SEMARNAT 2009
Sangre de drago (*Jatropha dioica)*	Medicinal	Tallos y hojas	SEMARNAT 2009
Siempre viva (*Sellaginella* spp.)	Medicinal	Hojas	Adame y Adame 2000
Muérdago (*Phoradendron tomentosum)*	Medicinal	Planta	Adame y Adame 2000
Manzanita (*Arctostaphylos pungens)*	Medicinal	Frutos y hojas	Márquez *et al.* 2006
Cenizo (*Leucophyllum frutescens)*	Medicinal	Hojas	Beltrán *et al.* 2009
Costilla de vaca (*Atriplex canescens)*	Medicinal	Hojas	Beltrán *et al.* 2009
Engordacabra (*Dalea bicolor)*	Medicinal	Hojas	Beltrán *et al.* 2009
Damiana (*Turnera diffusa)*	Medicinal y bebida alcohólica	Hoja seca y licor	SEMARNAT 2009

Cuadro 4. Uso ornamental de las especies forestales no maderables de las zonas áridas.

Nombre común	Nombre científico	Producto	Fuente
Cactus y biznagas		Plantas	Maldonado 1979, SEMARNAT 2009
Palmas	*Yucca* spp.	Plantas	Granados y López 1998
Agaves	*Agave* spp.	Plantas	SEMARNAT 2009
Sotol	*Dasylirion cedrosanum*	Plantas	SEMARNAT 2009
Nopal	*Opuntia* spp.	Plantas	SEMARNAT 2009

Cuadro 5. Uso forrajero de las especies forestales no maderables de las zonas áridas.

Nombre común	Nombre científico	Producto	Fuente
Nopal	*Opuntia* spp.	Pencas	Gutiérrez *et al.* 2008
Costilla de vaca	*Atriplex canescens*	Hojas	USDA 2010
Engordacabra	*Dalea bicolor*	Hojas	CONABIO 2013
Sotol	*Dasylirion cedrosanum*	Inflorescencia	Robles y España 2008
Mezquite	*Prosopis glandulosa*	Hojas y vainas	CONABIO 2013, FAO 2013
Mariola	*Partenium incanun*	Hojas	USDA 2010

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

noreste, en la subprovincia fisiográfica Llanuras de Coahuila y Nuevo León, la ganadería se basa en sistemas de producción extensivos, donde se hace uso de las principales especies forrajeras de la región (cuadro 5), entre ellas, especies de nopal (*Opuntia* spp.), la costilla de vaca (*Atriplex canescens*) y la engordacabra (*Dalea bicolor*).

Conclusión

Los pobladores de las regiones áridas y semiáridas de Coahuila han utilizado la flora como un recurso que les permite atender asuntos de diversa índole; desde contar con una fuente de ingreso y alimento, hasta aliviar malestares diversos mediante el uso de algunas plantas medicinales.

Por lo tanto, con la finalidad de contribuir a la preservación de los recursos no maderables de las zonas áridas y semiáridas, es recomendable:

- Fomentar y difundir el uso tradicional de la flora de Coahuila, ya que ello representa contar con satisfactores al alcance de la población, así como garantizar medios de subsistencia para los habitantes de las zonas rurales. En el caso de plantas medicinales es importante que no se pierda el conocimiento tradicional de los diversos usos que pueden darse a éstas, ya que además del valor cultural que este conocimiento posee, permite que pobladores de escasos recursos puedan atender su salud de manera inmediata.
- Apoyar y hacer cumplir los mecanismos de control que actualmente tienen las autoridades y que se encuentran sustentados en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas publicadas para tal efecto, ya que permiten contar con los instrumentos normativos necesarios para implementar acciones de autorización de aprovechamiento, seguimiento y comercialización de productos.
- Promover la participación de los sectores académico, social y gubernamental para la elaboración y ejecución de prácticas de manejo que permitan que el uso de estas especies sea sustentable. En la medida en que se cuente con mayor cantidad de conocimiento y elementos técnicos sobre las especies de las zonas áridas y semiáridas, será posible la formulación de instrumentos, como normas oficiales y programas, que aseguren el manejo sustentable del recurso.

Referencias

Adame, J. y H. Adame. 2000. *Plantas curativas del noreste mexicano*. Ediciones Castillo, Monterrey.

Batis, A. y M. Rojas. 2002. El peyote y otros cactos alucinógenos de México. *Biodiversitas* 40:12-17.

Beltrán, L.S., O.C. Loredo y M.J. Urrutia. 2009. *Bancos de forraje de arbustivas para ganado caprino en zonas semiáridas*. Folleto para productores no. 51. INIFAP, México.

Castillo Quiroz, D., J.T. Sáenz Reyes, L.M. Torres Espinosa y D. Sánchez Aspeytia. 2009. Tablas de producción para el inventario de Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) en el Sureste de Coahuila. *Revista Ciencia Forestal en México* 34(105):157-172.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2013. Herbario virtual. En: <*http://www.conabio.gob.mx/otros/cgiin/herbario.cgi*>, última consulta: 27 de octubre de 2016.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013. Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. En: <*http://www.fao.org/index_es*>, última consulta: 27 de octubre de 2016.

Granados, S.D. y R.G. López. 1998. *Yucca* "Izote" del desierto. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 4:179-192.

Gutiérrez, E., A. Elías, H. Bernal y H. Morales. 2008. Usos alternativos del nopal forrajero. *Revista Salud Pública y Nutrición* 14.

Maldonado, J.L. 1979. Uso múltiple de los recursos naturales en las zonas áridas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4(17):12-20.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Márquez, L.M., E. Jurado y E.S. González. 2006. Algunos aspectos de la biología de la manzanita (*Arctostaphylos pungens* HBK) y su papel en el desplazamiento de bosques templados por chaparrales. *Revista Ciencia UANL* 9:57-64.

Martínez, S.M. 2013. *Ecología y usos de especies forestales de interés comercial de zonas áridas de México*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)/INIFAP, México.

Robles, E.A. y M.J.L. España. 2008. Biomasa y forraje, distribución espacial y abundancia de la planta de sotol (*Dasylirion* spp.) en el ejido El Jazmín, Mazapil, Zacatecas, México. *Revista Investigación Científica* 4(2):1-9.

Rzedowski, J. 1981. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Suelos. Tierras frágiles: el problema de la desertificación. En: <*http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_3.html*>, última consulta: agosto de 2011.

——. 2009. Catálogo de recursos forestales maderables y no maderables árido, tropical y templado. En: <*http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Catalogo_de_recursos_forestales_M_y_N.pdf*>, última consulta: abril de 2015.

Tapia-Tapia, E.C. y R. Reyes-Chilpa. 2008. Productos forestales no maderables: aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y Bosques* 4(3):95-112.

USDA. United States Department of Agriculture. 2010. *Plant guide: fourwing saltbush (Atriplex canescens Pursh Nutt.)*. USDA, Idaho.

Vanaclocha, B. y S. Cañigueral. 2003. *Fitoterapia: vademécum de prescripción*. Elsevier, España.

Villarreal-Quintanilla, J. y J. Encina-Domínguez. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Botánica Mexicana* 70:1-46.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Situación actual de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre

Daniel Federico González Guajardo

Introducción

Las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA) son un instrumento de conservación donde el aprovechamiento sustentable es una herramienta para la preservación de los recursos naturales, además de ser una opción para la diversificación productiva del sector rural. Asimismo permite la interacción entre diferentes sectores de la sociedad, ya que para realizar las actividades relativas a su manejo interviene directamente el propietario de la tierra, ya sea ejidal o particular, un técnico en vida silvestre acreditado y el Gobierno del Estado (SEMA 2016).

Las UMA se pueden registrar en diferentes modalidades: intensivas o extensivas. Según su finalidad pueden ser: de conservación o de aprovechamiento que, a su vez, puede ser no extractivo o extractivo. Esta última modalidad es la más extendida en el estado, y permite usar ejemplares, partes o derivados de especies silvestres, mediante colecta, captura o caza.

En 2005 el Gobierno del Estado asumió las funciones de gestión y administración de la vida silvestre de la entidad a través del Convenio de descentralización para la asunción de funciones en materia de vida silvestre. Dicho acuerdo fue ratificado por el Ejecutivo estatal y el titular de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) de la SEMARNAT en 2006, año en el que el Gobierno del Estado recibió una base de datos que contenía 724 UMA registradas y un mapa con 331 georreferenciadas (figura 1).

En 2012 se llevó a cabo la revisión de las UMA registradas por el estado y las enviadas por la DGVS. Se corroboró que estas unidades estuvieran debidamente georreferenciadas y al corriente con las obligaciones que marca la Ley General de Vida Silvestre y su reglamento. En total se contabilizaron 1 079 UMA registradas en una superficie de 5 233 581.52 ha, las cuáles representaban en ese momento 34.8% del área estatal.

Un número considerable de las UMA, así como los listados de coordenadas incluidos en los expedientes, no estaban adecuadamente georreferenciadas, lo que presentó en algunos casos una sobre posición entre límites de UMA (figura 2). Además, no contaban con documentos básicos de registro, como son los documentos legales, un plan de manejo actualizado, identificaciones oficiales, nombramiento del responsable técnico, entre otros, por lo que se solicitó a los

González Guajardo, D.F. 2017. Situación actual de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 349-369.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

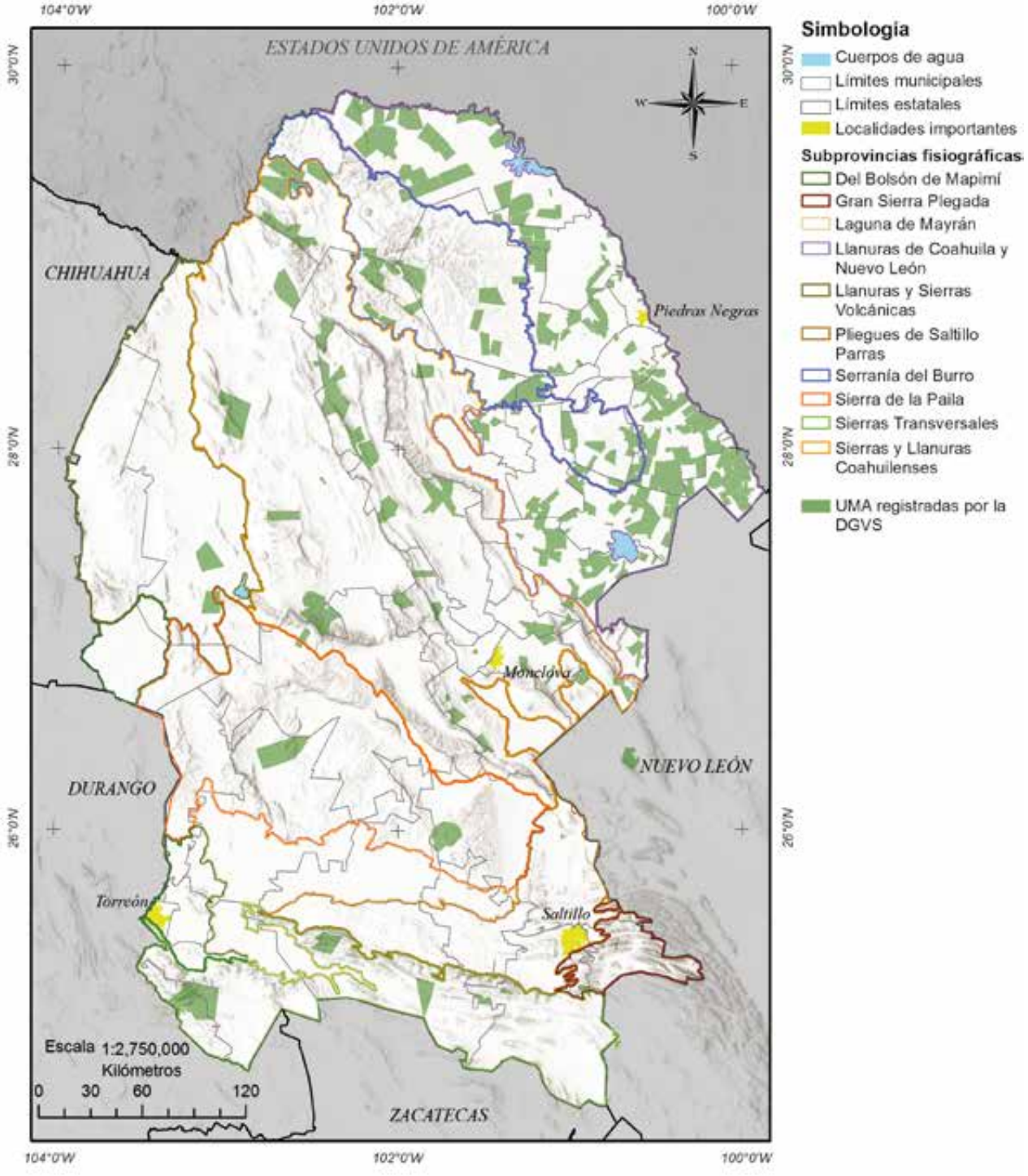


Figura 1. Mapa de las UMA proporcionado por la DGVS al inicio de la descentralización. Fuente: SEMA 2005.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

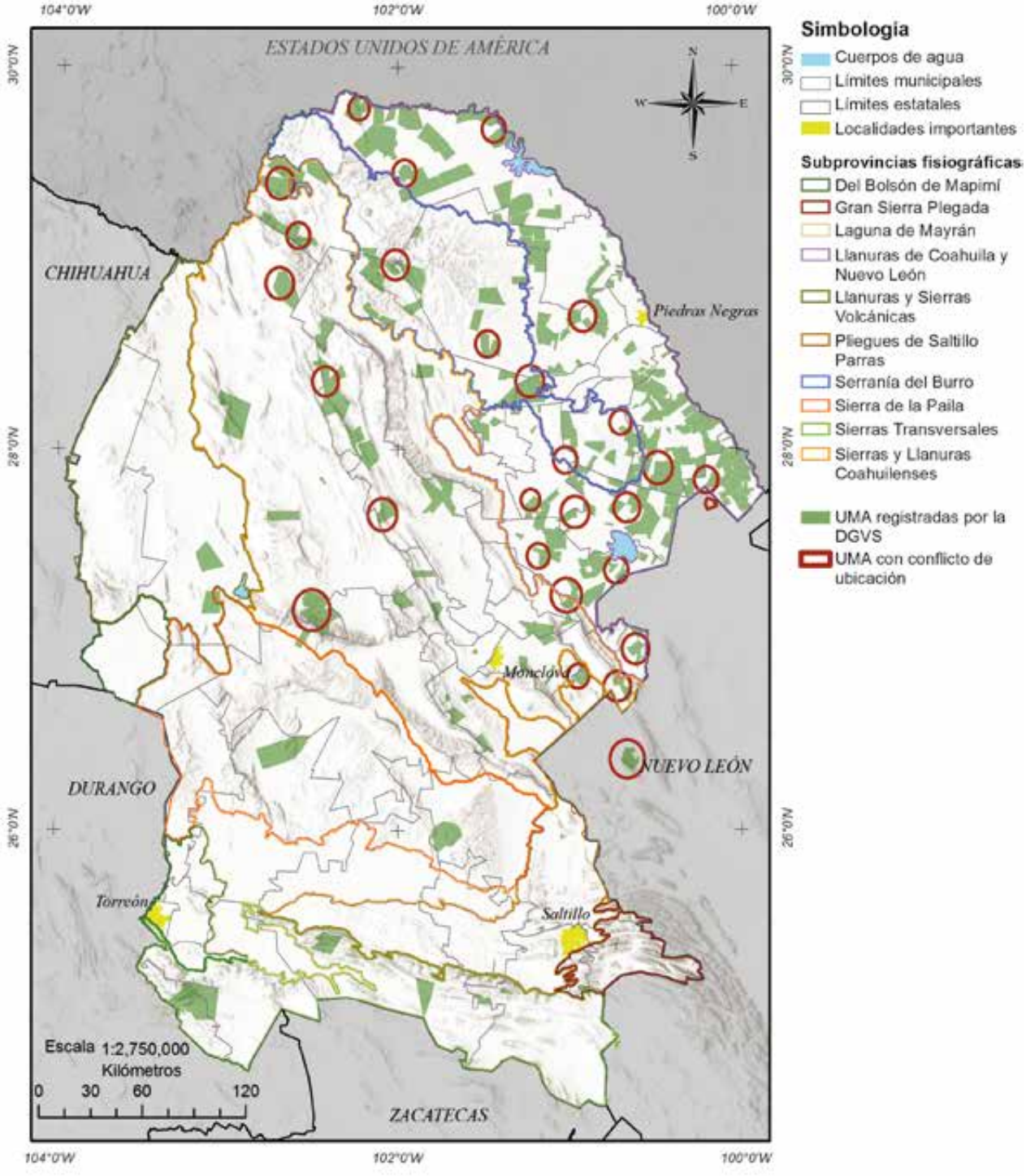


Figura 2. UMA registradas por la DGVS con problemas de ubicación. Fuente: SEMA 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

representantes legales y responsables técnicos dicha documentación y se envió personal de la Secretaría a la DGVS para que ayudara a recopilar la información faltante.

También en 2012 se realizó la georreferenciación de las UMA, que incluyó una serie de capas de información como topografía, vegetación, cuerpos de agua, tipo de suelo, propiedades, terrenos, ejidos, vías de comunicación y límites municipales que servirán para realizar un mejor análisis de la información de las UMA (figura 3).

Para 2013 se contaba ya con 1 103 UMA registradas, debidamente georreferenciadas, con sus documentos básicos en el expediente, en una superficie de 5 353 214.43 ha, que representaba 35.6% de la superficie estatal.

Regularización de la situación de las UMA

Una vez revisado el cumplimiento de la presentación del informe anual de cada UMA registrada en el estado (figura 4), como lo establece el artículo 50 de la Ley General de Vida Silvestre, se encontró que de un total de 1 103 UMA sólo 72.8% (803) funcionaban como un área de conservación y aprovechamiento sustentable, ya que 300 unidades tenían más de tres años sin entregar los informes anuales y de aprovechamiento, por lo que se procedió a notificar conforme a lo establecido en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y en la Ley de Procedimiento Administrativo del Estado de Coahuila.

Se identificó que los propietarios de 249 UMA habían decidido no continuar con su registro. Por lo anterior, en 2013 –y una vez agotado el procedimiento para la regularización de las UMA en cumplimiento a lo establecido en la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado, la Ley de Procedimiento Administrativo del Estado de Coahuila, la Ley General de Vida Silvestre y su reglamento– se dieron de baja por revocación, cancelación o vencimiento 253 UMA en una superficie de 1 529 365.70 ha. En 2014 se dieron de baja 94 (en una superficie de 457 446.00 ha); en 2015, dos (en 5 881.82 ha) y en febrero de 2016, 21 (en 91 233.45 ha; cuadro 1, figura 5).

Situación actual de las UMA (febrero de 2016)

De 2011 a febrero de 2016 se registraron y georreferenciaron 134 UMA en una superficie de 465 702.24 ha (cuadro 2).

Para febrero de 2016, en el estado se tenían registradas 816 UMA, en 36 municipios de los 38 que conforman el estado, en una superficie de 3 533 715.41 ha que representa 23.33%. Destacan en extensión los municipios de Acuña, Ocampo y Zaragoza y, en número de UMA, Zaragoza, Guerrero y Acuña ocupan los primeros lugares. Las UMA son importantes en el noreste del estado, ya que en los municipios de Hidalgo, Guerrero y Juárez el porcentaje de superficie cubierta por estas unidades respecto a la extensión total del municipio es de 83.08%, 79.16% y 62.75%, respectivamente (cuadro 3).

El territorio de Coahuila está representado aproximadamente por tres cuartas partes correspondientes a la ecorregión del Desierto Chihuahuense y el resto por el matorral espinoso tamaulipeco. Además cuenta con una importante heterogeneidad orográfica que lo ubica en el séptimo lugar nacional de riqueza de especies de mamíferos (Ceballos 2014), entre las que destacan aquellas sujetas al aprovechamiento que se distribuyen en la parte centro y norte de la entidad. Esta alta diversidad de fauna silvestre del estado ha contribuido al desarrollo económico, así como al progreso de planes integrados sobre el manejo de los recursos naturales (Valdez 2014).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

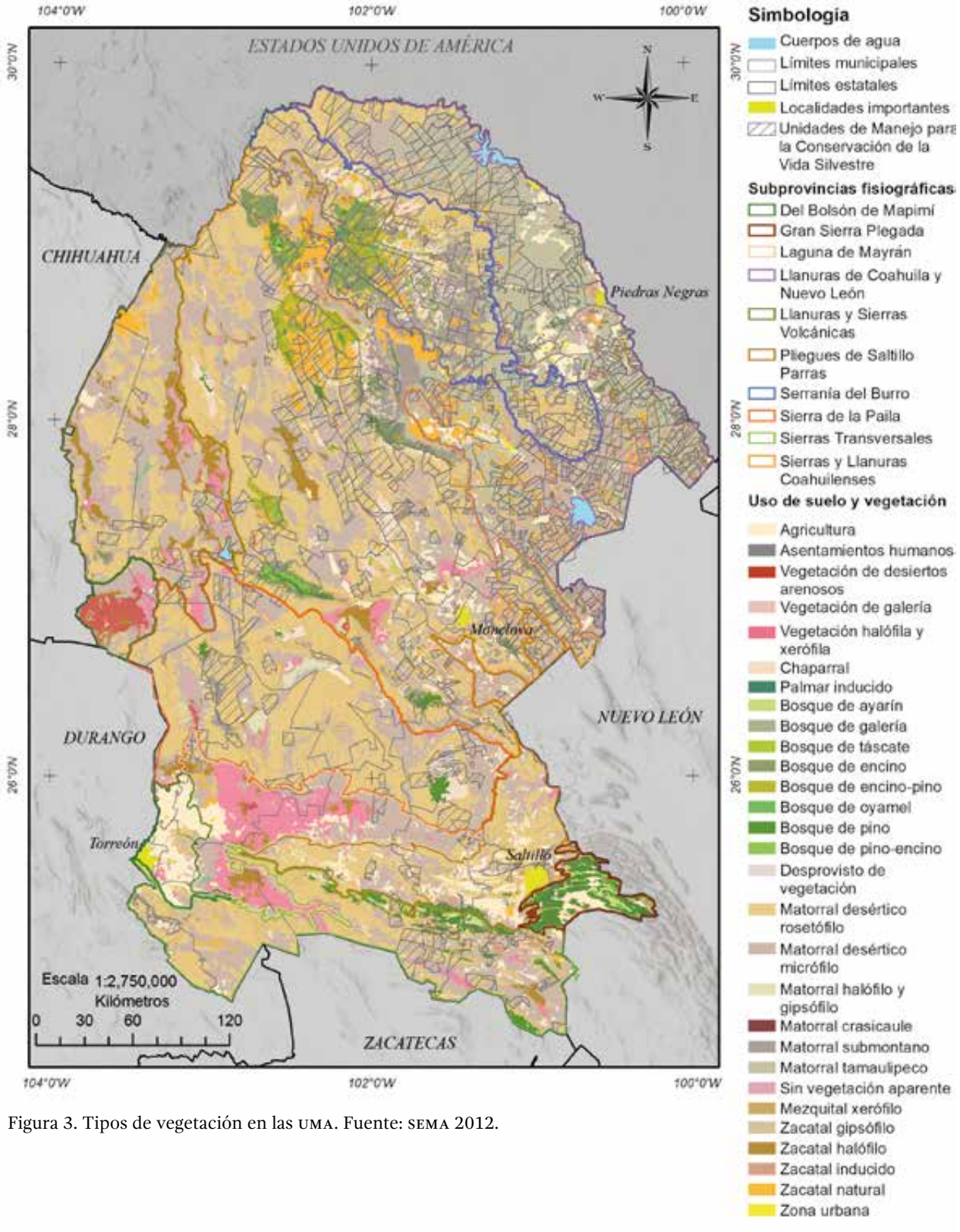


Figura 3. Tipos de vegetación en las UMA. Fuente: SEMA 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

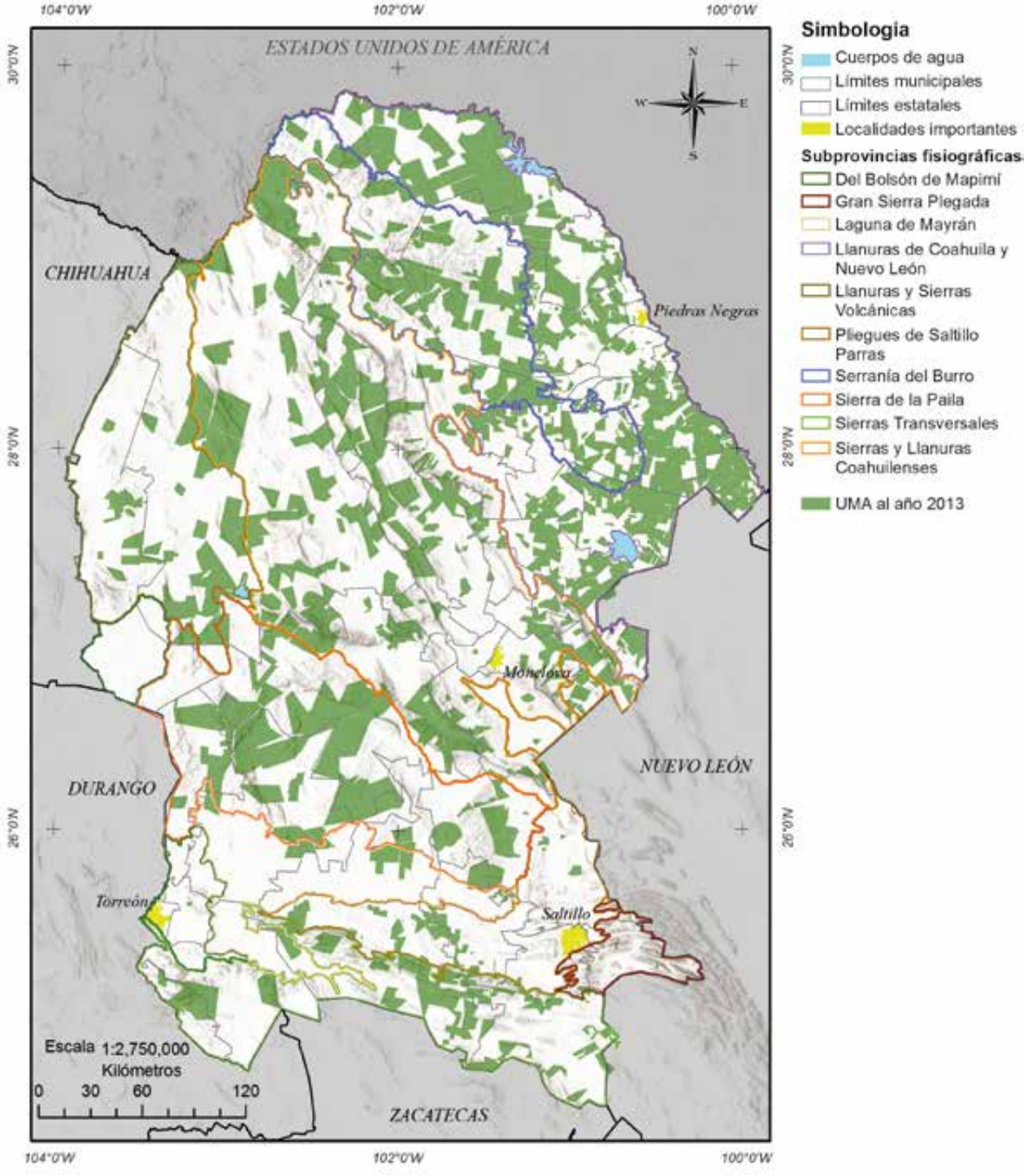


Figura 4. UMA georreferenciadas en 2013. Fuente: SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Existen diferencias en la distribución geográfica de las UMA desde una perspectiva regional (figura 6), en donde se observa que la mayor cantidad de UMA están localizadas en la región Noreste del estado, esto debido a que históricamente son áreas de vocación cinegética y debido al potencial de aprovechamiento de las especies de mayor interés cinegético, como lo son las palomas silvestres (*Zenaida asiatica y Z. macroura*), el venado cola blanca texano *(Odocoileus virginianus texanus*), el pecarí de collar *(Pecari tajacu)* y el guajolote silvestre *(Meleagris gallopavo)*.

Además, por su cercanía a los cazadores de Estados Unidos, la región Norte registra la mayor superficie de UMA, representada por 44.48%; la región Centro-Desierto, un 21.56%; la región Carbonífera, un 25%; la región Laguna, un 1.34%; y la región Sureste, un 7.5% respecto al total de UMA registradas en el estado (cuadro 4).

En cuanto a las UMA intensivas, a febrero de 2016 se registraron 22 de modalidad intensiva y nueve para fines de conservación en 10 municipios (cuadro 5).

En lo que respecta a la vigencia, de las 816 UMA registradas, 809 cuentan con una vigencia indefinida, lo que representa 99.14% del total, esto debido a que comprobaron adecuadamente la propiedad legal de sus predios y fueron los titulares los legítimos propietarios, quienes solicitaron el registro de la UMA, lo cual incrementó la corresponsabilidad entre el propietario de la tierra, el técnico responsable y el estado. Mientras, las siete UMA restantes (0.86%) tienen tiempos de vigencia diferentes: cuatro vencen en 2016, dos en 2019 y una en 2025 (SEMA 2016).

Trámites realizados en UMA

Del 2012 a inicios de 2016 se autorizaron 3 629 solicitudes de aprovechamiento extractivo, se otorgaron 19 466 cintillos de cobro cinegético y se recibieron 2 737 informes anuales y de aprovechamiento (cuadro 6).

Especies sujetas a aprovechamiento y control en UMA

En el estado, con un plan de manejo aprobado y mediante una solicitud de aprovechamiento amparada en el artículo 84 de la Ley General de Vida Silvestre, en las UMA se aprovechan de manera sustentable las especies de aves y mamíferos que representan un potencial interés al turista cinegético (cuadro 7). Coahuila posee tres de las quince especies de codorniz de todo el país, de las cuales son aprovechadas la codorniz común (*Colinus virginianus*) y la codorniz escamosa (*Callipepla squamata*).

Es importante recalcar que es la única entidad que posee tres de las subespecies de venado cola blanca *texanus*, *miquihuanensis* y *carminis*, este último endémico de Coahuila, además del venado bura del desierto (*Odocoileus hemionus crooki*). Aunado a lo anterior, distintas UMA poseen otros ungulados enlistados bajo alguna categoría de protección, tales como el berrendo (*Antilocapra americana*), el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) y el bisonte (*Bison bison*), especies que proveen un valor agregado por concepto de ecoturismo, aunado a su intrínseca conservación y recuperación.

De acuerdo a lo establecido en la legislación correspondiente, en 12 municipios del estado se reportan 27 UMA con especies exóticas (cuadro 8), por lo que, además de las especies que se distribuyen de manera natural en el estado, se tienen registradas 42 de fauna exótica de origen africano, europeo y asiático, y algunas propias de América y del país que no se distribuyen de manera natural en la entidad (cuadro 9). De forma cinegética, y a manera de control, se aprovechan especies exóticas como el borrego Aoudad (*Amotragus lervia*) y el marrano feral (*Sus scrofa;* cuadro 10).

Una de las actividades primordiales de las UMA es el aprovechamiento extractivo de especies nativas de interés cinegético, por lo que ésta

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. UMA revocadas, canceladas y vencidas.

No.	Municipio	2011		2012		2013		
		Cantidad	Superficie (ha)	Cantidad	Superficie (ha)	Cantidad	Superficie (ha)	
1	Abasolo					1	1 662.00	
2	Acuña					21	169 635.00	
3	Allende							
4	Arteaga					7	8 134.00	
5	Candela					10	23 468.64	
6	Castaños					5	81 587.33	
7	Cuatro Ciénegas					14	172 123.80	
8	Escobedo					1	505.00	
9	Francisco I. Madero					1	7 500.00	
10	Frontera							
11	General Cepeda					3	34 710.00	
12	Guerrero	1	4 000.00			16	50 832.01	
13	Hidalgo					9	20 661.00	
14	Jiménez					7	18 756.23	
15	Juárez					5	18 380.00	
16	Lamadrid					1	1 373.00	
17	Monclova					2	6 460.00	
18	Morelos					2	980.00	
19	Múzquiz	1	8 662.00			17	70 339.59	
20	Nadadores					1	9 904.00	
21	Nava					4	6 468.00	
22	Ocampo	1	4 840.00			21	303 000.50	
23	Parras					14	130 065.80	
24	Piedras Negras							
25	Progreso					7	7 746.00	
26	Ramos Arizpe					2	12 966.00	
27	Sabinas					7	12 432.00	
28	Saltillo					10	41 109.01	
29	San Buenaventura					8	49 976.00	
30	San Juan de Sabinas					2	6 221.00	
31	San Pedro					5	83 210.00	
32	Sierra Mojada					5	33 450.00	
33	Torreón					1	20 000.00	
34	Viesca							
35	Villa Unión					13	29 102.31	
36	Zaragoza	1	11 260.00			27	67 845.93	
Total		**4**	**28 762.00**			**249**	**1 500 604.00**	

Fuente: SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

	2014		2015		2016	
	Cantidad	Superficie (ha)	Cantidad	Superficie (ha)	Cantidad	Superficie (ha)
	1	1 120.00			1	6 442.00
	5	34 323.00				
	1	1 808.00			1	2 569.00
	1	70.00				
	2	5 489.00			2	5 739.00
	1	6 976.00				
	2	17 525.00			1	12 552.00
	1	22 802.23			2	26 000.00
					1	2 073.00
	8	24 403.30				
	5	2 778.00				
	1	248.00			1	116.74
	5	7 615.91			1	1 229.00
	1	7 132.00				
	1	448.00				
	2	26 747.00				
	8	13 742.04			2	6 341.00
	1	14 030.00				
	1	75.00				
	7	67 583.66				
	2	14 407			2	10 000.00
	2	1 211.03			1	44.00
	2	7 770			3	5 590.00
	3	11 380				
	2	3 613.00				
	1	600.00				
	2	7 560.09				
	2	9 612.00				
	2	14 267.00			1	6 300.71
	2	34 809.00				
	3	4 344.00			2	2 707.00
	17	92 956.74	1	547.00	1	3 574.00
	94	**457 446.00**	**1**	**547.00**	**22**	**91 277.50**

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

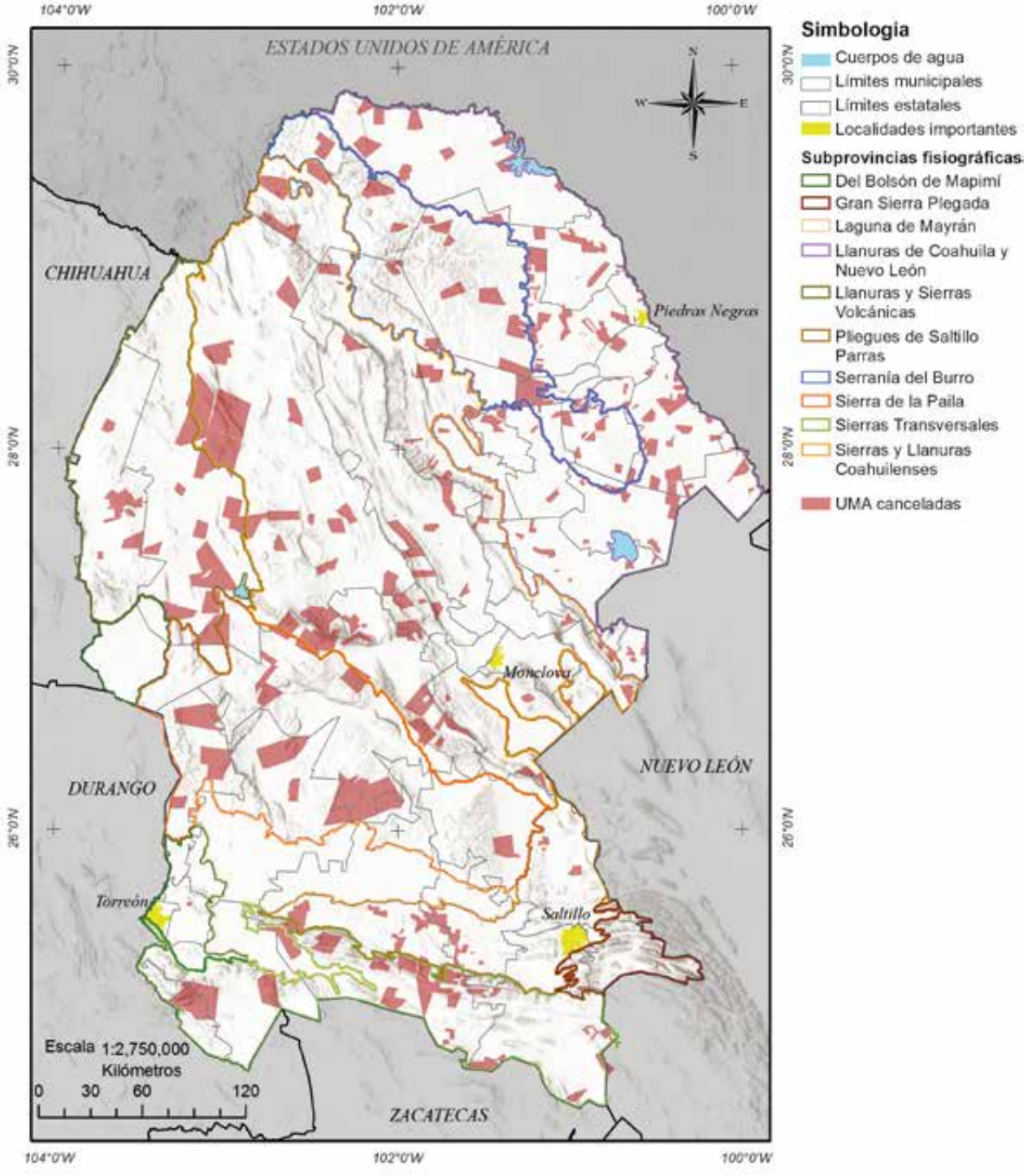


Figura 5. UMA revocadas, canceladas y con vigencia vencida que fueron dadas de baja en el periodo 2011-2016. Fuente: SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Datos de las UMA registradas y georreferenciadas desde 2011 hasta 2016.

Año	Cantidad de UMA	Superficie (ha)
2011	31	96 064.65
2012	24	119 632.91
2013	24	34 826.22
2014	26	102 498.83
2015	27	108 513.75
Feb-16	2	4 165.88
Total a febrero 2016	**134**	**465 702.24**

Fuente: SEMA 2016.

representa la principal fuente de ingreso y, en este caso, la principal herramienta que apoya a la conservación de las especies (cuadro 10).

El venado cola blanca texano (*O. virginianus texanus*) y la paloma huilota ocupan el primer lugar de aprovechamiento, seguidos por el pecarí de collar (*Pecari tajacu*), la codorniz escamosa (*C. squamata*), el venado cola blanca carminis (*O. virginianus carminis*), la codorniz común (*C. virginianus*) y el venado bura (*O. hemionus crooki*). Estas especies aportaron en conjunto 91.95% respecto al total de las aprovechadas en la entidad.

Especies como el venado (*O. virginianus miquihuanensis*), la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), el coyote (*Canis latrans*) y el gato montés (*Linx rufus*) representan 7.30% del total de las especies aprovechadas, mientras que la aportación al balance del resto de las especies fue inferior al 1%.

En conjunto ocho especies, cuyos hábitats se encuentran en las regiones Norte, Centro-Desierto y Carbonífera en las subprovincias Llanuras de Coahuila y Nuevo León y Serranía del Burro, concentraron 90.19% del total del aprovechamiento, y entre ellas se encuentran: las tres subespecies del venado cola blanca (*texanus*, *carminis* y *miquihuanensis*), el pecarí de collar, el guajolote silvestre, el marrano alzado, el coyote y la paloma huilota.

Informes anuales y de aprovechamiento

La presentación de los informes anuales y de aprovechamiento que exige la Ley General de Vida Silvestre y su reglamento, es la única obligación expresa a la que las UMA están forzadas a presentar anualmente; la no presentación de los mismos es la principal causa de revocación de un registro. Además, el informe anual es una de las herramientas con las que el estado cuenta para obtener información detallada sobre los aprovechamientos, acciones, trabajos, actividades de manejo, empleos y entrada de recursos en las UMA (cuadro 11).

Con la regulación de la situación legal de las UMA se promueve que en los informes anuales y de aprovechamiento se reporte el total de las actividades que se realizan. Con ello se genera una cultura de la información, lo que proporciona elementos para la toma de decisiones y apoyos para la actividad. No obstante, se puede apreciar a partir de 2013 la diferencia entre unidades activas y aquellas que presentan informes (cuadro 12).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. UMA y su superficie (sup.) por municipio (mpo.).

Municipio	Regiones del estado	Superficie de municipio (ha)	Cantidad de UMA por municipio	Superficie de UMA (ha)	
Acuña	Norte	1 149 600.00	68	609 218.54	
Ocampo	Centro-Desierto	2 600 700.00	49	388 580.66	
Zaragoza	Norte	795 200.00	82	331 156.31	
San Buenaventura	Centro-Desierto	642 900.00	36	274 465.06	
Múzquiz	Carbonífera	828 700.00	47	230 794.71	
Guerrero	Norte	291 300.00	79	230 600.33	
Juárez	Carbonífera	247 000.00	56	154 989.42	
Progreso	Carbonífera	289 400.00	59	142 115.40	
Cuatro Ciénegas	Centro-Desierto	1 074 100.00	18	141 078.65	
Parras	Sureste	1 053 900.00	15	115 224.83	
Ramos Arizpe	Sureste	666 500.00	14	103 091.95	
Hidalgo	Norte	114 500.00	54	95 129.31	
Jiménez	Norte	219 800.00	20	93 955.23	
Villa Unión	Norte	185 800.00	35	81 665.70	
Candela	Centro-Desierto	207 000.00	33	80 243.92	
Sabinas	Carbonífera	197 300.00	35	61 875.39	
Monclova	Centro-Desierto	125 900.00	12	61 691.85	
San Pedro	Laguna	697 900.00	6	59 100.00	
Saltillo	Sureste	566 500.00	27	58 081.71	
Castaños	Centro-Desierto	333 700.00	12	27 048.42	
Francisco I. Madero	Laguna	286 300.00	3	26 913.60	
Sierra Mojada	Centro-Desierto	794 500.00	4	26 311.80	
San Juan de Sabinas	Carbonífera	79 800.00	7	21 919.92	
Nadadores	Centro-Desierto	72 900.00	1	21 700.95	
Abasolo	Centro-Desierto	74 200.00	4	21 679.00	
Piedras Negras	Norte	46 500.00	7	17 136.20	
Nava	Norte	91 400.00	11	14 463.94	
Morelos	Norte	65 700.00	7	12 939.31	
Escobedo	Centro-Desierto	102 300.00	6	12 704.86	
General Cepeda	Sureste	269 400.00	3	7 543.54	
Torreón	Laguna	123 400.00	1	6 550.47	
Viesca	Laguna	440 400.00	1	1 566.80	
Arteaga	Sureste	166 500.00	3	1 357.57	
Frontera	Centro-Desierto	45 100.00	1	820.00	
Total		**14 946 100.00**	**816**	**3 533 715.40**	

Fuente: SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

	% respecto total de UMA	% superficie UMA respecto total superficie UMA	% superficie de municipio	% superficie de estado
	8.33	17.24	52.99	4.02
	6.00	11.00	14.94	2.57
	10.05	9.37	41.64	2.19
	4.41	7.77	42.69	1.81
	5.76	6.53	27.85	1.52
	9.68	6.53	79.16	1.52
	6.86	4.39	62.75	1.02
	7.23	4.02	49.11	0.94
	2.21	3.99	13.13	0.93
	1.84	3.26	10.93	0.76
	1.72	2.92	15.47	0.68
	6.62	2.69	83.08	0.63
	2.45	2.66	42.75	0.62
	4.29	2.31	43.95	0.54
	4.04	2.27	38.77	0.53
	4.29	1.75	31.36	0.41
	1.47	1.75	49.00	0.41
	0.74	1.67	8.47	0.39
	3.31	1.64	10.25	0.38
	1.47	0.77	8.11	0.18
	0.37	0.76	9.40	0.18
	0.49	0.74	3.31	0.17
	0.86	0.62	27.47	0.14
	0.12	0.61	29.77	0.14
	0.49	0.61	29.22	0.14
	0.86	0.48	36.85	0.11
	1.35	0.41	15.82	0.10
	0.86	0.37	19.69	0.09
	0.74	0.36	12.42	0.08
	0.37	0.21	2.80	0.05
	0.12	0.19	5.31	0.04
	0.12	0.04	0.36	0.01
	0.37	0.04	0.82	0.01
	0.12	0.02	1.82	0.01
	100.00	**100.00**		**23.33**

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

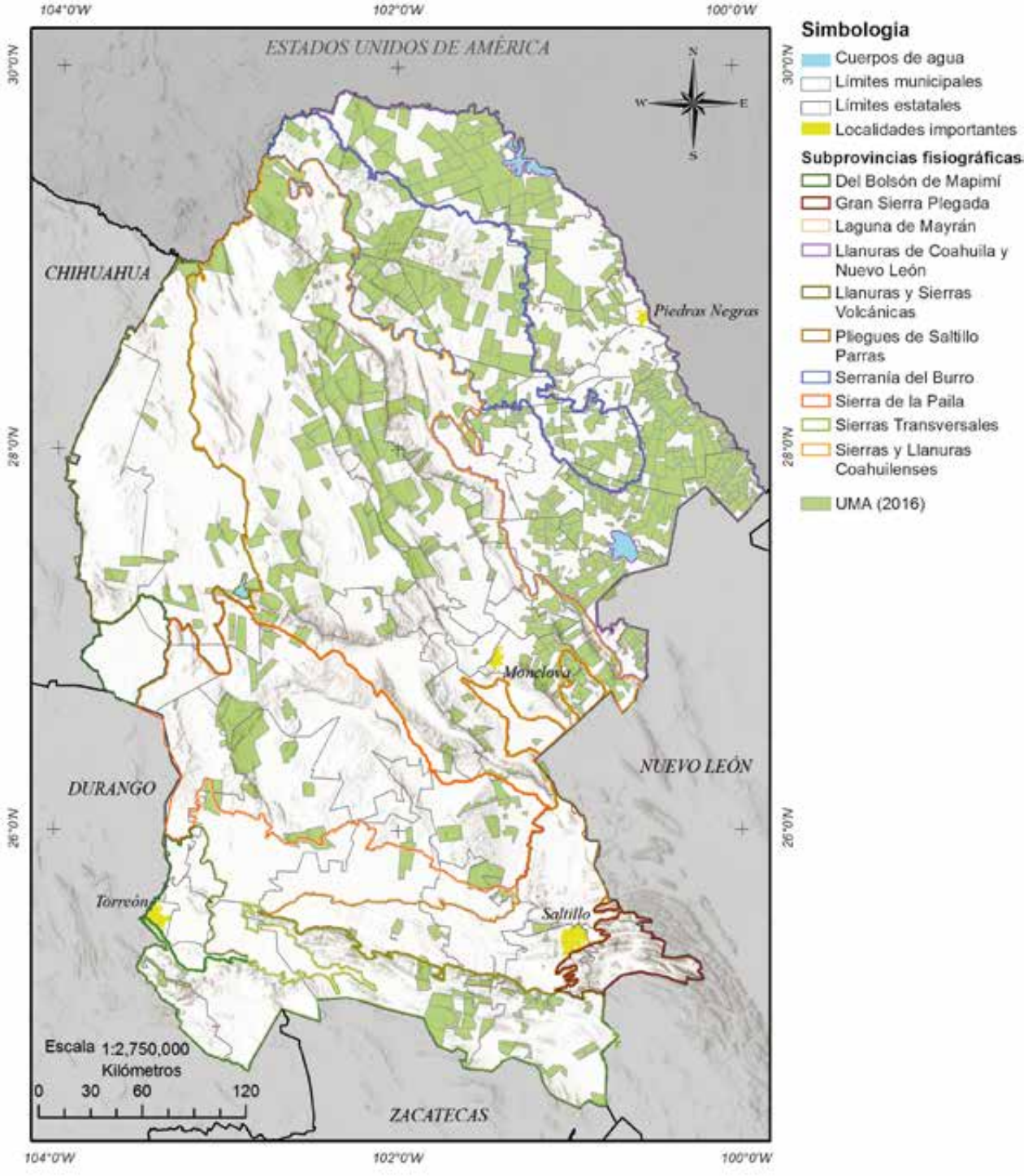


Figura 6. UMA activas para 2016. Fuente: SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 4. Superficie de las UMA en las regiones del estado.

Región	Superficie total (ha)	Total UMA por región	Superficie UMA (ha)	UMA respecto total de UMA (%)	Superficie respecto total superficie de UMA (%)	Subprovincias
Norte	2 946 462.13	363.00	1 486 264.89	44.48	42.05	Llanuras de Coahuila y Nuevo León
Centro-Desierto	5 957 963.82	176.00	1 056 325.19	21.56	29.89	Llanuras de Coahuila y Nuevo León; Pliegues Saltillo-Parras; Sierras y Llanuras Coahuilenses; Llanuras y Sierras Volcánicas y Del Bolsón de Mapimí
Carbonífera	1 633 564.26	204.00	611 694.85	25.00	17.31	Sierras y Llanuras Coahuilenses; Serranía del Burro
Laguna	1 549 389.97	11.00	94 130.87	1.34	2.66	Pliegues Saltillo-Parras; Sierras Transversales; Laguna de Mayrán; Sierra de la Paila y Del Bolsón de Mapimí
Sureste	2 700 707.31	62.00	285 299.60	7.59	8.07	Pliegues Saltillo-Parras; Sierras Transversales; Laguna de Mayrán; Sierra de la Paila y Gran Sierra Plegada
Total	**14 788 087.49**	**816.00**	**3 533 715.40**	**100.00**	**100.00**	

Fuente: SEMA 2016.

Cuadro 5. UMA intensivas y de conservación por municipio.

Municipio	Intensivas	Superficie (ha)	Conservación	Superficie (ha)
Arteaga	1	0.09	1	370.00
Cuatro Ciénegas	1	0.05		
Frontera	1	244.00		
General Cepeda	1	0.05		
Monclova	3	214.80		
Parras	3	38.65		
Ramos Arizpe	4	1.85		
Sabinas	1	0.35		
Saltillo	5	34.50	5	285.00
Progreso			1	3 400.00
Múzquiz			2	849.00
Torreón	2	7.50		
Total	**22**	**541.85**	**9**	**4 904.00**

Fuente: SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 6. Resumen de los trámites realizados en las UMA: autorizaciones de aprovechamiento extractivo (AAE), cintillos otorgados de 2011 a febrero de 2015.

Temporada	No. de UMA	AAE	Cintillos
2011-2012	1 079	930	3 970
2012-2013	1 103	813	3 712
2013-2014	877	790	4 074
2014-2015	837	527	3 931
2015-2016	812	569	3 779

Fuente: SEMA 2016.

Cuadro 7. Principales especies sujetas a aprovechamiento y control.

Nombre común	Nombre científico
Paloma huilota	*Zenaida macroura*
Paloma alas blancas	*Z. asiatica*
Codorniz escamosa	*Callipepla squamata*
Codorniz común	*Colinus virginianus*
Guajolote silvestre	*Meleagris gallopavo*
Patos	*Anas acuta, A. americana, A. clypeata, A. platyrhynchos, A. strepera, A. diazi, Bucephla albeola, Oxiura jamaicensis*
Cercetas	*A. cyanoptera, A. discors*
Conejo	*Sylvilagus floridanus*
Liebre	*Lepus californicus*
Venado bura	*Odocoileus hemionus crooki*
Venado cola blanca texano	*O. virginianus texanus*
Venado cola blanca carminis	*O. virginianus carminis*
Venado cola blanca miquihuanensis	*O. virginianus miquihuanensis*
Pecarí de collar	*Pecari tajacu*
Gato montés	*Lynx rufus*
Coyote	*Canis latrans*
Puma	*Puma concolor*
Borrego aoudad	*Ammotragus lervia*

Fuente: SEMA 2016.

Cuadro 8. Municipios con UMA registradas con especies exóticas.

Municipio	UMA	Municipio	UMA
Abasolo	1	Múzquiz	3
Candela	9	Ocampo	1
Escobedo	1	Progreso	1
General Cepeda	1	San Buenaventura	2
Hidalgo	2	Torreón	1
Monclova	3	Villa Unión	2

Fuente: SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 9. Especies exóticas registradas.

Nombre común	Nombre científico
Impala	*Aepyceros melampus*
Borrego aoudad	*Ammotragus lervia*
Gacela saltarina	*Antidorcas marsupialis*
Antílope cuello negro	*Antilope cervicapra*
Ciervo axis	*Axis axis*
Bisonte americano	*Bison bison*
Antílope nilgo	*Boselaphus tragocamelus*
Branta negra	*Branta bernicla*
Búfalo acuático	*Bubalus bubalis arnee*
Camello	*Camelus bactrianus*
Camello dromedario	*C. dromedarius*
Cabra íbice	*Capra ibex*
Ciervo rojo	*Cervus elaphus*
Sika	*C. nippon*
Ñú negro	*Connochaetes gnou*
Ñú azul	*C. taurinus*
Damalisco sudafricano	*Damaliscus dorcasphillipsi*
Emú	*Dromaius novaehollandiae*
Cebra burchell	*Equus burchellii*
Cebra de Grant	*E. granti*
Gacela de Grant	*Nanger granti*
Gacela de Thomson	*Eudorcas thomsonii*
Jirafa	*Giraffa camelopardalis*
Llama	*Lama glama*
Alpaca	*L. pacos*
Orice beisa	*Oryx beisa*
Orix cimitarra	*O. dammah*
Orice del cabo	*O. gazella*
Borrego rojo	*Ovis ammon gmelini*
Borrego de Argali	*O. ammon*
Borrego común	*O. aries*
Carnero de Dall	*O. dalli*
Borrego muflón	*O. musimon*
Muflón	*O. orientalis*
Borrego Corsican	*Ovis* sp. *hybrid*
Texas dall	*Ovis* sp. *hybrid*
Urial	*O. vignei arkal*
Ñandú	*Rhea americana*
Avestruz	*Struthio camelus*
Eland del cabo	*Taurotragus oryx*

Fuente: SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 10. Ejemplares sujetos a aprovechamiento, autorizados y aprovechados de 2011 a 2015.

Nombre común	Nombre científico	2011-2012	
		Autorizados	Aprovechados
Venado cola blanca texano	*Odocoileus virginianus texanus*	5 486	1 776
Venado cola blanca carminis	*O. virginianus carminis*	887	229
Venado cola blanca miquihuanensis	*O. virginianus miquihuanensis*	278	120
Venado bura	*O. hemionus crooki*	430	147
Pecarí de collar	*Pecari tajacu*	4 011	352
Coyote	*Canis latrans*	638	41
Gato montés	*Lynx rufus*	78	22
Puma	*Puma concolor*	15	6
Conejo	*Sylvilagus floridanus*	516	6
Liebre	*Lepus californicus*	432	30
Guajolote silvestre	*Meleagris gallopavo*	1 007	93
Codorniz común	*Colinus virginianus*	21 670	300
Codorniz escamosa	*Callipepla squamata*	23 746	333
Paloma de ala blanca	*Zenaida asiatica*	9 695	100
Paloma huilota	*Z. macroura*	22 425	2 865
Patos y cercetas	Patos y cercetas	500	0
Total		**91 814**	**6 420**

Fuente: SEMA 2016.

Prospección del aprovechamiento en las UMA

Como ya se ha mencionado, las estadísticas disponibles sugieren que las UMA han sido un instrumento para el aprovechamiento y conservación de la fauna en el estado, mas deberá revisarse la veracidad de los datos proporcionados a las autoridades del estado por parte de los responsables y representantes de las UMA, a fin de que esta figura sea realmente un instrumento confiable de flujo de información entre ciudadanía y gobierno. Asimismo, los resultados del análisis de dicha información deberán de regresar al promovente para su uso en el campo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

	2012-2013		2013-2014		2014-2015	
	Autorizados	Aprovechados	Autorizados	Aprovechados	Autorizados	Aprovechados
	5 654	1 864	5 454	2 145	5 380	2 304
	980	191	978	244	1 027	220
	286	96	240	70	233	78
	366	99	448	130	437	149
	4 458	309	4 001	323	3 647	355
	739	62	669	61	407	66
	78	17	73	19	56	21
	21	11	18	5	12	5
	282	18	330	6	162	12
	222	60	246	6	138	12
	987	85	949	42	802	80
	16 245	270	7 850	105	7 860	210
	20 595	210	11 150	87	8 575	285
	4 725	0	5 670	0	13 015	3 005
	28 245	715	11 831	774	14 915	3 715
	2 070	700	0	0	1 660	907
	85 953	**4 707**	**49 907**	**4 017**	**58 326**	**11 424**

Por otra parte, Coahuila posee tres de las quince especies de codorniz de todo el país, de las cuales son aprovechadas la codorniz común (*C. virginianus*) y la codorniz escamosa (*C. squamata*). Y aún existen algunas modalidades de aprovechamiento, así como especies, que no han sido utilizadas y que podrían incorporarse para favorecer el monitoreo de sus poblaciones, su conservación y protección y, en algunos casos, el aprovechamiento no extractivo mediante el ecoturismo en las UMA de Coahuila.

Destaca la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*), especie bajo protección especial, indicadora de la salud de los bosques de pino-encino y que se distribuye en las partes altas de la entidad (Hernández *et al*. 2014). También

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 11. Información sobre empleos generados y personas atendidas en las UMA extensivas (Ext.) e intensivas (Int.) a partir de los informes anuales de 2014.

Resumen 2014. Informes anuales de actividades en UMA							
UMA	Total informe (UMA)	Personas atendidas	Número de empleos generados				
			Temporales	Permanentes	Mujeres	Hombres	Familias
Ext.	692	2 257	1 505	1 143	196	2 390	1 865
Int.	20	134 884	40	89	61	64	103
Total	**712**	**137 141**	**1 545**	**1 232**	**257**	**2 454**	**1 968**

Fuente: SEMA 2015.

Cuadro 12. Informes anuales y de aprovechamiento de las UMA presentados del 2011 al 2015.

Año	No. de UMA	Informes
2011	1 079	687
2012	1 103	676
2013	877	726
2014	812	686
2015	837	651

Fuente: SEMA 2016.

aves del pastizal, canoras, de ornato y rapaces, mediante la observación, así como el oso negro americano (*Ursus americanus*) y el castor (*Castor canadensis*), para fines fotográficos y de investigación.

De igual forma resaltan las aves acuáticas que utilizan los cuerpos de agua y humedales presentes en la región. Además se puede realizar el compromiso entre los productores rurales y los diferentes órdenes de gobierno para la protección de áreas de descanso, alimentación, observación e investigación de especies migratorias, como la mariposa monarca (*Danaus plexippus*).

Deberá ser prioritario desalentar de manera permanente la reintroducción de especies exóticas y ferales. Para ello se deberá fomentar el registro, monitoreo y control de estas especies en las UMA para detectar su avance o disminución en el territorio estatal; tal es el caso del marrano feral (*Sus scrofa*) y el burro feral (*Equus asinus*), entre otros.

Conclusión

La creación de UMA, en sus diferentes modalidades y vocaciones, es una figura que comprende una gran superficie en el estado y su importancia radica en que el número de unidades es, en teoría, igualmente proporcional al número de personas dedicadas a la conservación de los recursos naturales. No obstante, deberá reforzarse con la debida difusión, capacitación y seguimiento, ya que representa una fuerza de trabajo que no se

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

puede equiparar con ninguna otra figura de conservación.

En la Ley General de Vida Silvestre y su correspondiente reglamento está previsto el aprovechamiento de las especies exóticas, pero desde el inicio de la descentralización de funciones en materia de vida silvestre, el Gobierno del Estado ha insistido en no introducir dichos animales y promover la conservación, protección y aprovechamiento sustentable de géneros nativos, así como la reintroducción de especies a sus hábitats históricos y potenciales, como lo es el caso del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), el berrendo (*Antilocapra americana*) y el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*).

Lo anterior demuestra la importancia de que ciudadanía y gobierno trabajen de la mano en la conservación, protección, monitoreo, aprovechamiento sustentable y vigilancia de la vida silvestre; esto exigirá cada vez una mayor calidad en los trabajos realizados en las UMA y mayor certeza y veracidad en los informes presentados. El análisis de la información recabada deberá apoyar verdaderamente a los productores e instituciones involucradas, como una herramienta más para la toma de decisiones, además de reforzar la presencia del estado en campo.

Deberá continuarse con la regularización de las UMA que no se apeguen al cumplimiento de lo previsto en la legislación correspondiente; se exigirá un mayor apego a la veracidad en los estudios poblacionales y se aplicará un mayor recurso gubernamental a las actividades reales de conservación de los hábitats y poblaciones silvestres nativas, ya que la conservación del hábitat involucra, de manera implícita, apoyar a la preservación de la biodiversidad y, por ende, a las especies sujetas a aprovechamiento, que son la base de la diversificación productiva del sector.

A partir de la información recopilada y los datos generados por el estado, en coordinación con los diferentes órdenes de gobierno y la ciudadanía, se deberán aplicar políticas públicas inherentes al cuidado, protección y vigilancia en áreas específicas y estratégicas, tanto en sanidad como en control y vigilancia en contra de la caza furtiva. Entre ciudadanía y gobierno se deberá corregir y capacitar a los responsables técnicos y representantes de las UMA para que trabajen a favor de la conservación de las especies nativas del estado, desalentar la introducción de especies exóticas y continuar con el control de las especies ferales.

Referencias

Ceballos, G. 2014. *Mammals of Mexico*. Johns Hopkins University Press, EUA.

Valdez, R. 2014. Perspectivas del manejo y la conservación de fauna silvestre en México. En: *Ecología y manejo de fauna silvestre en México*. R. Valdez y A. Ortega-S. (eds.). Colegio de Postgraduados (COLPOS), México, pp. 21-40.

Hernández, F., E.A. Lozano-Cavazos, G. Chávez-León *et al*. 2014. Codornices de México. En: *Ecología y manejo de fauna silvestre en México*. R. Valdez y A. Ortega-S. (eds.). COLPOS, México, pp. 191-228.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2005. Base de datos de la Subdirección de Vida Silvestre. Coahuila (inédito).

——. 2012. Base de datos de la Subdirección de Vida Silvestre. Coahuila (inédito).

——. 2013. Base de datos de la Subdirección de Vida Silvestre. Coahuila (inédito).

——. 2016. Base de datos de la Subdirección de Vida Silvestre. Coahuila (inédito).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Impacto del aprovechamiento cinegético del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y venado bura (*Odocoileus hemionus crooki*) en la economía

Daniel Federico González Guajardo y Jorge Luis Guerrero Salcedo

Introducción

El aprovechamiento cinegético es una alternativa de diversificación productiva que además permite fomentar la conservación de los recursos naturales. Para ello se requiere contar con un medio ambiente en buenas condiciones, así como con un hábitat con componentes básicos como agua, cobertura y alimento. Sin embargo, la mayoría de los ecosistemas en el estado, y en general en el norte de México, no están en condiciones óptimas (Guajardo y Martínez 2004).

Por ello, es necesario evaluar y conocer el estado del hábitat para diseñar medidas adecuadas que estén encaminadas a su restauración y conservación, además de promover y fomentar actividades que permitan a los habitantes del medio rural obtener un ingreso económico sin impactar negativamente a la biodiversidad.

La cacería en México tiene un alto potencial económico. En Coahuila, la actividad cinegética representa un atractivo para los cazadores que proceden de los Estados Unidos de América, ya que el estado se encuentra cercano a sus lugares de origen, además de contar con una amplia oferta.

Cacería y especies aprovechadas

En la entidad están registradas 816 unidades de manejo para la conservación y el aprovechamiento de la vida silvestre (UMA), en donde se lleva a cabo el aprovechamiento cinegético del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y sus subespecies *O. v. texanus, O. v. carminis* y *O. v. miquihuanensis*; así como del venado bura (*O. hemionus crooki*) y borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), además del pecarí de collar (*Pecari tajacu*), guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), gato montés (*Linx rufus*) y coyote (*Canis latrans*) (SEMA 2016).

Desde el 2005 las gestiones en materia de vida silvestre en Coahuila fueron transferidas de la federación al estado, con el objetivo de que este último administrara los recursos. Esta actividad se encuentra regulada por la Ley General de Vida Silvestre y su reglamento, la Ley de Vida Silvestre del Estado de Coahuila de Zaragoza y las disposiciones de la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT y la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila (SEMA 2016).

González Guajardo, D.F. y J.L. Guerrero. 2017. Impacto del aprovechamiento cinegético del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y venado bura (*Odocoileus hemionus crooki*) en la economía. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 371-377.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Aunque la cacería ha crecido desde hace poco más de 30 años, en el periodo 2011-2016 bajó considerablemente la afluencia de cazadores en varios estados del país. Las principales razones son: económicas, que se traducen en la falta de inversión específica para la actividad, así como la inseguridad e información errónea a nivel nacional e internacional sobre la violencia que existe en los estados del norte de México, lo cual ha impactado negativamente en las comunidades rurales. Como resultado, dejaron de operar 370 UMA de la entidad (SEMA 2016).

Desde hace mucho tiempo el venado ha sido de gran importancia para la alimentación, vestido y religión del ser humano (UANL *et al.* 2004). A la fecha, y a partir de la política de diversificación de la oferta turística nacional e internacional, la actividad cinegética tiene como principal atractivo la cacería de venado que, además de ser una opción para la diversificación productiva en las zonas rurales y una fuente de ingresos económicos, también representa una oportunidad para la implementación de acciones de conservación y aprovechamiento de la fauna, por lo que se reconoce como una alternativa con amplio potencial para apoyar el desarrollo sustentable del estado.

En la temporada 2012-2013 se registró la asistencia de 1 832 cazadores a las UMA, de los cuales 62.5% (1 145) fueron cazadores nacionales y 37.5% (687) extranjeros (SEMA 2016).

La derrama total del mercado de turismo cinegético, al considerarse sólo las dos especies y tres subespecies de venado que existen en Coahuila, se estima en un orden de 56 345 595 millones de pesos. Esta cantidad representa alrededor de 55.5% de la derrama por turismo cinegético nacional, y una participación de 44.5% por turismo internacional (SECTUR 2010, SEMA 2016; cuadro 1).

Características del cazador

En el contexto actual, el cazador responsable que busca obtener una pieza o trofeo a través de una actividad cinegética lícita, visita ranchos, localidades o áreas donde el proveedor cuenta con los permisos necesarios para la caza, misma que se realiza en un marco de conservación y sustentabilidad de la vida silvestre. Los cazadores organizan su viaje en acuerdo directo con los propietarios de las UMA o a través de algún prestador de servicios de aprovechamiento, quienes los apoyan tanto en la ubicación y reservación de alguna UMA acorde a sus intereses, como en la gestión de permisos (incluidos los referentes al ingreso e importación temporal de armas, en el caso de extranjeros) y otros servicios. En consecuencia, existen tres sub-segmentos de turismo

Cuadro 1. Total de ingresos por turismo cinegético en Coahuila (2012-2013). Datos prorrateados de los informes de aprovechamiento.

Concepto	Turismo		Total
	Nacional	Extranjero	
Derrama económica ($)	31 271 805.22	25 073 789.77	**56 345 595.00**
Participación porcentual (%)	55.50	44.50	**100.00**

Fuente: SECTUR 2010, SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

cinegético: 1) alta sofisticación, 2) deportivo y 3) semi-informal, los cuales se definen en función de las necesidades y características de la demanda y la oferta de servicios (cuadro 2).

Cazadores nacionales

Una gran parte de los cazadores nacionales que llegan a Coahuila provienen de ciudades grandes y medianas, principalmente del norte del país (52.7%), como Monterrey, en Nuevo León, estado que ocupa el primer lugar (19.7%) en la procedencia de cazadores a nivel nacional, seguido de ciudades de Coahuila (11.3%; REDES Consultores 2002).

La edad del cazador fluctúa entre los 15 y 65 años. El segmento más frecuente está entre los 56 y 65 años (27%), seguido de los de 36 y 45 años (25%; REDES Consultores 2009). Por ello, se trata de personas de edad madura, que tienen la capacidad de solventar por sí mismas esta actividad y, probablemente, la han practicado desde hace varios años, al menos desde que tienen la edad legal para obtener el permiso correspondiente. Además, son los que financian la caza de los familiares, en especial la de sus hijos de edad temprana, por lo que de no existir esta influencia, estaría en riesgo la continuidad de la actividad.

Respecto al grado de estudios, 43.2% de los turistas cinegéticos nacionales tienen estudios universitarios, aunque únicamente 29.4% terminaron la universidad o han realizado algún posgrado. Sólo 19.5% cuenta con secundaria o carrera técnica (REDES Consultores 2009).

De acuerdo a las encuestas realizadas a los usuarios de las UMA, casi 30% de los cazadores nacionales percibe un ingreso anual de más de 180 mil pesos. No obstante, 41% tiene un salario de entre 60 mil y 120 mil pesos, lo que representa un ingreso mensual de entre 5 mil y 10 mil pesos (REDES Consultores 2009), lo que hace poco accesible el aprovechamiento cinegético para este segmento, ya que el costo promedio de un permiso para cazar ejemplares de venado es de aproximadamente 18 225.98 pesos, sin considerar otros costos de viaje (UANL *et al.* 2004, SEMA 2016).

Cazadores extranjeros

Los extranjeros que ejercen la actividad de la cacería en México son principalmente de origen estadounidense (89%), seguidos de los canadienses (9%) y sólo 2% procede de Europa. Los cazadores provenientes de EUA vienen, sobre todo, de Texas, Arizona, California, Nuevo México y Luisiana y, a diferencia de los cazadores mexicanos, representan un segmento más joven de la población, pues la mayoría (56%) tienen entre 25 y 45 años.

Respecto a su escolaridad, y al considerar a aquellos que tienen más de 18 años, 44.1% cuentan con estudios de nivel medio o menor, 22.7% tienen grado universitario o posgrado y 15.8% son o han sido universitarios; del restante 17.4% no se tiene información. El perfil de escolaridad de los turistas cinegéticos estadounidenses es ligeramente menor al de los cazadores nacionales (29.4% cuenta con estudios universitarios o más), aunque entre los mexicanos, 54.7% tienen educación media o menor, y de los estadounidenses únicamente 44.1% (SECTUR 2010).

La mayoría de los cazadores extranjeros pertenecen a la clase media y alta. Más del 65% cuenta con ingresos mayores a los 332 mil pesos anuales. El ingreso promedio del cazador estadounidense es de 507 840 pesos anuales, y más del 25% de este segmento tiene ingresos superiores a 690 mil pesos, lo que es equivalente a más de 55 mil pesos mensuales.

Por otra parte, a diferencia de lo que ocurre con el turismo cinegético nacional, se estima que 50% de la derrama producida por el turismo extranjero proviene del pago de los ejemplares cobrados, y el otro 50% es resultado del ingreso directo por los diferentes servicios que intervienen en la actividad (SEMA 2016).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Características de los sub-segmentos de turismo cinegético.

	Alta sofisticación	Deportivo	Semi-informal
Tipo de usuarios	De alto nivel adquisitivo	De gran movilidad que han alcanzado un alto grado de especialización	De menor poder adquisitivo y grado de exigencia
Servicios solicitados	Alojamiento, alimentación, guías y transporte de alta categoría	Espacios de estilo rústico	No demandan algún tipo de servicio turístico en especial
Lugar de caza	Cotos de caza de reconocido prestigio en lo relevante a piezas cobradas y servicios	Cotos de caza que reúnen las características que buscan	Espacios de caza propiedad de amigos y conocidos
Expediciones	Organizadas por profesionales	Organizadas a la medida y asesoría de guías independientes	A sitios cercanos o ejidos registrados como UMA
Piezas de caza	De alto valor aspiracional (venado cola blanca texano, venado cola blanca carminis, venado bura, puma)	Específicas como venado cola blanca carminis, venado cola blanca miquihuanensis, venado bura, puma, gato montés, guajolote silvestre	Las que estén disponibles

Fuente: elaboración propia con información de Guajardo y Martínez 2004.

Gasto y estimación de la derrama de turismo cinegético nacional

La derrama económica proveniente del turismo cinegético se integra por tres componentes: el gasto que se realiza fuera de la UMA, como transportación, compras, alojamiento, alimentación y otras actividades; el gasto que se hace en los ranchos o el que está vinculado a ellos, que incluye permisos de armas de fuego, hospedaje, alimentación, guías, alquiler de equipo, cartuchos, etc.; y el costo de la pieza o trofeo. Cabe señalar que el gasto correspondiente al precio de la pieza se registra por separado, ya que se estima que para los cazadores nacionales es, en promedio, prácticamente el doble de los gastos fuera y dentro de la UMA (cuadro 3).

En consecuencia, el cazador nacional destina la mayor parte de su aportación (aproximadamente 66.6%) al pago de la pieza o ejemplares cobrados, por lo que los recursos restantes aportados constituyen un ingreso directo para los servicios relacionados con la actividad (SECTUR 2010).

Cacería furtiva y problemática

La cacería furtiva, por razones de subsistencia o cinegéticas, es una amenaza; evita que esta actividad sea completamente rentable y que el aprovechamiento del venado se realice de manera sustentable. La cacería de subsistencia es realizada por ejidatarios y propietarios de escasos recursos que viven en áreas apartadas, o bien por habitantes de ciudades pequeñas con sitios de cacería cercanos.

En el primer caso, los cazadores furtivos se dedican a la venta de carne o subproductos durante todo el año, y no discriminan sexo ni edad

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Gasto total por cazador.

Concepto	Gasto promedio (pesos)	Gasto total (pesos)
Costo de venado en la UMA	18 225.98	20 868.75
Otros gastos dentro y fuera de la UMA	9 112.96	10 434.34
Total	**27 338.94**	**31 303.10**

Fuente: elaboración propia con datos de UANL *et al.* 2004, SEMA 2016.

de los venados sacrificados. En la cacería de subsistencia, la búsqueda del alimento obliga al campesino a cazar hembras, crías y machos por igual; en su mayoría, la caza es de venado bura en la región Desierto del estado (SEMA 2016).

La cacería furtiva con interés cinegético la realizan individuos que, por costumbre o irresponsabilidad, sostienen que no deben solicitar permiso alguno para obtener un trofeo de venado. Por lo general, este tipo de personas cuentan con licencia de caza y permisos de transportación de armas y, en su gran mayoría, son profesionistas o tienen alguna actividad que les remunera un ingreso confiable, es decir, cuentan con una posición económica desahogada.

En el estado también ocurre la cacería furtiva por tradición, la cual es realizada por miembros de la tribu Kikapoo. Hay que señalar que se han propiciado acercamientos con sus miembros para que realicen la actividad de manera legal, en los predios de su propiedad.

Este tipo de cacería es un problema que repercute en la economía de los propietarios de las UMA, de los responsables técnicos y demás prestadores de servicios; además, disminuye el ingreso de recursos económicos al estado por la venta de cintillos. Lo anterior –aunado a que no existen estudios confiables sobre las poblaciones de venado en UMA, ni apoyos directos para mejorar la calidad de su hábitat– afecta directamente a las poblaciones de esta especie.

Reflexiones finales

Los ingresos recabados por el estado corresponden únicamente al valor de los cintillos de cobro cinegético y licencias de caza, cantidad que no superó 1.3% del monto generado en la temporada 2012-2013. En 2010 se contaba con 1 048 UMA en 5 137 516.87 ha y a partir del 2011 se registró una disminución en la actividad, la cual se vio reflejada en la reducción de informes que se deben entregar en apego a lo establecido en el artículo 50 de la Ley General de Vida Silvestre (véase Situación actual de las unidades de manejo para conservación de la vida silvestre, en esta misma obra).

Esta situación generó que en el 2010 dejaran de operar 349 UMA en una superficie de 1 992 190.36 ha y para dar cumplimiento al artículo 50 fracción III de la referida Ley General de Vida Silvestre, se revocaron 246 UMA y 27 se cancelaron por voluntad expresa del propietario, y otras 76 fueron anuladas porque no solicitaron la renovación (SEMA 2016).

Para 2015 se registraron más de 800 UMA, que se encuentran aún matriculadas y cumplen con los informes anuales que marca la Ley General de Vida Silvestre y su reglamento. A partir del 2011 se registraron 125 nuevas UMA de modalidad extensiva, con aprovechamiento en una superficie de 443 503.71 ha en el estado (SEMA 2016).

El aprovechamiento sustentable de la vida silvestre es una actividad económica que beneficia tanto a productores como a prestadores de servicios; favorece la conservación de los recursos na-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

turales y la conservación y manejo adecuado de las poblaciones de fauna silvestre y su hábitat.

Con las medidas necesarias, esta actividad puede impulsar a las zonas o comunidades localizadas en las regiones más apartadas del estado a través de la generación de fuentes de empleo, del fomento para el arraigo de los productores rurales a sus sitios de origen y, por consiguiente, para evitar la migración a las ciudades. Por ejemplo, entre 2013 y 2014, a partir de la operación de 712 UMA, se emplearon 257 mujeres y 2 454 hombres (SEMA 2016).

Debe fomentarse la adecuada comunicación entre los sectores involucrados y la búsqueda de alternativas de diversificación productiva en el sector rural, lo que se reforzaría con un programa permanente de vigilancia en sitios escogidos estratégicamente. Esto, aunado a la participación de los tres sectores de gobierno, puede apoyar en gran medida a evitar la cacería furtiva que, además de medrar la economía y afectar las poblaciones de vida silvestre, genera ante la opinión pública una mala percepción de la actividad cinegética (cuadro 4).

Cuadro 4. Áreas de oportunidad de las UMA.

Área de oportunidad	Posible solución
Reducción de las poblaciones de especies cinegéticas	Incrementar la inversión para el mejoramiento de los ecosistemas y rehabilitación de hábitats. Control y erradicación de especies invasivas Crear los mecanismos para la obtención de información confiable y actualizada sobre las poblaciones de vida silvestre
Falta de asesoría técnica especializada a los propietarios y manejadores de UMA	Promover la formación de profesionistas que trasfieran la tecnología a los dueños de UMA y, además, generen y difundan la información Profesionalización y capacitación de responsables y técnicos de UMA y manejadores de vida silvestre Mayor participación de los diferentes niveles de gobierno
Incremento en los costos para desarrollar la actividad cinegética y reducción en el número de cazadores	Incrementar la difusión de los beneficios económicos de la actividad cinegética, y poner especial énfasis en los beneficios para la conservación de la vida silvestre Fomentar la creación de negocios asociados a la cacería Crear un marco legal favorable a la actividad cinegética y generar los mecanismos que favorezcan la seguridad de los cazadores
Cacería furtiva	Fomentar la participación de los tres niveles de gobierno con la sociedad civil para detectar y erradicar la caza furtiva

Fuente: elaboración propia a partir de SECTUR 2010, SEMA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Guajardo, R. y Martínez, A. 2004. Cuantificación del impacto económico del aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en el norte de México. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)/SEMARNAT. Documento interno.

REDES Consultores. 2002. Encuesta realizada a propietarios de UMA. México (inédito).

——. 2009. Encuesta realizada a propietarios de UMA. México (inédito).

SECTUR. Secretaría de Turismo. 2010. Estudio estratégico de viabilidad del segmento de turismo cinegético en México. Síntesis ejecutiva. Estudio elaborado por REDES Consultores con la colaboración de la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados (ANGADI). Documento interno.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2016. Programa de vida silvestre-Informe 2016. Documento interno.

UANL, ANGADI, CONEFF y SEMARNAT. Universidad Autónoma de Nuevo León, Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados, Consejo Estatal de Flora y Fauna Silvestre de Nuevo León, A.C. y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2004. Impacto económico del aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en el norte de México. Reporte. UANL/ANGADI/CONEFF/SEMARNAT, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Pesca

Severo Flores Aguilar

Introducción

La pesca se define como el acto de extraer, capturar o recolectar, por cualquier método o procedimiento, especies biológicas cuyo medio de vida total, parcial o temporal, es el agua (CONAPESCA 2014b).

Los primeros pobladores del territorio que hoy conforma Coahuila ya practicaban la pesca y aprovechaban la fauna silvestre acuática como fuente de alimento para autoconsumo (CONAPESCA 2014a).

Los pescadores utilizaban diferentes métodos para atrapar a los peces, desde el uso de "nazas" o trampas hechas de carrizo, hasta redes artesanales. Se practicaba la pesca a mano, de tal forma que capturaban a los peces dentro de sus cuevas. Más recientemente, en la década de los setenta, se comenzaron a emplear redes y atarrayas de nylon, así como señuelos con anzuelos.

Embalses de importancia

Coahuila, a pesar de tener un clima semidesértico, cuenta con alrededor de 50 mil hectáreas de espejo de agua, además de 1 000 km de ríos, entre los que destaca la cuenca del río Bravo, que sirve de límite con los EUA, así como los ríos San Juan, Álamos, Múzquiz –que a su nacimiento se le conoce como Socavón–, Sabinas, Salado, Monclova y el Nazas en la región lagunera (CONAPESCA 2014a).

El estado cuenta con importantes embalses, como la presa internacional La Amistad, en el municipio de Acuña; la presa Venustiano Carranza o "Don Martín", en Juárez; Centenario y San Miguel, en Jiménez; La Fragua, Noche Buena y Piedritas, en Ocampo; Palo Blanco, en Ramos Arizpe, y en la región lagunera destacan las presas Francisco Zarco, Tanque Aguilereño y Genty.

Asimismo existen presas o bordos de menor capacidad, algunas de las cuales se construyeron con el Plan Benito Juárez (CONAPESCA 2014b), como el Entronque o La Rosa, Piedra Blanca, El Pastorcito, Providencia, Las Águilas y Jalpa, en el municipio de General Cepeda; la presa 28 de Agosto, en el municipio de Parras; Alto de Norias, Las Esperanzas, Nacapa, Popa, La Leona y El Chivo, en Monclova; El Tulillo y Las Adjuntas, en Ramos Arizpe (figura 1).

Flores Aguilar, S. 2017. Pesca. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 379-384.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

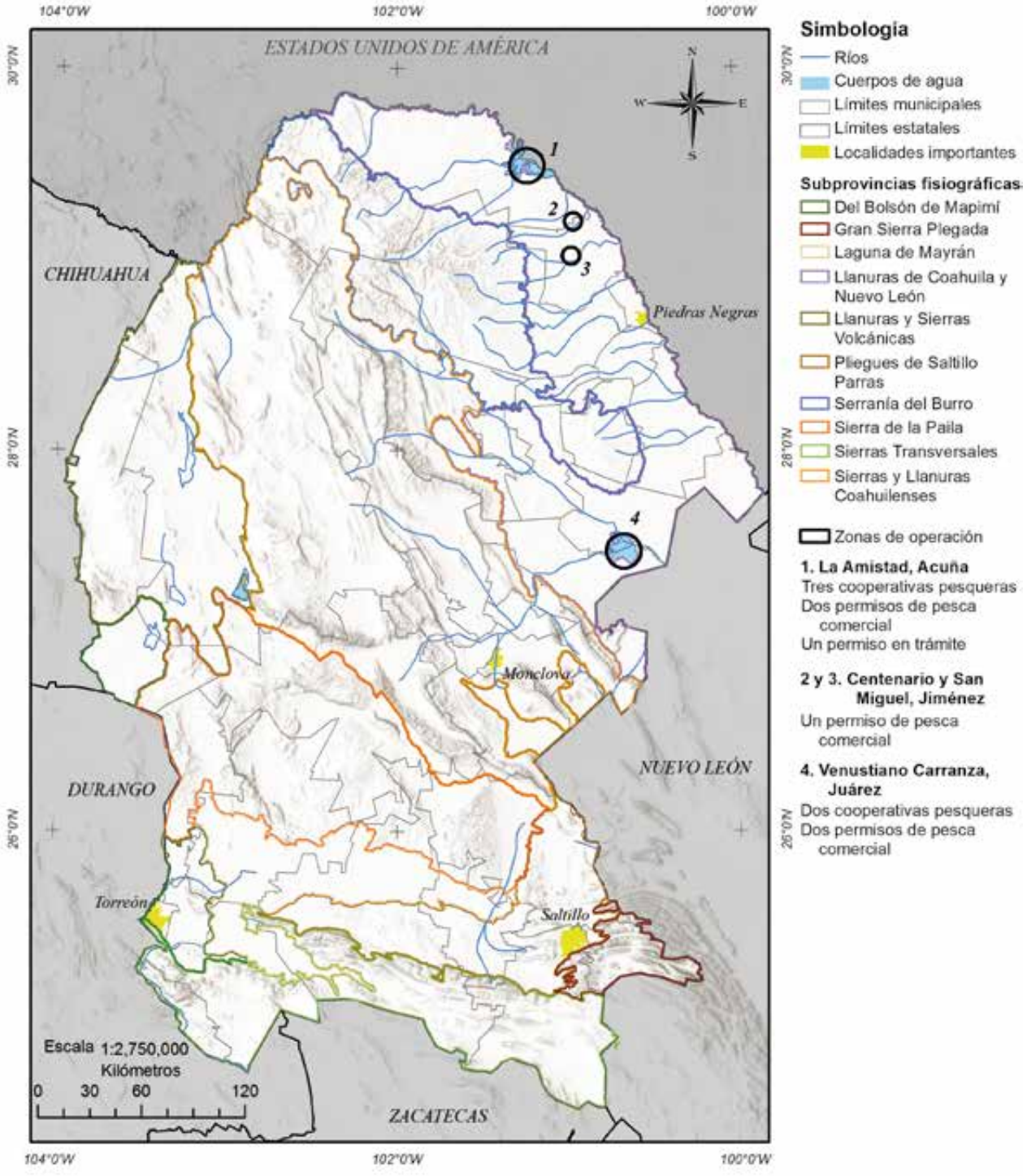


Figura 1. Zona de operación de grupos pesqueros. Fuente: Flores Aguilar 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Diversidad

La fauna silvestre acuática de Coahuila presenta una amplia diversidad, desde especies nativas como la carpa de Saltillo (*Gila modesta) y* la sardinita ojinegra de Saltillo (*Dionda melanops*), especies exóticas como el platy variado (*Xiphophorus variatus),* hasta una amplia gama de organismos que una parte o todo su ciclo de vida transcurre en el medio acuático (cuadro 1).

Algunas aves forman parte del ecosistema acuático, como garzas, patos silvestres, gallinetas, gansos, pelícanos y cormoranes, que se alimentan principalmente de peces. Otras, como las águilas, aguilillas, halcones, martín pescador y búhos, aunque no viven en el agua, también se encuentran estrechamente ligadas a los cuerpos de agua, pues parte de su dieta está constituida por organismos acuáticos (conapesca 2014a).

Otra fauna asociada a los cuerpos de agua son las especies de tortugas de concha dura y blanda; juegan un papel activo en las redes tróficas al consumir una gran variedad de peces. Además, en el ecosistema participan las serpientes de agua, culebras, víboras negras, alicantes y, cuando hay inundaciones, hasta las víboras de cascabel (*Cotralus* spp.; conapesca 2014a).

Las aguas continentales de Coahuila son habitadas por ciertos mamíferos pequeños y medianos, como el castor (*Castor canadensis*), en el río Salado y en la cuenca del río Bravo; mapaches (*Procyon lotor*), tlacuaches (*Didelphis virginana*), tejones (*Nasua narica*) y una especie de nutria o perro de agua (*Lontra longicaudis)*[1] que vive en las aguas de la presa La Amistad (conapesca 2014a).

Tipos de pesca

En Coahuila se practican cinco tipos de pesca: comercial, deportivo-recreativa, didáctica, de consumo doméstico y de fomento; cada una de ellas tiene propósitos distintos.

En la pesca comercial, la captura y extracción se efectúa con fines económicos. En la entidad, las principales especies que se aprovechan en este tipo de pesca son: carpa común (*Cyprinus carpio*), bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), bagre azul o puyón (*I. furcatus*), pintontle (*Pylodictis olivaris*), tilapia o mojarra africana (*Oreochromis* sp.), besugo o pez tambor (*Aplodinotus grunniens*), matalote (*Ictiobus cyprinellus*) y cuchilla (*Dorosoma cepedianum*).

La pesca deportivo-recreativa se practica para el esparcimiento con base en las artes de pesca autorizadas por la ley, reglamentos y normas oficiales vigentes (conapesca 2014a). Las especies preferidas para este tipo de pesca son la lobina negra o robalo (*Micropterus salmoides*), el robalo rayado, las robaletas negra y blanca (*Pomoxis annularis*), los bagre o peces gato como el azul, de canal, el cabeza de toro (*Ameiurus melas*), así como algunas mojarras nativas (*Herichthys minckleyi*) (cuadro 2).

La pesca didáctica la realizan las instituciones de educación que son reconocidas oficialmente, esto como parte de sus programas de capacitación y enseñanza.

La pesca de consumo doméstico se caracteriza por la captura y extracción sin propósito de lucro. Su único objetivo es obtener alimento para quien la realice y sus dependientes; por tanto, no podrá ser objeto de comercialización (conapesca 2014b). Para este tipo de pesca se prefieren: lobina negra, robalo rayado, bagre de canal, bagre azul, pintontle, besugo, matalote, cuchilla, tilapia, carpa y algunas mojarras nativas.

Finalmente, la pesca de fomento es la que se realiza con fines de investigación, exploración, experimentación, conservación, evaluación y divulgación de los recursos acuáticos. Con ello se busca la creación, mantenimiento y reposición de colecciones científicas o bien el desarrollo de nuevas tecnologías (conapesca 2014a).

[1] Esta especie no se reporta en el apéndice de mamíferos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Diversidad de peces, aprovechamiento y áreas de captura. Zona de pesca 1: Presa Venustiano Carranza; zona de pesca 2: Presa La Amistad.

Nombre común	Especie	Tipo de pesca	Zona de pesca	
			1	2
Bagre de canal	*Ictalurus punctatus*	Comercial	•	•
Bagre azul, puyón	*I. furcatus*	Comercial	•	•
Bagre blanco	*Ameiurus catus**	Comercial		•
Bagre cabeza de toro negro	*A. melas**	Comercial		•
Bagre cabeza de toro café	*A. nebulosus**	Comercial		•
Besugo	*Aplodinotus grunniens*	Comercial	•	•
Carpa	*Cyprinus carpio*	Comercial	•	•
Catán	*Atractosteus osseus,* A. spatula**	Comercial		•
Chupón blanco	*Catostomus commersonii**	Comercial		•
Cuchilla	*Dorosoma cepedianum*	Comercial	•	•
Lobina negra	*Micropterus salmoides*	Deportiva	•	•
Lobina de Florida	*M. salmoides floridanus**	Deportiva	•	•
Matalote	*Ictiobus cyprinellus**	Comercial		•
Pintotle	*Pylodictis olivaris*	Comercial	•	
Potranca	*Carpiodes carpio**	Comercial		•
Robaleta blanca	*Pomoxis annularis**	Deportiva	•	•
Robalo rayado	*Centropomus* sp.*	Deportiva	•	
Lobina rayada	*Morone saxatilis*	Deportiva		•
Tilapia	*Oreochromis* spp.	Comercial	•	•

*Estas especies no se reportan en el apéndice correspondiente al grupo biológico.
Fuente: elaboración propia con información de la NOM-046-PESC-2005 y NOM-060-SAG/PESC-2016.

Impacto económico

Derivado de la actividad pesquera, en los municipios con acceso a las grandes presas, así como en los ríos que pasan por las comunidades, se genera una captura por pesca ribereña de autoconsumo, así como una pesca comercial sin registro, propiciada por pescadores tradicionales que ejercen esta actividad sin un permiso oficial.

Al realizar una estimación de ambas se obtiene un volumen de 378 t de producción pesquera sin registro (autoconsumo), misma que tendría un valor aproximado de 4 240 000 pesos. Al sumar este tonelaje al producto de la pesca registrada (478 t), resulta un total de 856 t de carne derivado de la actividad pesquera en el estado (CONAPESCA 2014a). Además se registran 203 t de producción acuícola en granjas y para autoconsumo (Flores Aguilar

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Esfuerzo pesquero comercial y deportivo para Coahuila.

Esfuerzo pesquero	Cifras
Población pesquera	171 pescadores comerciales
Embarcaciones menores	139 embarcaciones comerciales
Permisos vigentes de pesca comercial	5 (carpa, bagre, tilapia, besugo, catán y otros)
Artes de pesca	1 289 redes agalleras, 632 trampas, 69 líneas con 40 a 150 anzuelos por línea
Granjas acuícolas	15
Acuacultores	15
Centros acuícolas con producción de crías de cuatro especies de peces: carpa, tilapia, bagre y lobina negra	1 federal (La Rosa)
Asociaciones o clubes deportivos	30
Flota deportiva	158 embarcaciones
Total de torneos anuales	19 nacionales

Fuente: elaboración propia 2014.

2014). La mayor parte de la producción con registro corresponde a la carpa (62%), mientras que la producción sin registro equivale a 36% (conapesca 2014a).

En las presas de Coahuila, además de la pesca comercial practicada por las sociedades cooperativas pesqueras, es de gran relevancia la pesca deportiva-recreativa, que se realiza por organizaciones, asociaciones civiles o clubes de caza y pesca. Año con año, éstas celebran una serie de torneos con la modalidad de captura y liberación de la lobina negra, principalmente, lo cual incrementa la pesca en los embalses.

En la entidad este tipo de pesca cuenta con un registro de 30 asociaciones y clubes, con una flota conformada por 158 embarcaciones y la realización de 19 torneos de pesca al año, los cuales tienen lugar en las presas La Amistad (siete torneos), Venustiano Carranza (nueve) y La Fragua (tres), así como 100 torneos de pesca celebrados en La Amistad, por parte de los eua (Flores Aguilar 2014).

Conclusión

La pesca en el estado está orientada, básicamente, a la modalidad deportiva. Es por ello que se deben considerar los factores económicos, ambientales y sociales inherentes a los grupos objeto para definir los sistemas de producción y selección de especies más adecuadas.

Esto privilegiará a las especies nativas con potencial para las actividades pesqueras en el estado, y con ello se fomentará la diversificación productiva con un enfoque de integración de las prácticas acuícolas. Además se deberá evitar la introducción de especies invasoras que afecten a las nativas y a la condición natural de los cuerpos de agua en Coahuila.

Referencias

conapesca. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2014a. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2011-2104. México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

——. 2014b. Programa Operativo de Acuacultura y Pesca en Coahuila 1977-2014. México.

Flores Aguilar, S. 2014. Avisos de arribo-bitácoras de los rubros pesqueros y estimaciones pesca ribereña y autoconsumo. México (inédito).

sagarpa. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2006. Norma Oficial Mexicana nom-046-pesc-2005. Publicada el 21 de julio de 2006. Texto vigente.

——. 2016. Norma Oficial Mexicana nom-060-sag/pesc-2016. Publicada el 19 de septiembre de 2016. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Uso de especies nativas como complementos alimenticios para la ganadería

Jesús Salvador Hurtado Reyes y Pedro Hernández Rojas

Introducción

Por muchos años, la ganadería en Coahuila ha basado su sustento en los recursos forrajeros provenientes de 11 millones de hectáreas de agostadero (INEGI 2013), también conocidos como pastizales, que de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), son una gama de tipos de vegetación que se encuentran en los terrenos abiertos y que son utilizados, principalmente, para el pastoreo. Además, comprenden diferentes tipos de matorrales junto con los llamados pastizales o zacatales (FAO 1993).

Este recurso se ha deteriorado, en parte por la presión de pastoreo provocada por el desajuste de la carga animal acorde a la producción de forraje disponible, es decir, se tienen en producción más unidades animal que lo que el agostadero puede soportar. El deterioro de este ecosistema involucra la baja producción de forraje, extinción de especies nativas e incremento de especies indeseables (exóticas o introducidas), pérdida de cobertura vegetal y el consecuente deterioro del suelo por efecto del viento y las precipitaciones torrenciales, aspecto que se ha traducido en menor producción de carne por hectárea.

Los periodos de baja precipitación o sequía ocasionan que disminuya la producción de forraje, lo que se traduce en un aumento en la mortalidad del ganado y obliga al ganadero a considerar diferentes alternativas de manejo, tales como la venta de ejemplares y el destete precoz, lo que implica una disminución en la carga animal del agostadero (Chávez *et al.* 2000). Esto se puede evitar con la implementación de un buen programa de manejo en lo referente al ajuste de la carga animal y el uso de alternativas preventivas como complemento alimenticio para disminuir los efectos de la sequía.

El objetivo de la presente contribución es mostrar qué elementos de la biodiversidad del estado, como lo son las especies arbustivas nativas, se pueden utilizar como alternativas en el complemento alimenticio de la ganadería bajo condiciones extensivas.

Especies arbustivas nativas útiles y sus propiedades como suplemento alimenticio

En Coahuila, algunas de las especies con potencial para aprovecharse como complemento

Hurtado Reyes, J.S. y P. Hernández R. 2017. Uso de especies nativas como complementos alimenticios para la ganadería. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 385-392.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

alimenticio de la ganadería son: costilla de vaca (*Atriplex canescens*), mezquite (*Prosopis* spp.) y nopal (*Opuntia* spp.) (cuadro 1). Habitan principalmente en los matorrales micrófilos y espinosos.

Costilla de vaca

También conocida como chamizo o mantequilla (*A. canescens*), es un arbusto originario de las zonas áridas y semiáridas del norte de México. En Coahuila se distribuye en los matorrales desérticos micrófilos que, a su vez, se caracterizan por contener plantas de hojas pequeñas y distribuirse en llanuras aluviales y bajadas típicas (INEGI 2015).

Otras comunidades vegetales en las que se encuentra asociada son el matorral desértico rosetófilo y, en menor grado, el matorral crasicaule (Loredo *et al.* 1993). Se desarrolla en suelos de textura arenosa o areno arcillosos, forman comunidades puras o en asociación con otras plantas arbustivas o herbáceas, tolera la salinidad y representa un potencial forrajero para el ganado.

Su valor nutricional se debe al alto contenido de proteína cruda, la cual varía de 13% a 20% y otras características como la palatabilidad, la accesibilidad al ramoneo y la buena producción de forraje (Romero-Paredes y Urrutia 2004; cuadro 2). Estas características la convierten en una buena fuente de proteína para el ganado.

Para poder utilizar la costilla de vaca como suplemento, es necesario el establecimiento de una plantación con alta densidad de individuos de esta especie y un pequeño potrero cercado para excluirla del pastoreo y preservarla para su uso en la época requerida. Estas plantaciones son también conocidas como bancos de proteína y constituyen una de las formas más económicas de suplementar (Romero-Paredes y Urrutia 2004).

Mezquite

Es una planta arbórea o arbustiva distribuida en las regiones áridas y semiáridas del norte de México. Presenta resistencia a la sequía, al desarrollarse en áreas de lluvia escasa. Se distribuye principalmente en los bosques de mezquite de las regiones Centro y Norte del estado (INEGI 2013).

Representa una fuente de forraje para el ganado que se alimenta de la vegetación nativa del agostadero. El mayor valor del mezquite como forraje son sus vainas que miden entre 15 y 20 cm y contienen de 12 a 20 semillas. Éstas son consumidas por la mayoría de las especies de

Cuadro 1. Principales especies arbustivas nativas con potencial para su uso en la ganadería.

Nombre común	Familia	Especie	Importancia
Costilla de vaca	Amaranthaceae	*Atriplex canescens*	Palatabilidad, accesibilidad al ramoneo y buena producción de forraje
Mezquite	Fabaceae	*Prosopis* spp.	El mayor valor del mezquite como forraje son sus vainas
Nopal	Cactaceae	*Opuntia* spp.	Para consumo animal y humano

Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

animales domésticos, particularmente bovinos, caprinos, ovinos y equinos, debido al sabor dulce que le confiere su elevado contenido de azúcares (conaza e ine 2000).

Las vainas de mezquite son una fuente de energía que aportan azúcares solubles, por lo que es posible reemplazar al maíz y a la harina de trigo en las raciones para animales. Tiene un valor de proteína cruda de entre 13 y 20%. Contiene, además, cantidades importantes de calcio, fósforo, hierro y algunas vitaminas del complejo B (Romero-Paredes y Urrutia 2004; cuadro 2).

Nopal

Esta planta ha acompañado a los pobladores de México a través de la historia y está ligada a la idiosincrasia de los mexicanos desde antes de la fundación de la gran Tenochtitlán, que significa "nopal sobre piedra" (Velázquez 1998).

Las características nutritivas del nopal varían de acuerdo con la edad de las pencas, lo que se debe tomar en cuenta al momento de utilizarlas en la alimentación del ganado. El cladodio de un mes de edad es más rico en vitamina C, carbohidratos y proteínas, mientras que el cladodio de un año de edad presenta contenidos mayores de calcio, sodio, potasio y hierro, así como de fibra (Guzmán y Chávez 2007).

Plantaciones de costilla de vaca como fuente de complemento alimenticio

Las áreas con predominancia de costilla de vaca pueden ser consideradas como una fuente de proteína y se han utilizado con el propósito de complementar la alimentación de las cabras en el agostadero (Romero-Paredes *et al*. 1999).

El tiempo de pastoreo dentro de estas áreas estará en función de la cantidad de forraje disponible de costilla de vaca y de los requerimientos diarios del ganado. En este caso deberá conocerse la cantidad y calidad de forraje disponible en el agostadero para que el propio forraje sea la parte complementaria del consumo diario. En el cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos en producción de leche caprina, al utilizar plantaciones de costilla de vaca como suplemento (Romero-Paredes *et al*. 1999).

Cuadro 2. Características nutricionales de la costilla de vaca, la vaina de mezquite y el nopal.

Nutrimento	Costilla de vaca	Vaina de mezquite	Nopal
Materia seca (%)	35	93	8-17
Proteína cruda (%)	13-20	12-16	4-12
Cenizas (%)	15	5	
Fibra cruda (%)			35-45
Fibra neutro detergente (%)	47	34	
Fibra ácido detergente (%)	25	23	
Digestibilidad calculada (%)	68	43	72* 65-80**
Energía digestible (Mcal/kg)	-	3.0-3.3	1.9-2.6

*Proteína **Materia orgánica
Fuente: Romero-Paredes y Urrutia 2004.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Producción de leche y su composición en grasa, proteína y sólidos totales de cabras lactantes suplementadas con costilla de vaca, manejadas bajo un sistema extensivo a libre pastoreo.

Variable	Sin suplemento	Costilla de vaca
Peso corporal (kg)	36.40	38.00
Producción de leche (ml)	470.60	558.70
Grasa en leche (%)	5.16	4.31
Grasa en leche (g)	26.82	27.07
Proteína en leche (g/l)	38.62	36.45
Proteína en leche (g)	21.67	26.04
Sólidos totales en leche (%)	15.68	13.67
Sólidos totales en leche (g)	92.38	93.06

Fuente: Romero-Paredes *et al*. 1999.

Áreas con potencial para el establecimiento de costilla de vaca y nopal forrajero

Las regiones en donde la costilla de vaca y el nopal tienen mayor utilidad son las áridas y semiáridas de San Luis Potosí, Coahuila, Zacatecas y Chihuahua. En la figura 1 se presentan las áreas con potencial para la ubicación de estas dos especies en el estado de Coahuila; no obstante, deberán validarse antes de la recomendación para el establecimiento de proyectos para el desarrollo de bancos de proteína.

Suplemento a base de costilla de vaca y vainas de mezquite para cabras en lactancia a libre pastoreo durante el periodo de estiaje

La actividad consiste en el ramoneo, durante el periodo de invierno-primavera, en una parcela de costilla de vaca y el empleo de vainas de mezquite previamente recolectadas en la temporada de producción; se almacenan hasta el momento de su utilización. La aplicación es por parte de los productores, con explotación de ganado caprino, bovino y ovino en libre pastoreo en las regiones áridas y semiáridas, con disponibilidad de dichos insumos.

La ganadería caprina manejada bajo un sistema a libre pastoreo, en las regiones áridas y semiáridas como Coahuila, tiene su principal fuente de alimento en los matorrales, pastos y malezas del agostadero. La disponibilidad de forraje y subproductos agrícolas y de post-cosecha en esta región es estacional, definida por la presencia de lluvias y por los patrones de cultivo.

Un poco antes de comenzar el invierno, hasta ya avanzada la primavera, hay escasez de forraje y pocos residuos de cosecha, lo que da lugar a un periodo crítico por falta de alimento. Esta situación ocasiona en el ganado caprino una deficiente alimentación y, por consiguiente, baja productividad de los animales.

Para la aplicación de la tecnología se debe contar con una parcela de costilla de vaca, ya sea natural o establecida previamente. La parcela deberá ser regada por lo menos una vez al año en el mes de enero. La recolección de las vainas de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

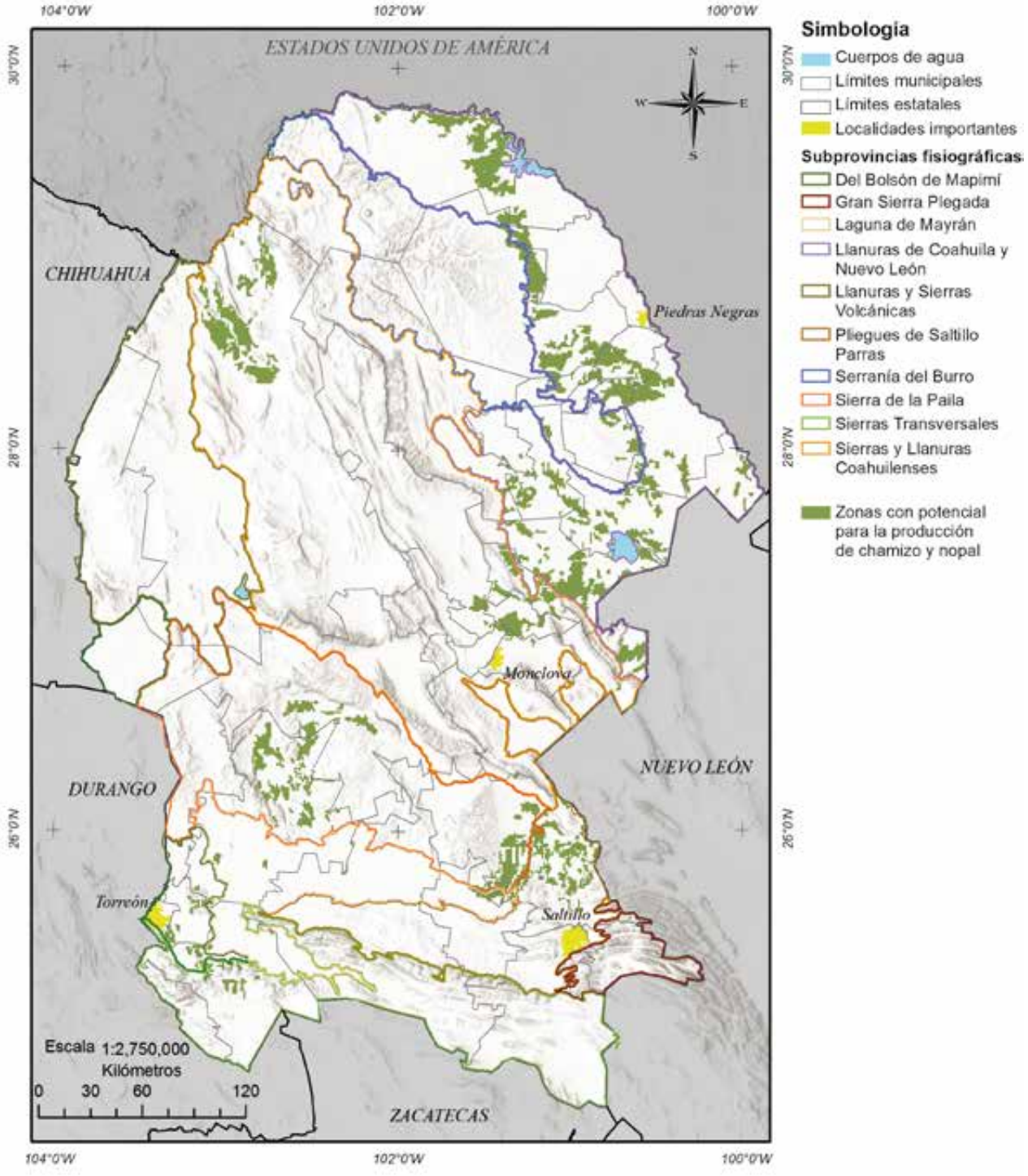


Figura 1. Área con potencial para la producción combinada de costilla de vaca y nopal en Coahuila. Fuente: elaboración propia con base en Martínez *et al.* 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

mezquite se realizará en los meses de su producción (julio-agosto), se triturarán en porciones no mayores a 5 cm, posteriormente se colocarán en bolsas de plástico y éstas en tambos de 200 l. Se cubrirán con el mismo plástico y se colocará la tapadera del referido tambo. A partir del mes de enero hasta el mes de mayo de cada año, después del pastoreo de la mañana, se proporcionará la costilla de vaca bajo ramoneo durante una hora por la tarde y no menos de 400 g de vainas de mezquite en el comedero, mezcladas con algún esquilmo de cosecha.

Este método no sólo es factible con aquellos productores que manejan el ganado caprino a libre pastoreo, en donde se encuentren los insumos para su aplicación, sino también con ganado bovino y ovino. El valor del suplemento es de $0.46 por animal, mismo que cubre el costo de la recolección y almacenamiento de las vainas de mezquite y el mantenimiento de la parcela de chamizo (Romero-Paredes *et al.* 1999).

La producción de leche por cabra, manejada bajo un sistema a libre pastoreo, es de 350 a 470 ml por cabra al día, cantidad que es posible elevarla 46% (690 ml) con el suplemento a base de costilla de vaca y vainas de mezquite. El precio promedio actual de la leche de cabra es de $3.00 por litro, por lo que se tiene un ingreso más de $0.93 por animal (Romero-Paredes *et al.* 1999). Esto no sólo indica un aumento en la producción de leche, sino también una menor mortalidad del cabrito desde el nacimiento hasta el destete y un mantenimiento adecuado de la condición corporal de la madre (Romero-Paredes *et al.* 1999).

La característica perenne de la costilla de vaca la hace muy atractiva para utilizarse como fuente de alimento en cualquier época del año, en especial durante el periodo seco, cuando disminuye notablemente la cantidad de forraje disponible, así como su calidad nutricional (Soltero y Fierro 1980). De hecho, los animales hacen un elevado consumo de este arbusto durante el periodo seco del año.

El aprovechamiento de la costilla de vaca se puede iniciar entre los 18 y 24 meses después del trasplante a campo; si su uso inicia a los 18 meses, debe ser en forma limitada y cuidadosa, y procurar que los animales no consuman más del 50% del follaje de la planta.

Se ha observado que aún durante la época de sequía, la calidad del forraje de la costilla de vaca es aceptable y que el ganado prefiere consumirla de octubre a mayo. El aprovechamiento de los arbustos debe dirigirse principalmente hacia el rebrote anual, lo que permitiría su recuperación en la siguiente estación de crecimiento (Valderrábano *et al.* 1996).

Suplementación con nopal

El nopal se caracteriza por ser un forraje suculento, bien aceptado por el ganado, con un elevado contenido de agua (de 83% a 92%) y un valor nutricional muy variado (cuadro 2). Cuenta con un contenido de 29 g/100 g de caroteno y 13 mg/100 g de ácido ascórbico (Luna y Urrutia 2008).

Se ha registrado que el contenido de proteína es mayor en pencas de menos de un año, reduciéndose con la edad en aquellas de más de tres años, mientras que aumenta el contenido de fibra cruda. La fertilización tiende a incrementarse (Luna y Urrutia 2008). El valor nutritivo de este forraje varía en función de la especie de nopal, lo que dificulta determinar que la especie a cultivar presente el mejor aporte nutricional. En general, las especies Cacanapo (*Opuntia lindheimeri*),[1] rastrera (*O. rastrera*) y Copena F1 (*O. ficus-indicus*)[1] son las que tienen mejor contenido de proteína y las de mayor digestibilidad (Luna y Urrutia 2008).

El nopal usado como complemento en la dieta de ganado mejora el aprovechamiento de

[1] Estas especies no se presentan en los apéndices de la obra.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

otras fuentes de alimento, en especial de aquellas con alto contenido en fibra, como los rastrojos de sorgo y maíz que son de uso común en las regiones árida y semiárida del norte de México.

Debido a su elevado contenido de azúcares solubles de rápida y mediana velocidad de degradación, constituye un excelente complemento de alimentos altos en proteína, como el forraje de arbustivas y pollinaza. Cuando el nopal es utilizado como complemento de arbustivas forrajeras cuyo contenido de sales es elevado, como la costilla de vaca (*A. canescens*), su alto contenido de agua ayuda a la dilución de esas sales (Luna y Urrutia 2008).

Asimismo, en periodos de sequía, el nopal contribuye en la solución de problemas de ingestión de agua en dichas regiones y, además, mejora el consumo de forraje en áreas donde no se cuenta con una buena distribución de abrevaderos o aguajes (Luna y Urrutia 2008).

En los corderos alimentados exclusivamente con costilla de vaca (*Atriplex nummularia*)[2] se observó que perdieron peso (35 g/d). No obstante, al suplementar con grano de cebada o con nopal, ganaron 67 y 20 g/d de peso, respectivamente (Ben *et al.* 2005). Esto sugiere que el forraje de *A. nummularia* es insuficiente para cubrir las elevadas necesidades nutricionales de corderos en crecimiento, pero es posible satisfacerlas al complementar alguna fuente de energía.

Para mejorar la producción de leche de cabra al pastorear en sitios con elevada población de costilla de vaca, se ha utilizado la complementación con nopal de la variedad Copena F-1, producido en condiciones de riego, en un nivel de suplementación diseñado para proporcionar a las cabras 0.8% de su peso vivo a partir del nopal, lo que representó poco más de la tercera parte del requerimiento de materia seca de una cabra en lactación (CAN y NRC 1981).

Con ello, la producción diaria de leche se elevó rápidamente de 150 ml/cabra a casi 300 ml en tres semanas, mientras que las cabras a las que no se les complementó mantuvieron un nivel de producción similar al inicial.

Además se ha observado que la complementación con nopal en niveles superiores al utilizado previamente, no inducen una mejora en la producción de leche (Urrutia *et al.* 2006). El nopal aportó principalmente azúcares solubles que, en conjunto con la elevada cantidad de proteína disponible en el rumen procedente de la costilla de vaca, dan origen a un mejor balance de nutrientes para la síntesis de los elementos precursores de los componentes de la leche.

Conclusión

La costilla de vaca afín a la región árida y semiárida, además del nopal y el mezquite, se encuentra naturalmente y es asociada y separada en ciertos tipos de vegetación donde se tiene el potencial para rehabilitar dichas áreas.

Existe tecnología para el establecimiento de áreas con costilla de vaca, mezquite y nopal como suplementos de proteína y energía, o para la revegetación de agostaderos en los que se ha perdido gran parte de las plantas deseables para el ganado, lo cual ayuda a revertir los procesos de erosión e incrementar la disponibilidad de forraje de buena calidad.

La ubicación de zonas con elevada población de costilla de vaca constituye una herramienta viable para mejorar la alimentación animal durante los periodos secos del año, lo cual beneficia al productor de varias maneras: evita las pérdidas de peso ocasionadas por los estados recurrentes de subalimentación que experimentan los animales y abre la posibilidad de ampliar los periodos de producción de leche (en el caso de las cabras).

Por otro lado, los resultados indican que el aporte de nutrientes de las plantas del género *Atriplex* alcanzan a cubrir los requerimientos de

[2] Esta especie no se presenta en los apéndices de la obra.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

mantenimiento de una cabra en lactación durante cualquier época del año, y que el uso del nopal como fuente de energía para suplementar a las cabras que consumen costilla de vaca, constituye un complemento en la dieta que permite mejorar su comportamiento productivo.

Referencias

Ben, S.H., H. Abdouli, A. Nezaoui *et al.* 2005. Nutritive value behaviour, and growth of barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. Inermis) pads. *Small Rumiant Research* 59:229-237.

Chávez, D.J, D. Calderón-M. y V. Morales-Guiza. 2000. *Manejo del ganado bajo condiciones de sequía en los agostaderos de Baja California*. Folleto técnico no. 6. INIFAP/Campo Experimental Costa de Ensenada, México.

CONAZA e INE. Comisión Nacional de Zonas Áridas e Instituto Nacional de Ecología. 2000. El mezquite *Prosopis* spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. INIFAP/Centro de Investigación Regional del Noroeste (CIRNO)/Campo Experimental Todos Santos, Baja California.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1993. *Papel del ganado doméstico en el control de la desertificación*. Programa de las Naciones Unidas para el Mejoramiento del Ambiente y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Chile.

Guzmán L., D. y J. Chávez. 2007. Estudio bromatológico del cladodio del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. *Revista de la Sociedad Química del Perú* 73(1):41-45.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2013. Uso de Suelo y Vegetación. Serie V. México.

——. 2015. Guía para la interpretación de cartografía. Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie V. México.

Loredo, O.C., S. Beltrán y J. Villanueva. 1993. *Atriplex canescens*: una alternativa para tierras marginales en zonas semiáridas de San Luis Potosí. Folleto técnico no. 6. INIFAP/CIRNE/Campo Experimental Palma de la Cruz (San Luis), México.

Luna, V.J. y J. Urrutia. 2008. Nopal para forraje en el Altiplano Potosino. Folleto para productores no. 49. INIFAP/CIRNE/Campo Experimental San Luis, México.

Martínez, B.O.U., G. Medina, C. Loredo *et al.* 2010. Propuesta de ordenamiento productivo de las regiones áridas y semiáridas del estado de Coahuila. Publicación especial no. 15. INIFAP/CIRNE/Campo Experimental Saltillo, México.

CAN y NRC. Committee on Animal Nutrition y National Research Council. 1981. *Nutrient Requirements of Goats*. National Academy Press, Washington.

Romero-Paredes, R.J.I., M.C. Silos, F.T. Ramírez *et al.* 1999. Suplementación con chamizo y vainas de mezquite a cabras en lactación bajo un sistema extensivo. En: *Memorias de la XXXV Reunión Nacional de Investigaciones Pecuarias*. Yucatán, p. 114.

Romero-Paredes, J. y J. Urrutia. 2004. Suplementación con costilla de vaca y vaina de mezquite a cabras en lactancia. Desplegable para productores no. 16, septiembre 2004. SAGARPA/INIFAP/Campo Experimental San Luis Potosí, México.

Soltero, G.S. y L.C. Fierro. 1980. Contenido y fluctuación de chamizo (*Atriplex canescens*) durante el período de sequía en un matorral micrófilo. Boletín Pastizales II(5). Rancho Experimental La Campana (RELC)/Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP)/Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), México.

Urrutia, M.J., M.O. Díaz G., L.T. Rivera *et al.* 2006. Evaluación del chamizo como principal alimento para producción de leche caprina en la estación de estiaje. En: *Memorias de la XXI Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Estado de México, pp. 325-328.

Valderrábano, J., F. Muñoz e I. Delgado. 1996. Browssing ability and utilization by sheep and goats of *Atriplex halimus* L. *Small Rumiant Research* 19:131-136.

Velázquez, E. 1998. *El nopal y su historia*. Clío, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Usos y valor nutritivo de los maíces nativos

Norma Angélica Ruiz Torres y Froylán Rincón Sánchez

Introducción

La diversidad de maíz nativo en Coahuila está integrada por las razas Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Ratón, Tuxpeño y Tuxpeño Norteño (Rincón-Sánchez *et al.* 2010). Con base en la frecuencia de las muestras analizadas por dichos autores, las razas más importantes son: Cónico Norteño (21.1%), Ratón (26.7%) y Tuxpeño Norteño (20.0%) (figuras 1, 2 y 3).

Uno de los maíces más característicos y endémicos de México es el del grupo cónico (Anderson 1946, Sánchez *et al.* 2000). Debido a que cuenta con un alto potencial por su elevada producción de pigmentos, sus razas se destinan a diferentes usos alimenticios, como producción de tortilla, tamales, antojitos, pinoles y atoles de color.

Los maíces de este grupo se asocian también con el aprovechamiento de subproductos de la planta, como la hoja para el tamal y la planta entera para forraje (CONABIO 2012). Debido a su color y textura de grano son apreciados para elotes, ya que son más dulces y blandos que otras razas.

En Coahuila, Aguirre *et al.* (2011) realizaron un diagnóstico de la producción y diversidad de maíces nativos, para lo cual encuestaron 600 productores, en 60 localidades; aplicaron diez encuestas por localidad. Estos sondeos permitieron recabar información para identificar sistemas de producción utilizados, los usos que se le da al producto, el tipo de semillas empleado, su procedencia y la forma en que la conservan para los siguientes ciclos de siembra.

En cuanto al uso que se le da a la producción, encontraron que 93% de los productores siembra el maíz con el propósito de obtener grano y forraje; a 4% de ellos le interesa en forma exclusiva la producción de grano y a 2.1% el forraje. El maíz en grano lo usan para el autoconsumo, así como para la alimentación de animales de traspatio, como vacas, gallinas y cerdos. El forraje interesa como alimento para ganado y para vender en la época de sequía.

Si se considera que 93% es equivalente al 100%, se reporta que 94.2% de los agricultores destina una parte o toda la producción en la elaboración de tortillas, tamales, atoles y panes, etc., y además que 88.5% de éstos reserva parte de su producción para usarla como semilla en el siguiente ciclo de siembra.

Asimismo, del total de productores que se dedican a la producción de granos, la tercera

Ruiz Torrez, N.A. y F. Rincón-Sánchez. 2017. Usos y valor nutritivo de los maíces nativos. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 393-398.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Cónico Norteño. Foto: Froylán Rincón Sánchez/Banco de Imágenes CONABIO.

Figura 2. Raza Ratón. Foto: Juan Valadez Gutiérrez/Banco de Imágenes CONABIO.

Figura 3. Tuxpeño Norteño. Foto: Froylán Rincón Sánchez/Banco de Imágenes CONABIO.

parte de éstos destinan tal producción a la venta para consumidores de la comunidad o a la alimentación de ganado, principalmente caprinos y bovinos, y 10.3% de los productores vende parte de su cosecha fuera de la localidad.

Los productores, además de usar el grano para consumo humano, también destinan una parte de esta producción para la alimentación de ganado, lo que evidencia que no únicamente el rastrojo se usa como forraje, sino también el grano. Como dato importante se puede mencionar que del total de productores de maíz para forraje, 84.3% produce para el consumo de su ganado y 19.8% para la venta en su comunidad. Lo anterior pone en manifiesto la importancia de los maíces nativos en Coahuila.

Usos y valor nutritivo

La composición química del grano de maíz y, por consiguiente, su valor nutritivo, depende del genotipo de la variedad, el ambiente, las condiciones de siembra y el manejo del cultivo. Por ejemplo, el contenido de proteína varía dependiendo del maíz del que se trate, ya que en general los que poseen endospermo suave tienen menor contenido de proteína (maíz pozolero), que los de endospermo duro (maíz palomero) (Salinas *et al.* 1992). En este sentido, la dureza en el grano de maíz es un parámetro importante para predecir el uso que se le puede asignar.

Del total de la proteína del grano entero, alrededor de 52% son prolaminas (zeínas) que se localizan principalmente en el endospermo; el resto lo constituyen las albúminas y las globulinas (22%), las cuales se concentran en el germen, y las glutelinas (25%) que se encuentran tanto en el germen como en el endospermo (Wilson 1987).

A continuación se presentan dos estudios que abordan la relación entre el uso que se le otorga a los maíces nativos del estado y la dureza del grano.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En relación al uso que se le puede asignar al grano de maíz por la dureza del endospermo, Ruiz-Torres *et al*. (2009) evaluaron, en el Laboratorio de Fisiología de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), 20 poblaciones de maíz nativo recolectadas en la región Sureste, cultivadas bajo condiciones de secano; es decir, de temporal (cuadro 1).

La dureza del grano y el tiempo de cocción se determinó por medio del índice de flotación, que es un método indirecto, y el contenido de proteína mediante el método de Kjeldhal, el cual se utiliza en química analítica para la determinación del contenido de nitrógeno orgánico con el que, al multiplicar su valor por un factor constante de 6.25, se obtiene el contenido de proteínas.

La dureza se calificó de acuerdo a la norma NMX-FF-034/1-SCFI-2002 (SE 2002), en la que

Cuadro 1. Colecta por localidad y municipio de poblaciones nativas para estudio de dureza de grano y contenido de proteína.

No. de colecta	Localidad	Municipio	Dureza	Tiempo de cocción
1	San Francisco del Ejido 1	Saltillo	Duro	40*
2	San Francisco del Ejido 2	Saltillo	Duro	40*
3	Santa Elena	Saltillo	Duro	40*
4	San José de la Unión	Parras	Duro	40*
5	Garambullo	Parras	Duro	40*
6	Guajardo	Ramos Arizpe	Duro	40*
7	Rincón Colorado	General Cepeda	Intermedio	35
8	San Juan de Sauceda	Ramos Arizpe	Duro	40*
9	Cosme	Ramos Arizpe	Duro	40*
10	La Tortuga	Ramos Arizpe	Duro	40*
11	Chapultepec	Arteaga	Intermedio	35
12	2 de Abril	General Cepeda	Intermedio	35
13	La Constancia	Parras	Intermedio	40*
14	La Constancia	Parras	Duro	40*
15	Nuevo Sabanilla	Parras	Duro	40*
16	San Juanito	Arteaga	Intermedio	35
17	San Antonio de las Alazanas	Arteaga	Intermedio	35
18	Porvenir de Jalpa	General Cepeda	Intermedio	35
19	Narigua	General Cepeda	Intermedio	35
20	Jalpa	General Cepeda	Intermedio	35

*Granos con la dureza requerida para la elaboración de tortillas conforme a la norma NMX-FF-034/1-SCFI-2002.
Fuente: Ruiz-Torres *et al*. 2009.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

los valores del índice de flotación entre 0-12% corresponden a maíces con granos muy duros, 13-37% duros, 38-62% intermedios, 63-87% suaves, y mayores de 87% muy suaves; cada categoría necesita un tiempo de cocción definido (cuadro 2).

Para la elaboración de tortillas de maíz y productos nixtamalizados se requiere una dureza de grano máxima de 40% (SE 2002). Al considerar los resultados en este trabajo, y de acuerdo a la norma NMX-FF-034/1-SCFI-2002, las poblaciones en estudio se ubicaron dentro de las cinco categorías de dureza, y 13 de ellas (65%) presentaron granos con la dureza requerida para la elaboración de tortillas.

De estas poblaciones, únicamente la recolectada en la localidad de La Tortuga, en el municipio de Ramos Arizpe (población 10), presentó granos con endospermo muy duro, que requieren un tiempo de cocción de 45 minutos; las siguientes 11 poblaciones mostraron granos duros con un tiempo de cocción de 40 minutos: San Francisco del Ejido 1, San Francisco del Ejido 2, Santa Elena, Garambullo, Guajardo, San Juan de Sauceda, Cosme, 2 de Abril, La Constancia, Porvenir de Jalpa y Jalpa (cuadro 1).

De este tipo de maíz ya nixtamalizado (cocido con cal), se pueden elaborar tortillas, tacos, tamales, quesadillas, sopes, enchiladas y chilaquiles.

En este estudio se encontró un contenido de proteína en un rango de 7.7 a 11.1% (figura 4); estos valores extremos son los correspondientes a las poblaciones recolectadas en Jalpa (General Cepeda) y en Cosme (Ramos Arizpe), respectivamente. Los resultados están dentro del rango de contenido de proteína en maíz reportado por Salinas *et al*. (1992).

En otro estudio realizado por Ruiz-Torres en 2009, con base en una muestra de 23 poblaciones de maíz recolectadas en diferentes municipios del estado, se determinó la dureza del endospermo y el tiempo de cocción, para lo cual se empleó el mismo proceso antes mencionado.

De acuerdo a los resultados (cuadro 3), se observó que predominan los maíces con granos de dureza intermedia, dura y muy dura, lo que representa alrededor de 87%, con tiempos de cocción de 35, 40 y 45 minutos, respectivamente. Estos maíces se pueden usar en la elaboración de tortillas, totopos, frituras y chicales. Los granos suaves y muy suaves son usados en la elaboración de atoles y en platillos como el pozole.

El contenido de proteína presentó una variación de 9.12%, en el municipio de Ocampo, a 12.46 %, en Juárez. Este carácter es influenciado por el ambiente de producción y el genotipo de la

Cuadro 2. Dureza de grano y tiempo de cocción con base en el índice de flotación.

Valores de índice de flotación (%)	Dureza	Tiempo de cocción (minutos)
0-12	Muy duros	45
13-37	Duros	40
38-62	Intermedios	35
63-87	Suaves	30
88-100	Muy suaves	25

Fuente: SE 2002.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

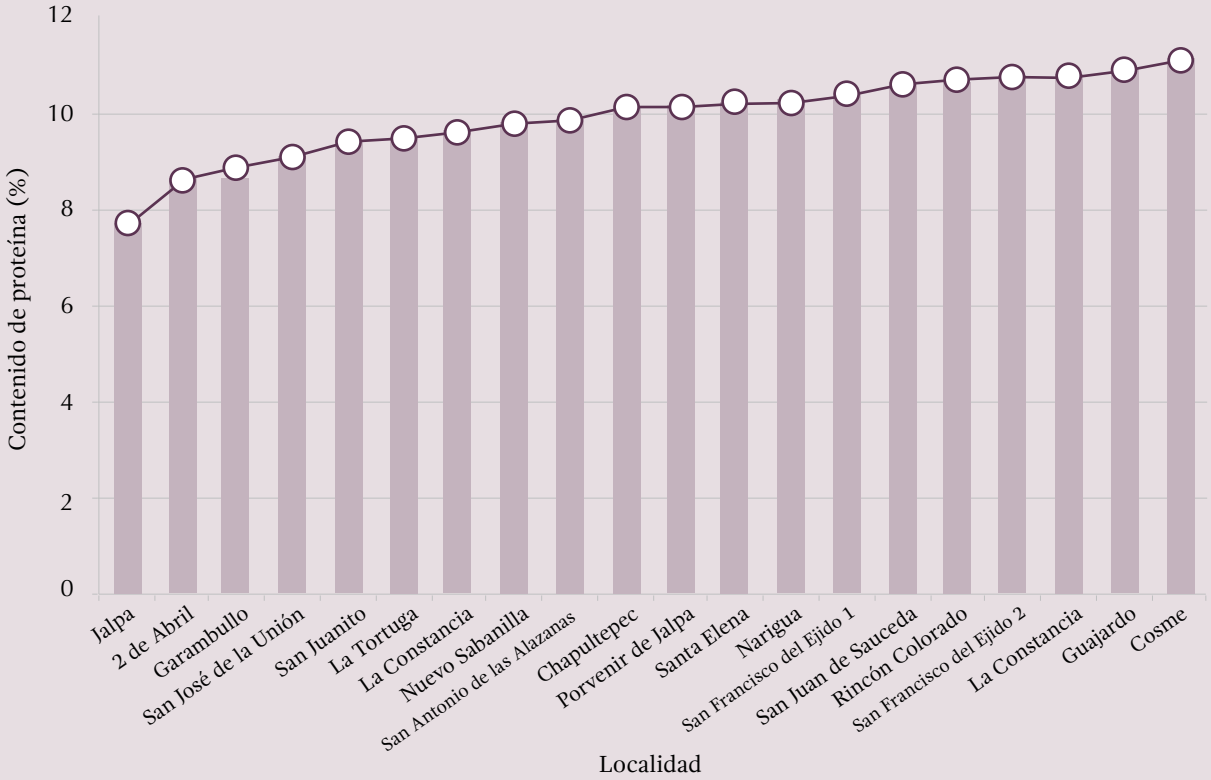


Figura 4. Contenido de proteína en poblaciones de maíz recolectadas en el sureste de Coahuila. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3. Municipios de recolecta y características del grano de maíz, dureza y tiempo de cocción.

Municipio	Dureza del maíz	Tiempo de cocción (minutos)*
Ocampo	Muy duros	45
Sacramento	Muy duros	45
Frontera	Muy duros	45
Jiménez	Duros	40
Castaños	Duros	40
Abasolo	Duros	40
Ramos Arizpe	Duros	40
Villa Unión	Duros	40
San Pedro	Duros	40
Parras	Duros	40
Juárez	Duros	40
Saltillo	Duros	40
Candela	Duros	40
Torreón	Intermedios	35
Arteaga	Intermedios	35
Cuatro Cienégas	Intermedios	35
San Buenaventura	Intermedios	35
Zaragoza	Intermedios	35
General Cepeda	Intermedios	35
Lamadrid	Intermedios	35
Viesca	Suaves	30
Nadadores	Muy suaves	25
Monclova	Muy suaves	25

*De acuerdo a la NMX-FF-034/1-SCFI-2002
Fuente: Ruiz-Torres 2009.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

población, ya que el factor ambiental tiene un papel sumamente importante durante el desarrollo de la semilla, y depende en gran medida del nitrógeno disponible para la síntesis de las proteínas. La temperatura es otro factor a considerar en las diferencias expresadas en el contenido de proteína. A pesar de esto, los valores observados están en el rango reportado para maíz (Salinas *et al.* 1992).

En ambos estudios, las poblaciones de maíz se destinan a diferentes usos alimenticios, como producción de tortilla, tamales, pinoles, atoles y pozoles, según la dureza del grano. Los subproductos de la planta también son aprovechados, entre ellos, la hoja para la elaboración de tamales y la planta entera para forraje.

Conclusión

En Coahuila existen seis variedades de maíz que, de acuerdo a la dureza del grano, pueden ser usadas en la elaboración de numerosos alimentos. La consistencia del grano y el contenido de proteína son elementos importantes a considerar para el uso del maíz en la entidad y, según los reportes analizados, las poblaciones en estudio se ubican en el rango reportado para maíz.

Se recomienda preservar las poblaciones de maíces nativos de Coahuila, tomar en cuenta la diversidad existente y considerar su versatilidad como alimento. Asimismo se recomienda establecer programas regionales de producción de semilla de maíces nativos del estado, ya que existe arraigo en el uso de los mismos tanto para alimentación humana como para forraje (Ruiz-Torres *et al.* 2009).

Referencias

Aguirre, V.J., F. Rincón S., R. Ramírez S. *et al.* 2011. *Modelo para la conservación de maíces criollos en el sureste de Coahuila, México*. Vicente Javier Aguirre Moreno, Coahuila.

Anderson, E. 1946. Maize in Mexico. A preliminary survey. *Annals of Missouri Botanical Garden* 33:147-247.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. Razas de maíz de México. En: <*http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/razas2012.html*>, última consulta: 2 de agosto de 2013.

Rincón-Sánchez, F., F. Castillo y N.A. Ruiz. 2010. *Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. (SMF), México.

Ruiz-Torres, N.A., F. Rincón-Sánchez y S. Pérez-Cortés. 2009. Contenido de proteína y dureza del grano en poblaciones de maíz criollo. En: *Memoria de Resúmenes. III Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y Uso de los Maíces Criollos.* SMF/Instituto Tecnológico de Roque, México.

Salinas, M.Y., J.L. Arellano y F. Martínez. 1992. Propiedades físicas, químicas y correlaciones de maíces híbridos precoces para Valles Altos. Comparación de métodos para medir dureza del maíz (*Zea mays* L.). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 42(1):161-167.

Sánchez, J.J., M.M. Goodman y C.W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of México. *Economic Botany* 54:43-59.

SE. Secretaría de Economía. 2002. Norma Mexicana NMX-FF-034/1-SCFI-2002. Publicada el 22 de mayo del 2002 en el DOF. Texto vigente.

Wilson, C.M. 1987. Proteins of the kernel. En: *Corn: chemistry and technology*. S.A. Watson y P.E. Ramstad (eds.). American Association of Cereal Chemists, Minnesota, pp. 273-277.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sistema agropecuario

Iliana Isabel Hernández Javalera y Alfio Vega de la Peña

Introducción

Los sistemas de producción agropecuarios son el conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas y pecuarios (Jouve 1988). Estos sistemas, complejos y dinámicos, están fuertemente influenciados por el medio rural externo que incluye mercado, infraestructura y programas (Dixon *et al*. 2001).

Coahuila tiene un territorio de 15 065 600 ha en el que predominan el clima, la vegetación y la biodiversidad propios del semidesierto, por lo que las condiciones ambientales son limitantes para el desarrollo de la agricultura y la ganadería; no obstante, el sistema agropecuario en la entidad ha sido tradicionalmente esencial para el progreso de sus pueblos y ciudades (Guzmán-Aranda *et al*. 2011).

De acuerdo a SEDER (2012), la industria agroalimentaria destaca como una de las más importantes del país. En este rubro Coahuila es el principal productor de leche de caprino con 35.7%, de carne de caprino en canal con 11.2%, de sorgo forrajero en verde con 24.4%, melón con 22.4%, 50% de las aves progenitoras y 70% de reproductoras para la producción de carne de pollo.

El valor generado por el sector agropecuario es de 16.3 mil millones de pesos, lo que representa 2.5 millones del PIB agropecuario nacional y 2.7% de las actividades estatales. A la producción pecuaria corresponden 11.5 mil millones de pesos y 4.8 mil millones al valor de la producción agrícola, en la que destacan los cultivos de algodón, melón, sorgo forrajero en verde, manzano, nogal, maíz, avena forrajera y papa.

En la entidad, la agricultura de temporal y la ganadería se ven determinadas por la incertidumbre de las lluvias y la presencia de heladas tardías o tempranas, por lo que las personas de las áreas rurales se enfrentan a una alimentación precaria. Esto genera que las familias emigren a las ciudades y realicen actividades no agropecuarias, lo que provoca el abandono de prácticas de labranza, de manejo del ganado y aprovechamiento de los pastizales, con el consecuente desequilibrio de los sistemas de producción (SAGARPA y SIAP 2015).

El desarrollo de actividades agropecuarias en lugares tan adversos y con prácticas de manejo no conservacionistas, han generado un cambio en el

Hernández Jalavera, I.I. y A. Vega de la Peña. 2017. Sistema agropecuario. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 399-406.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

medio ambiente y sobre todo en la biodiversidad, esto debido a la sobreexplotación de los mantos acuíferos, la tala indiscriminada, la erosión de los suelos y la contaminación con agroquímicos.

Entre los principales problemas que afectan los suelos están las modificaciones a la cubierta vegetal de manera directa, ya sea por desmontes o aprovechamientos forestales, así como por la presión continua y excesiva del pastoreo y de técnicas inadecuadas en suelos agrícolas, lo que en conjunto expone la capa superficial del suelo a la acción erosiva por viento y agua. Todo esto produce, en diferentes grados, erosión y desertificación, así como reducción de la diversidad florística y faunística, y del potencial biológico y productivo (Maass 1997).

Actualmente existe un gran interés por la reconversión del sistema agropecuario hacia las prácticas más amigables con el ambiente y, con ello, reducir los costos de producción para beneficiar a pequeños productores, ya que a pesar de que la ganadería y agricultura son prácticas tradicionales en el estado, también se reconoce el papel tan importante que tiene la biodiversidad para los habitantes.

Ganadería

La actividad ganadera hace referencia a la domesticación de los animales y está enfocada, básicamente, en la generación de alimentos para consumo humano.

Representa una parte importante para la subsistencia de diversas comunidades, y además forma parte de la identidad de los productores coahuilenses, quienes han tenido la tenacidad para abordar y analizar los problemas que el pastoreo representa para el desierto, como la degradación de los suelos y el sobrepastoreo, que influyen fuertemente en la biodiversidad. A pesar de ello han hecho un esfuerzo por hacer de Coahuila un lugar de producción, creación y conservación de bienes y productos (figura 1).

Figura 1. Ganado mayor del norte del estado. Foto: Archivo fotográfico de la SEDER 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Dentro de la producción ganadera sobresale la modalidad intensiva, entre ella, la ganadería bovina de leche y la avicultura, que aportan 75.9% de la producción pecuaria estatal. La ganadería extensiva –representada por la bovina de carne, la caprinocultura y la ovinocultura– solamente aporta 21.4% al valor de la producción pecuaria estatal; no obstante, es la más importante en la entidad en número de productores y superficies de agostaderos con pastos sembrados o nativos (sagarpa y siap 2015).

En lo que respecta al volumen de la producción en cabezas de ganado (figura 2), de acuerdo a los datos para 2010, en la entidad destaca la producción de ganado caprino (figura 3), seguido del ganado bovino para producción de carne y producción de leche, que representa el cuarto lugar a escala nacional. Además, en el mismo periodo se reportaron 14 560 277 aves para carne y huevo (sagarpa y siap 2012).

La cantidad de unidades de producción con actividades de cría y explotación ganadera es de 14 597, de las cuales 56.9% fueron para autoconsumo y el resto fue comercializado. Del total de las unidades que destinaron su producción a la venta y que cuentan con tierra para la cría de ganado, 73.4% son unidades de producción ejidales, 23% son de propiedad privada y 3.6% corresponde a unidades de producción mixtas.

El uso potencial pecuario representa 93.9% de la superficie total de la entidad, lo que hace que quede un porcentaje muy bajo de suelo considerado como no apto para el uso pecuario. De las especies que pastorean el territorio estatal,

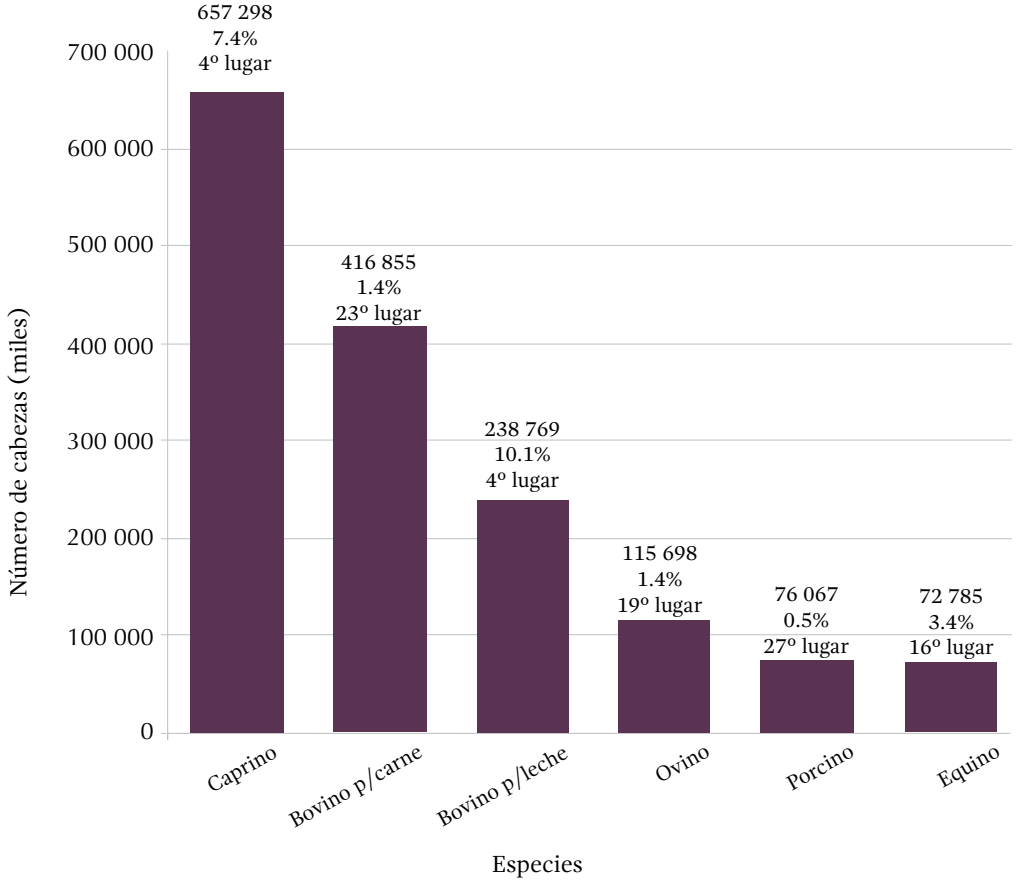


Figura 2. Principales especies ganaderas. Fuente: elaboración propia con datos de inegi 2007 y sagarpa y siap 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Ganado caprino en un establo del sureste del estado. Foto: Archivo fotográfico de la SEDER 2016.

los bovinos son los más numerosos de acuerdo a sus equivalencias en unidad animal; se pueden encontrar ejemplares de razas Charoláis, Beefmaster, Hereford y Brahman, así como sus cruzas (SEDER 2012).

Implicaciones para la biodiversidad por el manejo del ganado

El manejo de la ganadería en el estado está vinculado a las diferentes formas de administración de los pastizales, aunque en muchas ocasiones no existe este manejo, por lo que muy comúnmente se tiene una sobrecarga de animales que provoca graves problemas de degradación del suelo, desaparición de especies vegetales y pérdidas de agua. También está muy relacionado con la tenencia de la tierra, pues se aprecia con más frecuencia en terrenos ejidales, en los que el aprovechamiento de los pastizales se hace de una manera desorganizada y descontrolada.

El ecosistema de pastizal es uno de los más amenazados en el planeta por la actividad humana, ya que sólo un porcentaje muy bajo permanece en estado natural (Samson y Knopf 1994, White *et al*. 2000). Los pastizales proporcionan productos, servicios y valores, como producción de forraje y captación de agua (recarga de acuíferos); asimismo mantienen y aumentan la fertilidad del suelo, lo protegen de la erosión eólica e hídrica, capturan carbono, son hábitat de especies de fauna silvestre en peligro de extinción y de aves de pastizal que pasan el invierno en ellos, además de presentar belleza escénica y valores culturales y recreativos (Cooperrider 1986).

De acuerdo con la SEMARNAT, la transformación del uso del suelo a pastizales ha sido el principal proceso de destrucción de todos los tipos de vegetación, y se señala a la ganadería, la agricultura y el cambio climático como las causas principales de este fenómeno en el país (Guzmán-Aranda *et al.* 2011). El INIFAP (2008) estima que en los últimos 50 años se ha perdido 70% de la capacidad forrajera del Desierto Chihuahuense.

Existe el Sistema de Monitoreo de Agostaderos del Estado de Coahuila, donde se publica, con la mayor frecuencia posible, información como el índice de estado de los agostaderos (IEA), la capacidad de carga animal, la producción anual de forraje utilizable por hectárea del año anterior y los índices de vegetación. Pone a disposición de técnicos, funcionarios, productores y público en general, artículos y otros documentos sobre el tema (Díaz-Solís *et al*. 2012).

Al respecto, el IEA no tiene unidades y representa la relación entre la biomasa sobre el suelo (kg/ha) en el mes actual y el promedio histórico de la biomasa sobre el suelo para el mismo sitio en el mismo mes. Cuando el resultado del índice es mayor a 1, significa que existe más biomasa sobre el suelo que el promedio histórico para ese mes. Por el contrario, cuando es menor a 1, indica que existe menos biomasa sobre el suelo que el promedio del histórico de biomasa para el mismo mes del año.

De acuerdo a los datos del Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los Pastizales del Desierto Chihuahuense (Guzmán-Aranda *et al*. 2011), para este índice, en la década que comprendió de 2001 a 2010, los agostaderos estuvieron en condiciones inferiores a su

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

promedio, excepto por algunas zonas de los municipios de Parras, San Pedro, Sierra Mojada y Ocampo. Asimismo se observó un índice de bajo estado de agostadero (IEA<0.78) para la faja fronteriza del noreste de Coahuila, que comprende los municipios de Jiménez, Acuña, Piedras Negras y parte de Zaragoza.

Por lo anterior, Coahuila presenta potencial para actividades pecuarias, principalmente ganaderas, por las extensiones significativas de pastizal-matorral en las regiones Centro-Desierto y Norte de la entidad, mientras que parte de las regiónes Centro-Desierto y Sureste serían las más aptas para la agricultura. Sin embargo, esta actividad depende principalmente del agua proveniente de pozos, por lo que tiene potencial para expandirse en las regiones donde los acuíferos no están sobreexplotados.

Agricultura

El estado y las tendencias de cambio de la biodiversidad están estrechamente relacionados con aspectos sociales, económicos y políticos (factores de raíz) que conducen a cambios en la cobertura y el uso del suelo, la sobreexplotación de organismos, la introducción de especies invasoras exóticas, el cambio climático y la adición a los ecosistemas de productos contaminantes como factores próximos o directos (Challenger y Dirzo 2009).

Según SEDEC (2012), la población del medio rural es de 274 mil habitantes, distribuidos sobre todo en 877 ejidos. Anualmente se siembran en Coahuila cerca de 290 mil hectáreas (figura 4), de las cuales 56% corresponden a cultivos de riego y el restante a cultivos de temporal; 63% pertenece a forraje como sorgo, alfalfa, avena, maíz forrajero y zacates (figura 5); el resto de la producción concierne a cultivos básicos como maíz, frijol y trigo; cultivos de hortalizas y frutales como nogal (figura 6), durazno y manzana (figura 7); y a cultivos industriales como algodón, cártamo y sorgo escobero.

La actividad agrícola estatal se concentra principalmente en los municipios San Pedro,

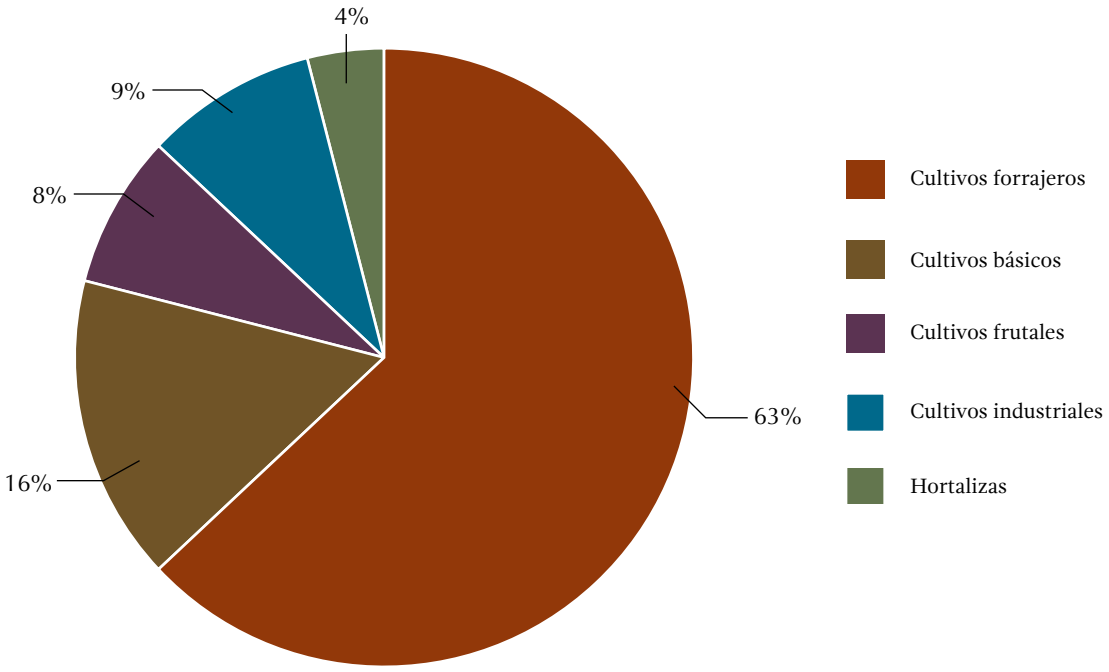


Figura 4. Composición de la producción agrícola. Fuente: elaboración propia con datos de SEDER 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Producción de forrajes en La Laguna. Foto: Archivo fotográfico de la SEDER 2016.

Figura 6. Nogaleras de la región Norte del estado. Foto: Archivo fotográfico de la SEDER 2016.

Figura 7. Producción de manzana en la sierra de Arteaga. Foto: Archivo fotográfico de la SEDER 2016.

Matamoros, Saltillo, Castaños, Cuatro Ciénegas, Arteaga, Parras, Múzquiz, Francisco I. Madero, Nava y Ramos Arizpe, en función del tipo de cultivos de que se trate. Los municipios con mayor producción de cultivos de riego son Matamoros, San Pedro y Francisco I. Madero, mientras los más productivos con cultivos de temporal son Castaños, Múzquiz y Monclova (SAGARPA y SIAP 2016).

En el 2015 se utilizaron cerca de 247 643 ha para cosechar productos agrícolas básicos, forrajeros, frutales, hortalizas e industriales. Del total de esta área, 58% se utilizó para cultivos de riego y 42% para cultivos de temporal. Se obtuvieron 136 727 t de melón, 93 590 t de tomate rojo, 26 224 t de manzana y 24 172 t de sandía. Por su parte, se emplearon 14 494 ha para cultivo de algodón hueso, con una producción de 61 954 t (SAGARPA y SIAP 2016).

La agricultura y la biodiversidad

La agricultura, en sus diferentes modalidades, es una de las actividades económicas más tradicionales en el estado. De ella depende el sustento de un gran número de familias pero, a su vez, ha causado problemas ambientales, tales como deforestación y degradación del suelo. De acuerdo con la FAO (2014) el daño más visible causado por la agricultura es el que se produce en los hábitats naturales y en las especies silvestres.

Una mala gestión agrícola acelera el proceso de degradación del hábitat, y el daño a la biodiversidad afecta tanto a las tierras de cultivo como a los campos silvestres, ya que los sistemas agrícolas conforman una biodiversidad compuesta de un gran número de plantas cultivadas para consumo alimentario, especies de uso pecuario adaptadas a ecosistemas difíciles, insectos que polinizan el campo y microrganismos que regeneran los suelos agrícolas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

Coahuila cuenta con un sistema agropecuario productivo que forma parte de la tradición cultural estatal, por lo que tiene un impacto en la sociedad. Asimismo se cuenta con riqueza de recursos naturales, y –aunque son pocas las actividades productivas y extractivas relacionadas con las actividades agropecuarias que no degraden el ambiente y afecten la biodiversidad– promover y alentar prácticas sustentables o ecológicas será una de las responsabilidades que se tienen que afrontar para recuperar y conservar los recursos naturales, los cuales, al ser aprovechados de la manera adecuada, pueden perdurar generación tras generación.

La conservación de la biodiversidad de la entidad no es trivial. Resulta no sólo una necesidad ambiental, sino de bienestar social, pues las comunidades vegetales representativas de los sistemas agropecuarios del estado tienen diversos usos por la población del lugar, la cual obtiene de ellas: alimento, forraje, materiales para la construcción, medicinas y otros productos de la industrialización. Esto otorga a la entidad una considerable capacidad de desarrollo económico.

Aunque cuenta ya con una presencia importante en el sector agropecuario nacional, el campo coahuilense tiene gran potencial en la producción de alimentos, lo que lo convierte en una opción viable para la inversión y, con el apoyo de nuevas tecnologías, el surgimiento de más opciones de producción puede contribuir a un desarrollo aun mayor de la actividad agrícola y ganadera del estado, sin sacrificar su diversidad biológica e identidad cultural.

Referencias

Challenger, A. y R. Dirzo. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: *Capital natural de México vol. II: estado de conservación y tendencias de cambio.* R. Dirzo, R. González e I.J. March (comps.). CONABIO, México, pp. 37-73.

Cooperrider, D.L. 1986. *Appreciative inquiry: toward a methodology for understanding and enhancing organizational innovation*. Tesis doctoral no publicada. Case Western Reserve University, Ohio.

Díaz-Solís, H., C. Rojas Montes y M. Rodríguez Arvizu. 2012. Sistema de monitoreo de agostaderos y pastizales. Análisis dinámico de áreas naturales. UAAAN/COLPOS/SAGARPA/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza. En: <*https://sites.google.com/a/sima-coahuila.com/agostaderos-de-coahuila/*>, última consulta: 23 de diciembre de 2016.

Dixon, J., A. Gulliver y D. Gibbon. 2001. *Global farming systems study: challenges and priorities to 2030*. FAO, Roma.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. El futuro de la agricultura depende de la biodiversidad. En: <*http://www.fao.org/Newsroom/es/focus/2004/51102/index.html*>, última consulta: 23 de diciembre de 2016.

Guzmán-Aranda, J.C., J. Hoth y E. Blanco (eds.). 2011. Plan de Acción para la Conservación y uso sustentable de los Pastizales del Desierto Chihuahuense en el Estado de Chihuahua 2011-2016. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN)/Gobierno del Estado de Chihuahua, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2007. Panorama agropecuario en Coahuila de Zaragoza. Censo agropecuario 2007. En: <*http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos//prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuario/2007/panora_agrop/coah/PanagroCoah.pdf*>, última consulta: 17 de octubre de 2016.

INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2008. *Rancho Experimental La Campana: 50 años de investigación y transferencia en pastizales y producción animal.* A.H. Chávez S. (comp.). Libro técnico no. 2. INIFAP/Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC), México.

Jouve, P. 1988. Quelques reflexions sur la specificité et l'identification des systèmes agraires. *Les cahiers de la Recherche Développement* 20:5-16.

Maass, M. 1997. *Destrucción del hábitat. Erosión de los suelos en México.* Instituto de Ecología-UNAM, campus Morelia, México.

SAGARPA y SIAP. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012. Población ganadera. En: <*https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera#*>, última consulta: 23 de diciembre de 2016.

——. 2015. Atlas Agroalimentario 2015. SAGARPA/SIAP.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

——. 2016. Atlas Agroalimentario 2016. En: <*http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/*>, última consulta: 3 de mayo de 2017.

Samson, F. y F. Knopf 1994. Prairie conservation in North America. *Bioscience* 44:418-421.

SEDEC. Secretaría de Desarrollo Económico. 2012. Programa Estatal de Desarrollo Económico. Gobierno del Estado de Coahuila. En: <*http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/DESARROLLO%20ECONOMICO.pdf*>, última consulta: 23 de diciembre de 2016.

SEDER. Secretaría de Desarrollo Rural. 2012. Programa Estatal de Desarrollo Rural. Gobierno del Estado de Coahuila. En: <*http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/DESARROLLO%20RURAL.pdf*>, última consulta: 14 de octubre de 2016.

White, A., M.G.R. Cannell y A.D. Friend. 2000. The high-latitude terrestrial carbonsink: a model analysis. *Global Change Biology* 6:227-245.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Acuacultura y pesquerías como actividades económicas

María Eliazer Bañuelos Covarrubias y Adriana Antonio Bautista

Introducción

La acuacultura consiste en el cultivo de cualquier tipo de organismo acuático, animal o vegetal, en sistemas de agua dulce o de mar, donde se supone la intervención del ser humano para el incremento de la producción. Incluso algunos autores consideran que la acuacultura es la transición entre la pesca y la agricultura (CONAPESCA 2104a).

Esta actividad abarca variados aspectos y una amplia gama de especies, sistemas y prácticas que han derivado en nombres específicos para cada caso, por ejemplo, el cultivo de peces o piscicultura. La pesca en aguas continentales suele ser una actividad de subsistencia para muchas comunidades, y de tipo deportivo-recreativo para pescadores eventuales que participan en lugares geográficamente dispersos.

Coahuila cuenta con una superficie inundada de 54 680 ha, comprendida en un total de 16 presas (CONAPESCA 2014b), en donde se han establecido importantes pesquerías y actividades de pesca deportiva, lo que representa un papel considerable en la economía del estado al elevar el nivel alimentario de las poblaciones ribereñas y los ingresos de los miembros de las sociedades cooperativas de producción pesquera. De este conjunto, la presa internacional La Amistad y la presa Venustiano Carranza se consideran como las de mayor importancia comercial en Coahuila.

Pesquerías en las presas La Amistad, Venustiano Carranza, Centenario y San Miguel

Coahuila cuenta con cuatro presas que representan una superficie inundada de más de 53 000 ha (cuadro 1), donde operan seis grupos pesqueros. De enero a diciembre de 2013 se generaron 478 t de productos pesqueros con registro, lo que representó un ingreso de 5 779 283.62 pesos (CONAPESCA 2014a).

La presa La Amistad se encuentra en el municipio de Acuña. Fue creada bajo estipulación del tratado de agua entre EUA y México, con el objetivo de generar electricidad, agua para riego agrícola, pesca y turismo (CONAPESCA 2014b). Los registros pesqueros iniciaron en 1985 y actualmente cuenta con 36 000 ha en donde operan tres grupos pesqueros, de los cuales dos son

Bañuelos-Covarrubias, M.E. y A. Antonio Bautista. 2017. Acuacultura y pesquerías como actividades económicas. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 407-411.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Presa La Amistad, en el municipio de Acuña. Foto: Archivo fotográfico de la SEMA 2016.

sociedades cooperativas: S.C.P.P. Pescadores de Presa La Amistad S.C.L. y Cañón de la Zorra S.C. de R.L de C.V., y la restante: U.P.P. Ejidal Alfredo V. Bonfil, que es una unidad de producción pecuaria ejidal.

Estas asociaciones agrupan un total de 32 pescadores y generan una producción pesquera promedio de 150 t/año (CONAPESCA 2014b). Las especies de mayor a menor abundancia son: bagre azul o puyón (*Ictalurus furcatus*), besugo o pez tambor (*Aplodinotus grunniens*), carpa común (*Cyprinus carpio*), tilapia (*Oreochromis* sp.) y cuchilla (*Dorosoma cepedianum*), esta última con poco valor comercial. Todas estas especies son consideradas exóticas (Contreras-MacBeath *et al.* 2014).

Las presas Centenario y San Miguel se encuentran en el municipio de Jiménez. En ellas se tiene registrado a un solo grupo pesquero, con el nombre de S.C.P.P. Pescadores Benjamín Canales S.C.L.

La presa Venustiano Carranza –también llamada Don Martín– se localiza en los municipios de Juárez y Progreso, tiene una superficie de 17 000 ha y su vaso refiere a un volumen de agua de 1 385 mm^3, con una profundidad media de 6.9 m. Aunque la presa fue construida en 1930, la pesca comercial es una actividad económica reciente que inició en la década de los ochenta.

Actualmente se han consolidado dos grupos pesqueros: S.C.P.P. Pescadores Venustiano Carranza S.C.L., con 62 socios registrados, y S.C.P.P. Pescadores de Juárez S.C. de R.L. de C.V.,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

con 21 socios activos. Esta última cuenta con una producción pesquera promedio de 600 t/año, lo que representa más del 70% de la producción estatal. En este rubro, las especies más importantes por su abundancia son: carpa (*C. carpio*), tilapia (*Oreochromis* sp.) y bagre (*Ictalurus furcatus*) (conapesca 2014b).

Además de los grupos antes mencionados, a través de acciones del Programa de Ordenamiento Pesquero (conapesca 2014a) se tiene un registro de pescadores artesanales que, aun sin contar con un permiso, realizan la actividad pesquera en estos cuerpos de agua. Cabe señalar que el último ordenamiento de este tipo se llevó a cabo en el 2013 (cuadros 1 y 2).

Acuacultura

Durante 2013 se registraron 15 granjas acuícolas ubicadas en los municipios de Acuña, Jiménez, Zaragoza, Allende, Nava, San Juan de Sabinas, Sabinas, San Buenaventura, Arteaga, Piedras Negras y Saltillo, las cuales equivalían a una superficie inundada de 11 ha. Las principales especies de cultivo fueron el bagre (*I. furcatus*) y la tilapia (*Oreochromis* sp.). Asimismo se ha llevado a cabo el repoblamiento de pequeños cuerpos de agua para autoconsumo local, con una producción total de 203 t y un valor que asciende a 6 792 mil pesos (conapesca 2014a).

Es importante destacar que para abastecer al estado de las especies que se cultivan, la sagarpa y la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (conapesca) administran el centro acuícola La Rosa, en el municipio de General Cepeda, el cual tuvo una producción, de enero a diciembre del 2013, de 1 548 328 crías de las especies de bagre, tilapia y lobina negra, con un ingreso por venta de 446 326 pesos (conapesca 2014b).

Cuadro 1. Cuerpos de agua con actividades económicas importantes de Coahuila.

Cuerpos de agua	Municipio	Superficie (ha)
Presa Internacional La Amistad	Acuña	36 000
Presa Venustiano Carranza	Juárez	17 000
Presa Centenario	Jiménez	500
Presa San Miguel	Jiménez	200
Presa La Fragua	Jiménez	400
Presa Piedritas	Ocampo	60
Presa Noche Buena	Ocampo	45
Presa Genty	Viesca	35
Presa Tanque Aguilereño	Viesca	400
Presa La Rosa	General Cepeda	40

Fuente: elaboración propia con información de Bañuelos 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Principales acciones en los cuerpos de agua de Coahuila.

Municipio	Nombre del embalse	Comunidad	Principales acciones
Ramos Arizpe	El Tulillo	Hipólito	Prospección, siembras, capacitación y organización de grupo de mujeres
	Las Esperanzas	Las Esperanzas	Prospección, siembras y capacitación
	Nacapa	Nuevo Nacapa	Prospección, siembras y capacitación
	Alto de Norias	Alto de Norias	Prospección, siembras, capacitación y organización de grupo de mujeres y hombres
Parras	San Antonio de La Pegajosa	San Antonio	Prospección, siembras, capacitación y organización
	Piedra Blanca	Piedra Blanca	Prospección, siembras, capacitación y organización
	28 de Agosto	28 de Agosto	Prospección, siembras, capacitación y organización de grupo de mujeres
	Trincheras		Prospección, siembras, capacitación
General Cepeda	El Entronque	La Rosa	Prospección, siembras, capacitación y organización de grupo de mujeres y hombres
	El Carruaje	Jalpa	Prospección, siembras y capacitación
	Las Águilas	Porvenir de Jalpa	Prospección, siembras, capacitación y organización de grupo de mujeres y hombres
	Piedra de Alumbre	Piedra de Alumbre	Prospección, siembras y capacitación
	El Pastorcito	Pilar de Richardson	Prospección, siembras y capacitación
	Piedra Blanca	Piedra Blanca	Prospección, siembras, capacitación y organización de grupo de mujeres
Viesca	Tanque Aguilereño	Tanque Aguilereño	Prospección, siembras, capacitación y organización de grupo de mujeres
	Tanque Genty	Genty	Prospección, siembras y capacitación

Fuente: elaboración propia con base en Bañuelos 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

Al considerar que el sector rural mexicano concentra una gran cantidad de población en situación de pobreza y que actualmente existe una crisis alimentaria, es necesario promover sistemas eficientes y rentables en la producción de alimentos. El objetivo no es sólo cubrir la falta de comestibles, sino también el hacer de esta actividad una forma para generar empleos que permita incrementar los niveles de ingresos de la población con escasos recursos.

Con este fin existen alternativas productivas, como el cultivo de diversos peces: el bagre azul o puyón (*I. furcatus*), el besugo o pez tambor (*A. grunniens*), la carpa común (*C. carpio*), la tilapia (*Oreochromis* sp.) y la cuchilla (*D. cepedianum*) que, además de ser de fácil manejo, son aptos para su crecimiento en aguas de poca calidad.

Es por ello que en Coahuila se deben fomentar proyectos productivos en este sector, pues existen áreas del norte del estado que son potenciales para esta actividad; el tipo y calidad de agua que almacenan favorece el desarrollo de estas especies de peces con valor comercial.

Referencias

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2014a. Programa Operativo de Acuacultura y Pesca en Coahuila 1977-2014. CONAPESCA, México

——. 2014b. Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2011-2014. CONAPESCA, México.

Contreras-MacBeath, T., M.T. Gaspar-Dillanes, L. Huidobro-Campos y H. Mejía-Mojica. 2014. Peces invasores en el centro de México. En: *Especies acuáticas invasoras en México*. R. Mendoza y P. Koleff (coords.). CONABIO, México, pp. 413-424.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Aprovechamiento de la carpa en la presa Don Martín

María Eliazer Bañuelos Covarrubias y Adriana Antonio Bautista

Introducción

La presa Venustiano Carranza, también llamada Don Martín, se ubica en la localidad del mismo nombre, en el municipio de Juárez, Coahuila (figuras 1 y 2). Los pescadores de este embalse se organizaron para formar la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores Presa Venustiano Carranza S.C.L., y obtener así un permiso de pesca comercial (SAGARPA 2006).

El propósito de esta organización de pescadores es aprovechar las especies de carpa común (*Cyprinus carpio*), el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), el bagre azul o puyón (*I. furcatus*), el pintontle (*Pylodictis olivaris*), la tilapia o mojarra africana (*Oreochromis* sp.), el besugo o pez tambor (*Aplodinotus grunniens*), el matalote (*Ictiobus cyprinellus*) y la cuchilla (*Dorosoma cepedianum*). La principal especie aprovechada en esta presa es la carpa común, a pesar del bajo valor comercial que representa (CONAPESCA 2014).

Características de la carpa

Las principales características de los géneros *Carassius* y *Cyprinus*, pertenecientes a la familia de la carpa (Cyprinidae), son la boca terminal y los labios finos que pueden proyectarse hacia fuera. Posee cuatro barbillas en el labio superior; dos cortas y dos más largas. Su color dorsal es verdoso a marrón en ambientes naturales y la panza es de color amarillento a blanco. Pueden llegar a pesar de 10 a 20 kg y medir más de 80 cm de largo en ambientes naturales, pero en cultivo se cosechan al peso requerido en los mercados a los cuales se dirige el productor (Navarrete *et al.* 2006).

Ambos géneros de carpas son nativos de Asia y se introdujeron a México en 1872 con fines pisciculturales y ornamentales. Poseen una importancia económica en México y tienen una gran adaptabilidad y tolerancia a las aguas de baja calidad, lo que ha ayudado a su amplia diseminación en diversos cuerpos de agua del país (Navarrete *et al.* 2006).

La carpa común (*C. carpio*) tiene una gran adaptabilidad a diversos medios de cultivo y soporta aguas de mala calidad (turbias y con baja concentración de oxígeno); la actividad piscícola de agua dulce en México se apoya en mayor proporción en esta especie (Fernández 1994).

Bañuelos-Covarrubias, M.E. y A. Antonio Bautista. 2017. Aprovechamiento de la carpa en la presa Don Martín. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 413-415.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Personas pescan en la presa Don Martín. Foto: Archivo fotográfico del Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín-CONANP 2016.

Figura 2. Cortina de la presa Don Martín. Foto: Archivo fotográfico del Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín-CONANP 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Esta carpa es cultivada principalmente para consumo humano, como también para resiembras de ambientes naturales y para pesca deportiva. En Coahuila se tiene información exacta sobre cuándo fue introducida; además, existen datos que indican que en 1985 se iniciaron los trabajos de producción de la carpa para su comercialización.

En México no se tenía registrada una pesquería cuya especie principal fuera la carpa común. Estos organismos tienen bajo valor comercial debido a la abundancia de espinas en su carne, y además son peces con características rústicas. Por ejemplo, cuentan con una alta tasa de reproducción, es decir, es muy prolífica, pues se han llegado a contabilizar hasta 100 mil huevecillos por cada kilogramo de peso de las hembras, y no presenta cuidados hacia su descendencia (CONAPESCA 2014).

Método para aumentar el aprovechamiento de la carne

Los pescadores de Don Martín, con el fin de aprovechar esta especie, buscaron la forma de agregar valor a su producto a través del procesamiento y la presentación del pescado con menos espinas; lo lograron a través de cortes más finos para obtener mayor carne.

Por cada kilogramo de carpa entera se obtiene 60% de carcajes (esqueleto, cabeza, vísceras, gónadas y piel) y 40% de lonja (músculo con espinas que se obtiene por medio de diferentes cortes que se le practican al pescado entero). A partir de los 400 g de lonja, que se logran por cada kilogramo de entero, se obtienen 300 g de filete y 100 g de tira.

El filete es, como su nombre lo indica, pura carne sin espinas, y la tira es la parte que se le corta a la lonja y que contiene la espina. El filete es el producto final con mayor precio y calidad en el mercado, mientras que la tira se aprovecha para la elaboración de ceviche (CONAPESCA 2014).

El porcentaje que se aprovecha de un pescado entero corresponde a menos de la mitad y la porción restante se desecha; a pesar de ello existe la oportunidad de utilizarlo para producir harina de pescado, por lo que queda como un proyecto pendiente para lograr aprovechar los productos derivados de la carpa común.

Conclusión

Aunque la carpa común es considerada una especie exótica en los embalses mexicanos, la facilidad de proliferación y crecimiento en aguas de baja calidad hace que los ribereños de la presa Don Martín hayan encontrado en ella una forma más de subsistencia e ingreso económico.

La pesca realizada en este cuerpo de agua constituye una de las principales actividades económicas de la región, ya que se basa en la extracción y comercialización de carpa común, además de dar un importante realce a la pesca deportiva.

Es recomendable capacitar a los ribereños y dar un seguimiento detallado a la sobrepoblación de esta especie en los cuerpos de agua de la entidad, ya que puede representar problemas de invasión y peligro latente hacia las especies nativas.

Referencias

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2014. Programa Operativo de Acuacultura y Pesca en Coahuila 1977-2014. CONAPESCA, México.

Fernández, G.E. 1994. *Cultivo de la carpa común (Cyprinus carpio) en un bordo del Estado de México, considerando la composición y algunos aspectos sobre la variación temporal de los grupos zooplanctónicos y del macrobentos, durante dos periodos de cultivo*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-I)-UNAM, México.

Navarrete, S.N., A.E. Soriano, R.G. Contreras *et al.* 2006. Alimentación de la carpa dorada *Carassius auratus* (Pisces: *Cyprinidae*) en el embalse San Miguel Arco, Estado de México. *Revista de Zoología* 17:9-17.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2006. Norma Oficial Mexicana NOM-051-PESC-2005. Publicada el 3 de marzo de 2006 en el DOF. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Uso de la biotecnología para la conservación de los recursos genéticos forestales

Celestino Flores López

Introducción

En México se carece de una política nacional que fomente la generación de conocimiento sobre la diversidad genética de las especies forestales, y de programas que promuevan estudios e inventarios sobre la variación genética en especies arbóreas y arbustivas, por lo que no se han promovido mecanismos para dar seguimiento a la pérdida genética y vulnerabilidad de las especies (FAO y CONAFOR 2011).

No obstante, en Coahuila se han realizado trabajos con especies forestales en categoría de riesgo y con distribución restringida para fines de propagación y conservación. Son pocas las investigaciones que han abordado la problemática relacionada a las especies de importancia económica y de amplia distribución, pero sobresalen aquellas que hacen énfasis en las especies de las zonas áridas que han sido utilizadas para reducir el efecto de microorganismos patógenos.

Estudios en especies en riesgo o de distribución restringida

Con el propósito de conservar a las especies en algún estatus de riesgo (SEMARNAT 2010), en diferentes coníferas se ha estudiado la diversidad, la estructura genética, los sistemas de cruzamiento, así como la diferenciación de especies y poblaciones (cuadro 1). También se han realizado estudios filogenéticos y para la clasificación de los pinos y piceas (Ledig *et al.* 2004, Gernandt *et al.* 2005), con énfasis en los pinos piñoneros, en su diferenciación (Gernandt *et al.* 2003) y adaptaciones morfológicas (Ortiz–Medrano *et al.* 2016).

En zonas áridas, sin considerar a las pináceas, los estudios sobre la diversidad y estructura genética en especies en estatus de riesgo han sido escasos, a pesar que esta información es útil como herramienta en la conservación de especies (Piñero *et al.* 2008). Para la especie en peligro de extinción *Agave victoriae-reginae* (maguey noa) se han utilizado sistemas enzimáticos para estimar la variación y diferenciación genética en poblaciones de Coahuila, Durango y Nuevo León (Martínez-Palacios *et al.* 1999).

También las especies prioritarias y de amplia distribución en Coahuila y el noreste de México han sido poco estudiadas en torno a su diversidad genética; sobresalen los estudios con pino prieto (*Pinus greggii*; Parraguirre-Lezama *et al.* 2002), lechuguilla (*Agave lechuguilla*; Silva-Montellano y Eguiarte 2003) y *Larrea tridentata* (Duran *et al.* 2005), al utilizar sistemas enzimáticos.

Flores-López, C. 2017. Uso de la biotecnología para la conservación de los recursos genéticos forestales. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 417-421.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies de coníferas bajo categoría de riesgo estudiadas genéticamente.

Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo (NOM 059)*	Estudios
Piñón blanco	*Pinus pinceana*	Peligro de extinción	Sistemas enzimáticos (Ledig *et al.* 2001, Ramírez-Herrera 2007). Polimorfismos de ADN amplificados al azar (RAPD) (Aguirre-Limón 2014)
Piñón blanco	*P. johannis***	Protección especial	Sistemas enzimáticos (García-Gómez *et al.* 2014)
Pinabete, ayarín	*Pseudotsuga menziesii***	Protección especial	Secuencias de ADN citoplasmático (mtDNA, cpDNA) (Gugger *et al.* 2011, Wei *et al.* 2011)
Picea	*Picea mexicana****		Sistemas enzimáticos, marcador RAPD y los microsatélites o secuencias simples repetidas (SSR) (Ledig *et al.* 2002, Ledig *et al.* 2004)

*SEMARNAT 2010
**Estas especies no están reportadas en el apéndice correspondiente al grupo biológico.
***Especie sensible al cambio climático (Ledig *et al.* 2010).
Fuente: elaboración propia.

En sotol (*Dasylirion cedrosanum*) se emplearon marcadores moleculares AFLP y marcadores SSR (Meléndez-Rentería *et al*. 2014, Morales-Reyes 2014) y en orégano (*Lippia* sp.) marcadores de RAPD y SSR (Cazares-Alonso *et al*. 2005).

Se han realizado otros esfuerzos sobre la conservación de las especies de cactáceas. Desde 2009, la Red Cactáceas –que forma parte de la mega Red Ornamentales, apoyada por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI)– ha conjuntado información y conocimientos en diversos aspectos sobre las cactáceas ornamentales del Desierto Chihuahuense.

Estrategias de conservación de recursos genéticos

Como parte de las estrategias de conservación, se cuenta con un programa de manejo y conservación *ex situ* enfocado a la reproducción de especies con problemas de sobrevivencia y regeneración. Este programa se desarrolla en el Jardín Botánico de la UAAAN; forma parte de la colección núcleo *in vivo* que se tiene en el Campo Experimental San Luis Potosí del CIRNE-INIFAP y de una colección *in vitro* en el Campo Experimental Saltillo, también del CIRNE-INIFAP (Villavicencio-Gutiérrez *et al.* 2011).

De igual manera se han desarrollado protocolos en micropropagación para cactáceas de uso ornamental y principalmente en estatus de riesgo, como ha sido el caso de la biznaga blanca chilona (*Epithelantha micromeris*), para la cual se han producido vitroplantas de tamaño uniforme, con buena calidad fitosanitaria y aclimatadas en invernadero durante ocho meses (Villavicencio-Gutiérrez *et al*. 2012).

Asimismo se desarrollaron los protocolos para la propagación *in vitro* de biznaga de Coahuila (*Mammillaria coahuilensis* var. *coahuilensis*) y biznaga burra (*Echinocactus platyacanthus*), a partir de semillas (Flores 2007, Manzo-Rodríguez

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

2010), y también para el peyote (*Lophophora williamsii*; Ortiz-Montiel y Alcántara-García 1997). Más experiencias sobre el establecimiento y propagación *in vitro* de cactáceas en riesgo de Coahuila se detallan en las recopilaciones de López Escamilla *et al.* (2009), Gonzalez Cortés (2015) y en Soltero Quintana y Portillo (2015).

Otras especies no consideradas en riesgo en México también se han micropropagado en cultivo *in vitro*, como son la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*; Flores-Del Ángel 2013), el chamizo (*Atriplex canescens*; Terán *et al.* 1998) y el sotol (*Dasylirion cedrosanum*; Villavicencio *et al.* 2007). No obstante, faltan estudios en especies que presentan gran demanda para actividades de reforestación de especies de zonas áridas, como el orégano (*Lippia graveolens*; García-Pérez *et al.* 2012) y la lechuguilla (*A. lechuguilla*; Castillo-Quiroz *et al.* 2011), entre otras.

En cuanto a las especies que pueden ser útiles para contrarrestar el efecto nocivo de microorganismos patógenos, en los últimos años se ha estudiado el poder fungicida de varias especies de zonas áridas, en especial el de la gobernadora (*L. tridentata*), el del hojasén (*Fluorensia cernua*) y el del encino chino (*Quercus pungens*; Lira-Saldívar 2003, Hernández-Castillo *et al.* 2008, Valero-Galván *et al.* 2014, Peñuelas-Rubio *et al.* 2015).

Como bactericidas se han investigado a *L. tridentata*, *Acacia farnesiana* y *A. lechuguilla* (Castro-Franco *et al.* 2001). En otras especies como el birrete de obispo (*Astrophytum myriostigma*) se ha comprobado el efecto amebicida (sobre *Entamoeba histolytica*) y antioxidante de los extractos metanólicos de callo cultivado *in vitro* y secciones de tallo de planta *ex vitro* (Garza-Padrón *et al.* 2010).

Conclusión

Aunque en Coahuila se han realizado estudios biotecnológicos sobre el conocimiento de la diversidad y estructura genética de especies forestales en categoría de riesgo y con distribución restringida de sus poblaciones, esta información ha servido para generar estrategias de conservación; no obstante, ha faltado continuar la restauración genética o al menos asegurar la regeneración natural.

A pesar de que se ha llevado a cabo un gran esfuerzo en la propagación *in vitro* de cactáceas y algunas especies de zonas áridas, tanto de distribución restringida como amplia, hay varias especies que no requieren de este tipo de estrategia de conservación, debido a que pueden propagarse por semilla o de forma asexual natural.

El uso de esta técnica se justifica al momento en que las plantas tienen problemas de regeneración natural, cuando ocurre endogamia en especies con poblaciones pequeñas. Asimismo se utiliza cuando aquellas especies de amplia distribución están bajo mejoramiento genético y se desea propagar fenotipos selectos; para especies de zonas áridas en Coahuila, apenas se inicia con la selección de unidades productoras de germoplasma para especies forestales prioritarias.

Existe el potencial suficiente en las especies de zonas áridas para investigar su influencia en la reducción de los efectos por patógenos, y también abre la posibilidad de aprovechamiento para especies en las que antes no se tenía un interés comercial, como en el caso de la gobernadora. En este sentido, se tiene que generar la normatividad sobre las técnicas de aprovechamiento para el manejo sustentable de esta especie y de las nuevas propuestas.

Si bien se han realizado esfuerzos para aplicar las herramientas de conservación, es necesario investigar para ampliar el conocimiento sobre diversidad, variación genética y distribución geográfica natural de las especies forestales de Coahuila, sin olvidar obtener una muestra grande en los diferentes estudios.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Aguirre-Limón, V.A. 2014. *Variación genética en poblaciones de Pinus pinceana del noreste de México*. Tesis de doctorado en ciencias. Facultad de Ciencias Biológicas-UANL, Nuevo León.

Castillo-Quiroz, D., O. Mares-Arreola y E.E. Villavicencio-Gutiérrez. 2011. Lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.), planta suculenta de importancia económica y social de las zonas áridas y semiáridas de México. Artículos Divulgativos. *Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas* 8(2):6-9.

Castro-Franco, R., C.A. Meza-Herrera, M. del R. Contreras-Quiróz y J. Santos-García. 2001. Uso de fitoextractos en el control del crecimiento *in vitro* de bacterias enteropatógenas. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 2(1):96-99.

Cazares-Alonso, N.P., E.E. Villavicencio-Gutiérrez, J. Verde-Star *et al*. 2005. Caracterización molecular y producción de aceites esenciales de diferentes genotipos de orégano (*Lippia* sp.). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1(1):85-94.

Duran, K.L., T.K. Lowrey, R.R. Parmenter y P.O. Lewis. 2005. Genetic diversity in Chihuahuan Desert populations of cresotebush (Zygophyllaceae: *Larrea tridentata*). *American Journal of Botany* 92:722-729.

FAO y CONAFOR. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Comisión Nacional Forestal. 2011. Situación de los recursos genéticos forestales en México. Informe final del proyecto TCP/MEX/3301/MEX (4). FAO/CONAFOR, México.

Flores R., D.Y. 2007. *Propagación in vitro de Mammillaria coahuilensis (Boed.) Moran (Cactaceae), especie amenazada del estado de Coahuila*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Flores-Del Ángel, M.D. 2013. *Situación actual de las poblaciones de candelilla (Euphorbia antisyphilitica zucc): inventario, su propagación sexual y asexual en el estado de Coahuila, México*. Tesis de doctorado en ciencias. Facultad de Ciencias Biológicas-UANL, Nuevo León.

García-Gómez, V., C. Ramírez-Herrera, C. Flores-López y J. López-Upton. 2014. Diversidad y estructura genética de *Pinus johannis*. *Agrociencia* 48:863-873.

García-Pérez, E., F.F. Castro-Álvarez, J.A. Gutiérrez-Uribe y S. García-Lara. 2012. Revisión de la producción, composición fitoquímica y propiedades nutracéuticas del orégano mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(2):339-353.

Garza-Padrón, R.A., M.J. Verde-Star, M.E. Morales-Rubio *et al*. 2010. Actividad amebicida, antioxidante y perfil fitoquímico de extractos metanólicos de *Astrophytum myriostigma* obtenidos de cultivo de callo y del cactus silvestre. *Polibotánica* 30:111-121.

Gernandt, D.S., A. Liston y D. Piñero. 2003. Phylogenetics of *Pinus* subsections *Cembroides* and *Nelsoniae* inferred from cpDNA sequences. *Systematic Botany* 28:657-673.

Gernandt, D.S., G. Geada López, S. Ortíz García y A. Liston. 2005. Phylogeny and classification of *Pinus*. *Taxon* 54:29-42.

González-Cortés, A. 2015. *Germinación in vitro de dieciocho especies de cactáceas endémicas del Desierto Chihuahuense*. Reporte de estancia. Especialidad en manejo sustentable de recursos naturales de zonas áridas y semiáridas. Subdirección de Postgrado-UAAAN, Coahuila.

Gugger, P.F., A. González-Rodríguez, H. Hernández-Correa *et al*. 2011. Southward Pleistocene migration of Douglas-fir into Mexico: phylogeography, ecological niche modeling, and conservation of 'rear edge' populations. *New Phytologist* 189:1185-1199.

Hernández-Castillo, F.D., R.H. Lira-Saldívar, L. Cruz-Chávez *et al*. 2008. Potencial antifúngico de cepas de *Bacillus* spp. y extracto de *Larrea tridentata* contra *Rhizoctonia solani* en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Internacional de Botánica Experimental ΦYTON* 77:241-252.

Ledig F.T., M. Capó-Arteaga, P.D. Hodgskiss *et al*. 2001. Genetic diversity and mating system of a rare mexican piñon, *Pinus pinceana*, and a comparison with *Pinus maximartinezii* (Pinaceae). *American Journal of Botany* 88:1977-1987.

Ledig, F.T., P.D. Hodgskiss y V. Jacob-Cervantes. 2002. Genetic diversity, mating system, and conservation of a mexican subalpine relict, *Picea mexicana* Martínez. *Conservation Genetics* 3(2):113-122.

Ledig, F.T., P.D. Hodgskiss, K.U. Krutovskii *et al*. 2004. Relationships among the Spruces (*Picea,* Pinaceae) at Southwestern North America. *Systematic Botany* 29(2):275-295.

Ledig, F.T., G.E. Rehfeldt, C. Sáenz-Romero y C. Flores-López. 2010. Projections of suitable habitat for rare species under global warming scenarios. *American Journal of Botany* 97(6):970-987.

Lira-Saldívar, R.H. 2003. Estado actual del conocimiento sobre las propiedades biocidas de la gobernadora [*Larrea tridentata* (D.C.) Coville]. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21(2):214-222.

López-Escamilla, A.L., L.P. Olguín-Santos, J. Márquez-Guzmán y M. López-Herrera. 2009. VI establecimiento y propagación *in vitro* de cactáceas mexicanas. En: III Uso

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y manejo de la biodiversidad. Biología de la Conservación, Cátedra Nacional de Biología (2008) "Juan Luis Cifuentes Lemus". Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)/Consorcio de Universidades Mexicanas, Hidalgo, pp. 55-66.

Manzo-Rodríguez, S. 2010. *Propagación in vitro de Mammillaria coahuilensis var. coahuilensis (Boedeker) Moran y Echinocactus platyacanthus Link & Otto a partir de semilla para su conservación*. Tesis de maestría en ciencias. COLPOS, México.

Martínez-Palacios, A., L.E. Eguiarte y G.R. Furnier. 1999. Genetic diversity of the endangered endemic *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert. *American Journal of Botany* 86(8):1093-1098.

Meléndez-Rentería, N.P., V. Padilla, G. Gaona-Lozano *et al*. 2014. Genetic variability of Sotol *(Dasylirion cedrosanum)* populations in the Mexican Coahuila Southern Area. *Plant Breeding and Seed Science* 66(1):75-88

Morales-Reyes, Y.A. 2014. *Diversidad genética en sotol (Dasylirion cedrosanum) a través de marcadores moleculares AFLP y comparación entre plantas estaminadas y pistiladas*. Tesis de maestría en ciencias en fitomejoramiento. UAAAN, Coahuila.

Ortiz-Medrano, A., D.P. Scantlebury, A. Vázquez-Lobo *et al*. 2016. Morphological and niche divergence of pinyon pines. *Ecology and Evolution* 6(9):2886-2896.

Ortiz-Montiel, J.G. y R. Alcántara-García. 1997. Propagación in vitro de peyote (*Lophophora williamsii* (Lemaire) Coulter). *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 42:3-6.

Parraguirre-Lezama, C., J.J. Vargas-Hernández, P. Ramírez-Vallejo *et al*. 2002. Estructura de la diversidad genética en poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25:279-287.

Peñuelas-Rubio, O., M. Arellano-Gil, I.C. Vargas-Arispuro *et al*. 2015. Bioactividad *in vitro* de extractos de gobernadora *(Larrea tridentata)* sobre la inhibición de hongos poscosecha: *Alternaria tenuissima, Aspergillus niger, Penicillium polonicum* y *Rhizopus oryza*. *Polibotánica* 40:183-198.

Piñero, D., J. Caballero-Mellado, D. Cabrera-Toledo *et al*. 2008. La diversidad genética como instrumento para la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad: estudios en especies mexicanas. En: *Capital natural de México, vol. I: conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 437-494.

Ramírez-Herrera, C. 2007. *Quantitative trait variation and alloenzyme diversity of Pinus pinceana*. Tesis de doctorado. University of New Branswick, Canadá.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el DOF. Texto vigente.

Silva-Montellano, A., y L.E. Eguiarte. 2003. Geographical patterns in the reproductive ecology of *Agave lechuguilla* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert. II. Genetic variation, differentiation, and inbreeding estimates. *American Journal of Botany* 90:700-706.

Soltero-Quintana, R. y L. Portillo. 2015. Micropropagación de cactáceas mexicanas amenazadas. *Boletin Nakari* 26(2):13-17.

Terán, A.F., M.E. Ascarrunz, E. Tejada y A. Zapata. 1998. Propagación de tres especies de *Atriplex* mediante cultivo de tejidos *in vitro* por organogénesis. *BIOFARBO* 6:3-9.

Valero-Galván, J., C.A. González-Díaz y R. González-Fernández. 2014. Efecto de los extractos acuosos de hojas de plantas de gobernadora (*Larreas tridentata*), hojasén (*Flourensia cernua*) y encino (*Quercus pungens*), sobre el crecimiento micelial *in vitro* de hongos fitopatógenos. *Acta Universitaria* 24(5):13-19.

Villavicencio G., E.E., A. Cano P. y A. Juárez S. 2007. Guía para la micropropagación y producción *in vitro* de plantas de sotol (*Dasylirion cedrosanum* Trel.). INIFAP/CIRNE/Campo Experimental Saltillo. Folleto técnico no. 37. Coahuila.

Villavicencio-Gutiérrez, E.E., A. Arredondo-Gómez, M.A. Carranza-Pérez *et al*. 2011. Cactáceas ornamentales del Desierto Chihuahuense de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí, México. Artículos Divulgativos. *Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas* 8(2):9-12.

Villavicencio-Gutiérrez, E.E., A. González-Cortés, M. A. Carranza-Pérez y A. Arredondo-Gómez. 2012. Micropropagación y producción de *Epithelantha micromeris* (Engelm.) F.A.C. Weber ex Britt. & Rose cactácea ornamental del Desierto Chihuahuense. CIRNE/Campo Experimental Saltillo. Folleto técnico MX-0-310602-36-03-15-09-51. Coahuila.

Wei, X., J. Beaulieu, D.P. Khasa *et al*. 2011. Rangewide chloroplast and mitochondrial DNA imprints reveal multiple lineages and complex biogeographyic history for Douglas-Fir. *Tree Genetics & Genomes* 7:1025-1040.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Uso ilegal de la biodiversidad

Raúl Xavier González Valdés y Tomás Samuel Heinrichs Loera

Antecedentes

Las actividades humanas inciden directa e indirectamente en el deterioro de los ecosistemas. Esto se debe a diversos factores: los desmontes para agricultura de subsistencia que afectan notablemente el coeficiente forestal; la presencia de plagas y enfermedades incontrolables que demeritan en calidad y cantidad el recurso; los incendios forestales que anualmente los impactan y otras causas menores, como los desmontes para líneas de transmisión, caminos y carreteras, vasos de almacenamiento, etcétera (Caballero *et al*. 1988).

El efecto de la acción del ser humano sobre los ecosistemas forestales provoca su destrucción y una extensa modificación de sus características. La FAO (2012) estima que anualmente se destruyen alrededor de 13 millones de hectáreas de bosque y, aunque parte de éstas se regeneran a través del proceso sucesional, se provocan cambios marcados en la estructura y composición de los ecosistemas forestales.

El deterioro ambiental no es un problema reciente. El ser humano ha transformado el medio natural al usar los recursos naturales; no obstante, el tamaño de la transformación actual ha puesto en riesgo la capacidad de los ecosistemas para recuperarse por sí mismos.

Desafortunadamente existe una visión aislada de los recursos naturales y de los patrones y procesos que se llevan a cabo en los ecosistemas. Con ello se pierden de vista los servicios ambientales que éstos proveen en su conjunto: control de erosión, regulación del ciclo hidrológico, regulación térmica, recirculación de nutrientes, mantenimiento del nivel freático, etc. (Heinrichs 2016).

Cuando la funcionalidad del ecosistema se altera por la extracción o modificación de la estructura de uno o más de sus componentes, como puede ser el suelo o la vegetación, éste se fracciona y pierde la capacidad de producir o generar las condiciones para el restablecimiento del equilibrio. La capacidad de trabajar con los sistemas naturales, entre ellos, los que están desequilibrados, solamente se limita por la habilidad para entender su función en el tiempo y el espacio (Leopold 1924).

A continuación se hace una revisión de la problemática del uso ilegal de los recursos naturales en las diferentes regiones de Coahuila. En

González, R.X. y T.S. Heinrichs Loera. 2017. Uso ilegal de la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 423-431.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

función del tipo de afectación, se prioriza el área en que dichas acciones tienen incidencia: áreas naturales protegidas (ANP), sitios prioritarios, áreas de distribución de especies en riesgo y sitios en donde se ha recibido un mayor número de denuncias ambientales.

Cambio de uso de suelo

La mayor causa del decremento de la superficie forestal corresponde a los desmontes para la agricultura de subsistencia y ganadería; se estiman anualmente entre 200 y 300 mil hectáreas en México (Caballero *et al.* 1988).

El uso inadecuado del suelo, que prevalece en la mayor parte de México, genera la desaparición innecesaria de la vegetación natural, cambiándola por secundaria sucesiva a disturbios. Dicha flora ha sido escasamente estudiada y documentada (Casas *et al*. 1995).

En Coahuila las actividades de cambio de uso de suelo se presentan en todo el estado y abarcan la mayoría de las subprovincias fisiográficas (Heinrichs 2016). Ejemplo de esto se observa en los municipios de Ramos Arizpe y San Pedro de las Colonias (figura 1), donde es evidente el daño realizado a los principales factores ecológicos del sitio, como son la cobertura vegetal y el suelo, mismos que al perderse implican modificaciones ecológicas mencionadas anteriormente. De esta manera el actuar de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) contribuye a impedir, evitar y disminuir este tipo de actividades.

Las acciones de control en Coahuila –visitas de inspección, recorridos de vigilancia, atención a denuncias ambientales– que se llevan a cabo en las áreas que se tienen registradas con mayor problemática, asumen como objetivo el evitar las modificaciones ambientales y conservar la estructura del ecosistema. El personal encargado de realizar estas actividades tiene el perfil adecuado para llevar a cabo las mismas (Heinrichs 2016).

Figura 1. Remoción del suelo que se realizó con fines agrícolas, que no corresponde con la aptitud original del sitio. Se puede observar el daño a la vegetación localizada en el lugar. Foto: Tomás S. Heinrichs Loera 2015.

Con base en las actividades de inspección y vigilancia que, de 2008 a 2015, ha realizado la PROFEPA en Coahuila, se observó que existe una tendencia en el incremento de la superficie afectada por el cambio de uso de suelo de 2010 a 2012 y en 2014, independiente del número de inspecciones (figura 2, Heinrichs 2016).

Aprovechamiento ilegal de productos forestales

La extracción de especies forestales tiene como consecuencia los daños de un uso irregular, como la pérdida de la cobertura vegetal, la pérdida del suelo por erosión, la modificación del hábitat para la fauna silvestre, la menor captación de humedad, el escurrimiento superficial, el abatimiento de los mantos acuíferos, la disminución de las poblaciones de interés forestal, la desertificación del suelo, entre otras (Heinrichs 2016).

En el estado, las actividades de extracción de especies forestales se llevan a cabo con mayor frecuencia en las siguientes subprovincias: Del Bolsón de Mapimí, Sierra y Llanuras Coahuilenses

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

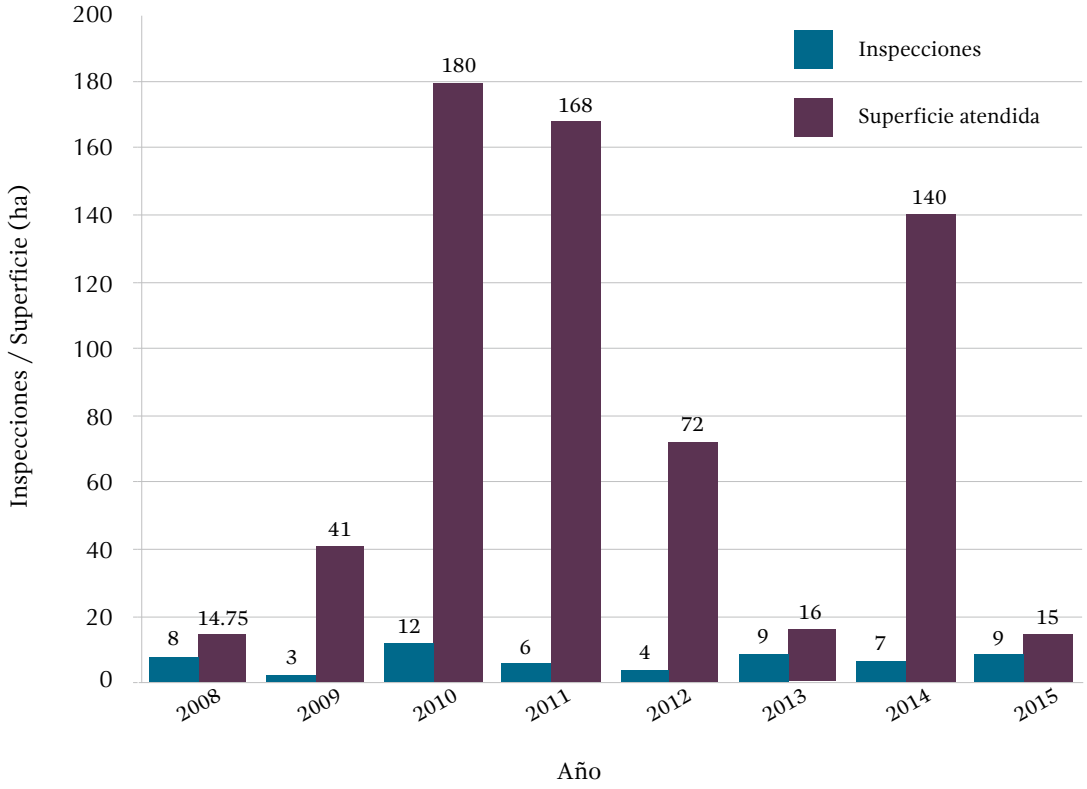


Figura 2. Inspecciones y superficie atendida para cambio de uso de suelo de 2008 a 2015. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

y Sierra de la Paila. En ellas se realiza principalmente la extracción de hierba de candelilla y leña de mezquite, aunque existen otras siete especies que se aprovechan por su importancia económica. En la actualidad no hay autorización para el aprovechamiento persistente de pino ni de oyamel; no obstante, existe una fuerte presión sobre estas especies, por lo que se colectan de forma ilegal.

Las especies no maderables son potencialmente autorizadas para su extracción en el estado. A pesar de ello, existen áreas en donde, durante años, las personas han extraído tales especies sin solicitar autorización, lo que genera una mayor presión sobre las áreas y los recursos naturales (cuadro 1). Un producto forestal que se ha aprovechado de forma ilegal es la tierra de monte, esto sucede principalmente en las áreas boscosas del sureste de la entidad.

Al considerar el estado de conservación de sus poblaciones, el mezquite (*Prosopis glandulosa*) y la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) son las especies con mayor presión. La afectación a las poblaciones de mezquite se lleva a cabo por los habitantes de las áreas rurales (figuras 3 y 4), principalmente en la región Laguna, para autoconsumo (combustible) y marcadamente para la comercialización del producto transformado como carbón (figura 5).

Se estima que en la región Laguna, aproximadamente 850 familias obtienen su principal ingreso económico de esta actividad. La elaboración de carbón disminuye cuando hay producción y cosecha de melón y sandía, ya que la gente se contrata de manera temporal en estas actividades agrícolas (Heinrichs 2016).

Con respecto a la extracción ilegal de leña de mezquite, así como el posterior proceso de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies forestales de mayor extracción ilegal en Coahuila.

Tipo	Nombre común	Nombre científico
Maderables	Mezquite	*Prosopis glandulosa*
	Pino	*Pinus* sp.
	Oyamel blanco	*Abies vejarii*
	Oyamel rojo	*Pseudotsuga menziesii**
	Cedro	*Cupressus arizonica*
No maderables	Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*
	Lechuguilla	*Agave lechuguilla*
	Orégano	*Lippia graveolens*
	Cortadillo	*Nolina cespitifera**

*Estas especies no están reportadas en el apéndice correspondiente al grupo biológico.
Fuente: elaboración propia con datos de Villarreal 1993 y Gernandt y Pérez 2014.

transformación a carbón, durante las actividades de inspección y vigilancia realizadas en Coahuila en el periodo de 2008 a 2015, se observa que estas actividades ilegales disminuyeron a partir del 2013. En relación a los metros cúbicos de leña de mezquite y carbón asegurados precautoriamente, se reporta que durante el mismo periodo la cantidad de carbón disminuyó después de 2012; no obstante, la leña tuvo fluctuaciones extremas de 2012 a 2015 (figuras 6 y 7).

El aprovechamiento de la hierba de candelilla (*E. antisyphilitica*) se realiza principalmente en las comunidades rurales de los municipios de Ocampo y Cuatro Ciénegas. Este tipo de actividad se encuentra ampliamente difundida y en la mayoría de los casos representa el principal ingreso familiar. A febrero de 2016 existían 66 predios autorizados por la SEMARNAT que representan una superficie de 316 673 ha y una biomasa de 203 088 t (SEMARNAT 2016).

A pesar de ello, en la mayoría de los casos, los productores no observan el cumplimiento de las condicionantes establecidas en la NOM-018-SEMARNAT-1999, así como la regulación establecida por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (SEMARNAT 2003) y su reglamento (SEMARNAT 2005).

El aprovechamiento se realiza de forma tradicional (se corta toda la planta, no se rotan los rodales;[1] figura 8) y tiene como consecuencia la afectación de las poblaciones de la propia especie. En este sentido, las actividades de inspección y vigilancia que lleva a cabo la PROFEPA en Coahuila se enfocan al cumplimiento de las condicionantes establecidas en la NOM-018-

[1] Debido a que el aprovechamiento es irregular, carece de manejo técnico y, por lo tanto, los sitios de aprovechamiento se establecen de acuerdo al criterio del mismo productor y no propiamente a un estudio ecológico realizado por personal técnico aprobado por la SEMARNAT.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Se observa en la imagen el transporte ilegal de leña de mezquite en el municipio de San Pedro de las Colonias. Foto: Tomas S. Heinrichs Loera 2012.

Figura 4. La participación del sector femenino en las actividades de transformación de leña de mezquite a carbón, constituye una parte socioeconómica importante para dichas familias en la región Laguna. Foto: Tomas S. Heinrichs Loera 2012.

SEMARNAT-1999, así como a una mayor presencia del personal técnico que da seguimiento a estas visitas, e igualmente al observar irregularidades durante los recorridos de vigilancia que realiza la misma PROFEPA.

Las cactáceas son un grupo que tiene una presión de extracción ilegal de baja densidad, aunque no se cuenta con registros recientes que permitan conocer y estimar la presión que se tiene sobre las poblaciones, especialmente de aquellas endémicas de Coahuila o de distribución restringida.

Uso ilegal de la fauna silvestre

Como parte de las acciones de aprovechamiento ilegal de la fauna silvestre, las que se presentan con más frecuencia son la caza furtiva y la venta de especies silvestres. Sin embargo, la captura de aves canoras y de ornato para su comercialización es quizá la más constante (figura 9), a pesar de haber disminuido en los últimos 20 años (Heinrichs 2016).

La actividad extractiva de aves canoras y de ornato se realiza principalmente en las subprovincias fisiográficas de Laguna de Mayrán y Gran Sierra Plegada (figura 10). En el caso de reptiles y mamíferos, el tráfico es menos popular, ya que su comercialización casi no existe en el estado (Heinrichs 2016).

Conclusión

Las acciones de inspección y vigilancia llevadas a cabo por la PROFEPA en la entidad, tienen como objeto disminuir el uso y tráfico ilegal de vida silvestre en Coahuila y, simultáneamente, promover un uso sustentable a través de los medios legales establecidos por la normatividad vigente en el país.

Las campañas de concientización y difusión a nivel estatal y regional son una alternativa para divulgar la riqueza natural del estado ante la necesidad de conservar, usar de forma racional y con autorizaciones legales, así como evitar el comercio y la caza ilegal.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Proceso de transformación de la leña de mezquite a carbón, en el municipio de San Pedro de las Colonias. Foto: Isaías Almaraz Bocanegra 2012.

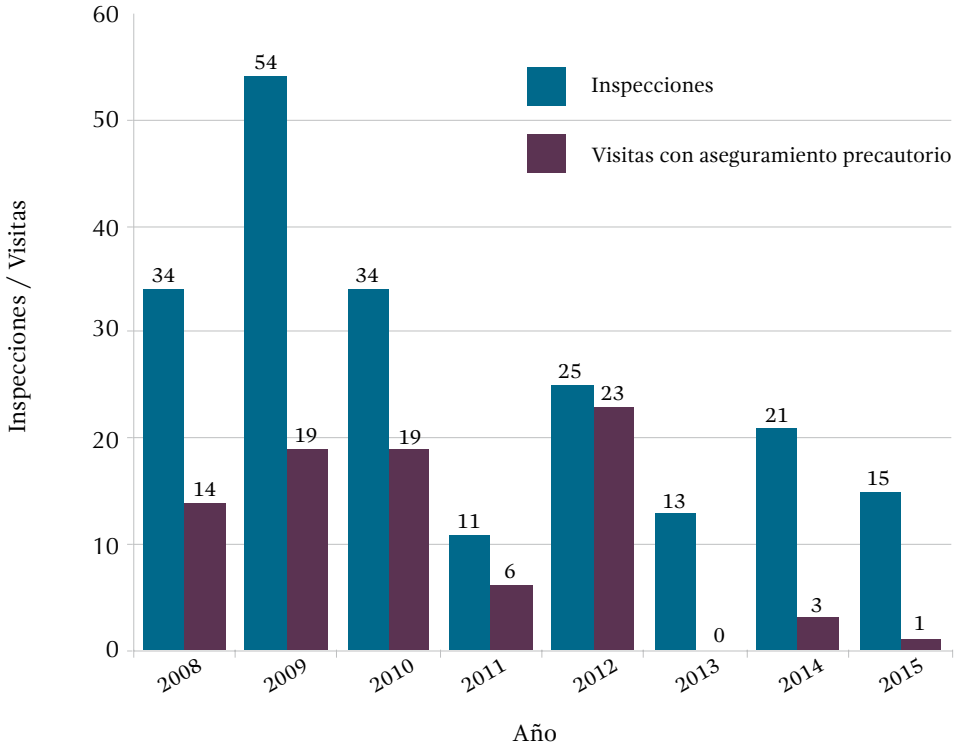


Figura 6. Inspecciones realizadas e inspecciones con aseguramiento precautorio en materia forestal en la región Laguna. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

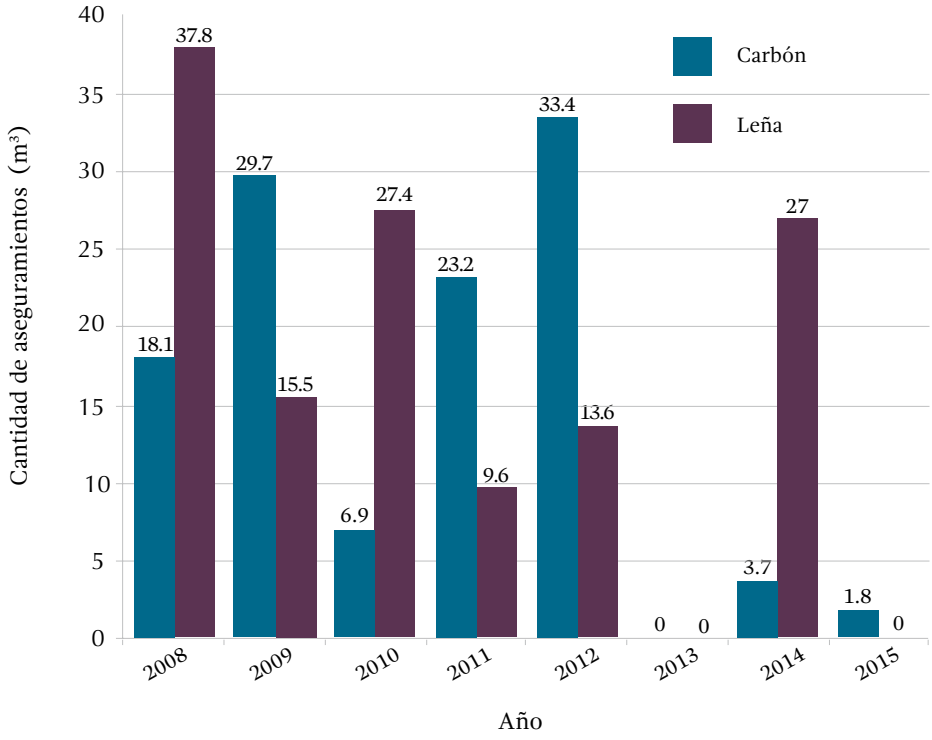


Figura 7. Leña de mezquite y carbón asegurados en la región Laguna. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

Figura 8. Se observa el apilamiento de los atados de hierba de candelilla en el municipio de Francisco I. Madero. Foto: Carlos Carrera Treviño 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

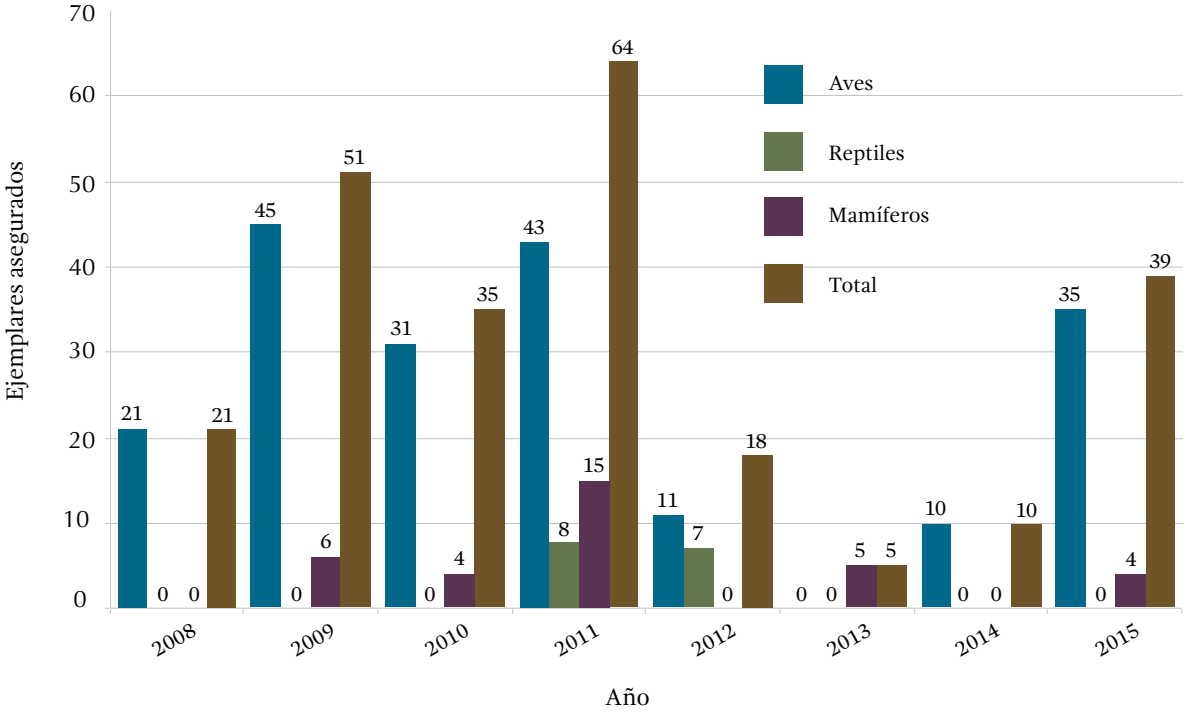


Figura 9. Número de ejemplares asegurados precautoriamente en materia de vida silvestre en el periodo de 2008 a 2015. Fuente: elaboración propia con datos de PROFEPA 2016.

Figura 10. Comercialización de aves canoras y de ornato en el municipio de Saltillo. Foto: Isaías Almaraz Bocanegra 2010.

Una opción legal que puede apoyar a la conservación de los recursos naturales sería la elaboración de una norma técnica estatal para cada uno de los grupos biológicos, que defina las especies con mayor precisión a nivel estatal y regional, y determine, de esta manera, su estatus de conservación y requerimientos de manejo y recuperación.

Referencias

Caballero D., M., J.B. Cardeña R., C.E. González V. *et al.* 1988. El sistema de producción forestal. *Dasonomía Mexicana* 6:10.

Casas S., R., E. González y F.J. Tena. 1995. Estructura y tendencias sucesionales en vegetación de clima templado semi-seco en Durango, México. *Madroño* 42(4):501-515.

Congreso de la Unión. 2005. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicado el 21 de febrero de 2005 en el DOF. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014.

FAO. Food Agriculture Organization of the United Nations. 2012. El estado de los bosques del mundo. En: <*http://www.fao.org/docrep/016/i3010s/i3010s.pdf*>, última consulta: mayo 2016.

Gernandt, D.S. y J.A. Pérez-de la R. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:126-133.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Heinrichs Loera, T. 2016. Delegación Coahuila, PROFEPA. Comunicación personal, mayo.

Leopold, A. 1924. Grass, brush, timber and fire in southern Arizona. *Journal of Forestry* 22:2-3.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1999. Norma Oficial Mexicana NOM-018-SEMARNAT-1999. Publicada el 2 de abril de 1999 en el DOF. Última reforma publicada el 23 de abril de 2003.

——. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada el 25 de febrero de 2003 en el DOF. Última reforma publicada el 10 de mayo de 2016.

PROFEPA. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. 2016. Archivos y Sistemas de Información. Delegación Coahuila. México (inédito).

Villarreal Q., J.A. 1993. *Introducción a la botánica*. Ed. Trillas, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

SECCIÓN VI.
OPORTUNIDADES

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Francisco Valdés Perezgasga

En esta sección se revisan las oportunidades para la conservación de la biodiversidad en la entidad. Además, se analizan algunos de los programas que han resultado exitosos y que, si bien son producto de procesos históricos emprendidos tiempo atrás, también son muestra clara del compromiso y tenacidad que caracterizan a la sociedad en el estado.

La participación ciudadana ha sido clave en estos procesos caracterizados por la defensa de Cuatro Ciénegas,[1] ante la ampliación de la frontera agrícola; por la protección de la sierra de Zapalinamé, debido a las presiones del crecimiento urbano desordenado; por la creación de un nuevo modelo de gestión en la reserva municipal de Jimulco y por el cuidado de la Reserva de la Biósfera de Mapimí.

Esta participación ha permitido elevar el nivel de conocimiento público sobre lo que sucede en estos espacios, la creación de las áreas naturales protegidas (ANP) y la participación en los órganos de gestión y consulta de las mismas. Destacan, por su participación, Protección de la Fauna Mexicana, A.C. (PROFAUNA), En Defensa del Ambiente, A.C. y Fundación Jimulco, A.C.

Un ejemplo claro se encuentra en la conservación del territorio a través de ANP, concretamente en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, las áreas de protección de flora y fauna Cuatrociénegas y Maderas del Carmen, la Reserva de la Biosfera Mapimí, la Zona Sujeta a Conservación y Restauración Ecológica Sierra de Zapalinamé, además de El Taray y La India, en las cuales la participación de las organizaciones mencionadas ha logrado la creación de algunas de las áreas protegidas y la participación en sus órganos de gestión.

Cuando han aparecido amenazas inminentes a la biodiversidad, se ha solicitado la intervención de la autoridad correspondiente a través de la denuncia. Así se logró la declaratoria de una zona de amortiguamiento en Zapalinamé, que frenó la expansión de la mancha urbana, el decreto de creación de Jimulco y la participación en el consejo asesor de Mapimí.

El pago por servicios ambientales ha sido especialmente exitoso en este esquema de con-

[1] Nota del editor. La grafía de Cuatro Ciénegas consta de dos palabras cuando se refiere al municipio, a la cabecera del mismo y al valle; y solamente se escribe "Cuatrociénegas" cuando hace referencia al nombre oficial del Área de Protección de Flora y Fauna, a su categoría como ANP.

Valdés-Perezgasga, F. 2017. Resumen ejecutivo. Oportunidades. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 435-436.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

servación. Esta contribución no sólo funciona como incentivo para la defensa de la naturaleza, sino también como promotor del desarrollo social de las poblaciones involucradas, lo cual se aborda en los casos de Jimulco y de la sierra de Zapalinamé, en donde la gobernanza socioambiental ha permitido que mejoren las relaciones con las comunidades que ejercen la propiedad de los terrenos o con quienes residen en ellas, ya que se ha observado la sinergia existente entre propietarios, los actores sociales y los miembros institucionales externos.

Esto ha hecho posible que en Coahuila, además de la conservación, se cuente con importantes avances en la recuperación de su capital natural. Tal es el caso de la reintroducción del guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo intermedia*) en los municipios de Saltillo y Arteaga, lo que hace devolver esta especie a su hábitat histórico de donde había sido erradicada.

Asimismo se trabaja para que la población valore la biodiversidad de su estado. A través de la educación ambiental se pretende que estas acciones no sólo prevalezcan, sino que vayan en aumento y arrojen más y mejores resultados. Un ejemplo de esto es el Museo de las Aves de México (MAM), recinto que, desde hace más de 23 años, promueve la valoración y conservación de las aves a través de sus servicios docentes y de divulgación.

Sin duda, la educación ambiental representa una herramienta esencial para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad en el estado. La falta de una cultura ambiental entre la población, particularmente de aquella que reside en las ANP y quienes las visitan, constituye una amenaza a los ecosistemas y la biodiversidad en la medida en que se desconocen los procesos ecológicos que se alteran debido a las actividades productivas y recreativas. Por ello, la educación ambiental constituye un elemento clave en la estrategia de conservación del capital natural, así como una oportunidad para enfrentar la problemática ambiental de la entidad.

Esta breve revisión de acciones concretas, llevadas a cabo en beneficio de la biodiversidad del estado y su sociedad, permite identificar nuevas áreas de oportunidad, como el establecimiento de fondos ambientales con participación empresarial, la operación con criterios ambientales de la infraestructura hidrológica, las alianzas entre corporaciones y organismos conservacionistas y la expansión de los programas de educación formal e informal para la conservación, cuyo éxito sólo será posible con la participación decidida de los actores involucrados.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Educación ambiental

Gerardo Jiménez González

Introducción

Las principales amenazas que enfrenta la biodiversidad en el planeta se originan en las actividades antrópicas, sobre todo en aquellas de carácter económico que implican el uso de recursos naturales que sustentan la vida de las poblaciones humanas. En ellas destaca el desconocimiento generalizado de los procesos ecológicos que se ven afectados, a nivel local y global, por tales actividades. En ese sentido, es necesario identificar las causas para hacerles frente de manera asertiva.

Una de las estrategias para favorecer la preservación del medio ambiente es la educación ambiental, definida como "el proceso de adquisición de valores y clarificación de conceptos cuyo objetivo es desarrollar actitudes y capacidades necesarias para entender y apreciar las interrelaciones entre el ser humano, su cultura y su entorno biofísico" (Enkerlin y Madero-Enkerlin 1997).

La ausencia de esos valores y conceptos supone el desconocimiento de los riesgos e impactos ambientales que tienen las actividades humanas, lo que priva de los medios autorregulatorios en su relación con el entorno y, en consecuencia, determina la actitud que asume frente a él y limita su capacidad de incidir en el desarrollo de la sociedad a la que pertenece. Cuando ésta no se organiza en estructuras y mecanismos que promuevan o faciliten la adquisición de esos valores, sus actividades, por omisión voluntaria o involuntaria, se desarrollarán en constante tensión con el ambiente.

A partir de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano, realizada en Estocolmo en 1972, se dieron avances importantes a nivel mundial sobre el reconocimiento de la problemática existente entre naturaleza y sociedad, los cuales han permeado en cada país con logros en el terreno declarativo y cambios normativos e institucionales; no obstante, estos esfuerzos no corresponden a los retos que se enfrentan. Es necesario crear las estructuras socio-institucionales que contribuyan a un avance más significativo en torno a la cultura ambiental (Febres-Cordero y Floriani 2003).

En el caso de México, la educación ambiental se ha incluido en la legislación a nivel federal (LEGEEPA; SEDUE 1988) y se contempla la promoción de dichos valores a través de diversos medios, entre los que destaca la creación, en 1994, del Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), la

Jiménez González, G. 2017. Educación ambiental. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 437-440.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estrategia nacional sobre biodiversidad de México (CONABIO 2000) y la Estrategia de educación ambiental para la sustentabilidad de México (SEMARNAT 2006). A pesar de ello, estos esfuerzos institucionales aún son insuficientes; requieren de una instrumentación más decidida y de los fondos adecuados para tener un mayor impacto en la población.

Educación ambiental en Coahuila

En lo que respecta a Coahuila, también se ha legislado (Congreso del Estado 1998) y, en 2006, la entonces Dirección General de Ecología se elevó a rango de Secretaría de Medio Ambiente (SEMA). Como parte de la política ambiental, se diseñó e implementó una estrategia dirigida a desarrollar programas educativos en los currículos escolares e impulsar en la sociedad la valoración y respeto por la biodiversidad (Gobierno del Estado 2012).

A través de la SEMA se han implementado diversas acciones sobre cultura ambiental. Se destaca la capacitación de docentes con la finalidad de formar educadores ambientales, y la facilitación de talleres en que participan éstos y otros segmentos de la población, principalmente conformados por alumnos de diferentes niveles de escolaridad.

Se amplió la red de educadores ambientales y clubes ecológicos, se fomentó el enlace entre autoridades ambientales a fin de unificar la política ambiental en la entidad, se organizaron concursos fotográficos sobre el medio ambiente, se realizaron programas de oficina verde, huertos biointensivos y ferias ecológicas, entre otras actividades (SEMA 2012).

No obstante, estos esfuerzos institucionales no son suficientes para enfrentar los problemas ambientales que ocurren en el estado y que no son distintos de los que se observan en el resto del país, especialmente en lo que respecta a la falta de transversalidad y el carácter discontinuo de los programas de educación ambiental.

Se requiere una mayor inserción en el sistema educativo formal ya que, al no ser transversal la incorporación de la dimensión ambiental en los contenidos de los programas educativos, ésta se aborda de manera parcial y desarticulada, lo que provoca que la formación de valores se vea fragmentada y que, si bien modifica la percepción de los educandos, aporta poco a la configuración de una visión global sobre el ambiente y su relación con la sociedad.

Por otro lado, y a pesar de que en Coahuila se tiene registro de 850 clubes ecológicos y una red de educadores ambientales (SEMA 2012), hay una escasa participación de los docentes en actividades ambientales, derivada de la falta de formación y motivación sobre estos temas.

La educación ambiental se inserta desde afuera en el sistema educativo formal, donde los organismos gubernamentales y no gubernamentales que la promueven son también quienes la facilitan. Por lo general, los programas no se institucionalizan y, en ese sentido, no adquieren un carácter permanente y se pierden en la movilidad escolar de los estudiantes.

La no transversalidad y la discontinuidad en la implementación de programas docentes se expresan con un mayor énfasis en la educación ambiental informal, ya que, salvo en casos específicos y de manera parcial, se diseñan y ejecutan acciones con núcleos de población no escolarizada, donde la falta de transversalidad limita la asociación entre la forma de vida de las actividades productivas que realizan y los diversos recursos asociados a la biodiversidad, como lo son el agua y el suelo.

Lo anterior puede ser una barrera para que dichas poblaciones cambien sus prácticas domésticas y productivas para orientarlas a la conservación y así contribuir al desarrollo sostenible. También ocurre que los contenidos de los programas y materiales de difusión no se basan en la realidad del entorno inmediato, como son aquellos de las ANP, pues deberían asociarse a los ambientes áridos y semiáridos que conforman la mayor parte del territorio estatal y a su

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ubicación en el Desierto Chihuahuense (Canales 1999, Jiménez 2011).

De igual forma, los ejes temáticos de esos programas deben ampliar las áreas de conocimiento e información, de manera que incluyan, además de los temas tradicionales, como manejo de residuos sólidos y reforestación, otros de trascendencia global, como el cambio climático, cuidado del agua y conservación de la propia biodiversidad estatal.

A la problemática anterior se agrega la insuficiente infraestructura institucional, social y física que apoya y sustenta la promoción y facilitación de la educación ambiental, pues en el estado sólo existe un centro público de educación ambiental: El Chapulín, que se ubica en Saltillo, lo que limita su área de influencia. Este espacio carece de un servicio de hospedaje que pudiese ampliar su cobertura a la población escolar de otras partes del estado, de tal forma que los sitios disponibles donde opera son insuficientes, al igual que sus materiales de difusión sobre los valores ambientales.

Educación ambiental en ANP

En las ANP que se ubican en el territorio estatal, la educación ambiental presenta una mayor continuidad y se desarrolla al priorizar programas enfocados a la conservación de los ecosistemas naturales y la biodiversidad existente en ellas.

Destacan el Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Cuatrociénegas, la Reserva de la Biósfera Mapimí, la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé, y la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, donde se han implementado acciones de educación ambiental orientadas a los residentes de las comunidades rurales, o en el caso de la propia APFF de Cuatrociénegas y del sector de Zapalinamé, donde existe una estrecha relación con la población urbana.

Estos programas se centran en la difusión de la importancia del capital natural que se protege y conserva en dichas áreas, particularmente de las especies emblemáticas o de significado singular, como aquellas endémicas del lugar. Tal es el caso del APFF Cuatrociénegas, con las especies asociadas al humedal, o en Jimulco, a la isla de cielo.

Aunque estos programas están destinados a la población escolar, también buscan la transversalidad con otros sectores sociales, como el constituido por amas de casa, productores rurales y visitantes, estos últimos asociados a los proyectos y acciones de turismo de naturaleza.

Lo anterior es posible debido a que en cada ANP los responsables de su gestión –sean entidades gubernamentales, como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), u organismos civiles, como PROFAUNA y Fundación Jimulco, A.C.– contemplan el diseño e implementación de actividades de educación ambiental en sus planes de manejo y programas operativos anuales, los cuales, a pesar de ello, tienen una cobertura limitada entre la población que habita en estos espacios protegidos.

Algunos de ellos, como PROFAUNA, han desarrollado una amplia experiencia y han editado materiales didácticos y de difusión para apoyar dichas acciones. Por su parte, Fundación Jimulco, A.C. ha iniciado un innovador programa en el sector educativo formal, el cual comprende la totalidad de los centros educativos ubicados en la reserva ecológica municipal. Dicho programa se implementa en un marco de colaboración institucional, abarca ejes temáticos importantes y considera la movilidad escolar de los niños y jóvenes involucrados.

A pesar de lo anterior, aún existen omisiones y vacíos en esta área. Tal es el caso de la poca coordinación que los organismos gestores tienen con los gobiernos municipales para establecer una sinergia, entre la población rural y urbana, para la difusión de los valores ambientales que representa la existencia de ANP dentro de sus jurisdicciones; o la escasa vinculación que hay con el sector educativo formal que atiende y concentra la mayor población escolar.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Es notorio que los gobiernos municipales carecen de programas de educación ambiental que sean permanentes y transversales, mismos que estén insertos en estructuras institucionales –particularmente en las de educación formal– o en el tejido social y que promuevan acciones asociadas a la conservación de la biodiversidad.

Conclusión

La educación ambiental ha sido vista como una actividad complementaria en el sistema educativo formal. Además se ha ignorado en su modalidad no formal, y aunque se han realizado acciones de manera intermitente y aislada, con escaso impacto entre la población, ésta ha sido una función pública marginal.

Es necesario asignar mayor apoyo gubernamental en la formación de educadores y en la inserción de temas ambientales transversales en los programas escolares, de tal modo que se institucionalice en el sector educativo formal como un mecanismo de promoción de valores ambientales.

Para lograr este propósito, y su extensión transversal con el sector no formal, deben asignarse recursos a la creación de infraestructura en las escuelas y en otros espacios públicos, así como establecer mecanismos institucionalizados de vinculación con los tejidos rural y urbano.

En el caso específico de las ANP, en tanto ocurre un cambio institucional general en esta materia, es necesario diseñar y ejecutar programas de educación ambiental dirigidos al sector docente formal. El propósito es el de fomentar la apropiación de esos nuevos valores y la creación de una identidad que incorpore los significados de su entorno y que se extienda al resto de las comunidades.

La ausencia de una cultura ambiental por parte de la población que reside en las ANP y por quienes las visitan, constituye una amenaza a los ecosistemas y a la biodiversidad, en la medida en que se desconozcan los procesos ecológicos que son alterados con sus actividades productivas y recreativas. Por ello, la educación ambiental constituye, por una parte, el elemento clave en la estrategia de conservación a corto y largo plazo del patrimonio natural y, por la otra, la oportunidad para enfrentar la problemática ambiental del estado.

Referencias

Canales, E. 1999. Educación ambiental en el desierto. *Revista Pronatura* 8:60-65.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2000. *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. CONABIO, México.

Congreso del Estado. 1998. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Coahuila. Publicada el 8 de diciembre de 1998 en el Periódico Oficial del Estado (POE) no. 98. México. Texto vigente.

Enkerlin, E. y A. Madero-Enkerlin. 1997. Educación ambiental, investigación y participación de la comunidad. En: *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*. E. Enkerlin *et al.* (eds.). International Thompson Editores, México.

Febres-Cordero, M.E. y D. Floriani. 2003. Políticas de educación ambiental y formación de capacidades para el desarrollo sustentable. En: *La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe*. E. Leff, E. Ezcurra, I. Pisanty y P. Romero-Lankao (comps.). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/Instituto Nacional de Ecología (INE)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)/ Organización de las Naciones Unidas (ONU)/Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), México, pp. 141-159.

Gobierno del Estado de Coahuila. 2012. Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017. Coahuila de Zaragoza, México.

Jiménez, G. 2011. Programa de Educación Ambiental. Facultad de Agricultura y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), México.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2012. Informe de resultados. México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006. Estrategia de educación ambiental para la sustentabilidad en México. México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El Museo de las Aves de México: "Conocer para valorar y conservar®"

Aldegundo Garza de León, Samuel López de Aquino y Gabriela Margarita García Deras

Introducción

El Salón de las Aves fue el precedente del Museo de las Aves de México (MAM). La colección de Aldegundo Garza de León se encontraba en su casa y surgió de la colecta de aves que él realizaba cada que salía al campo. Con el tiempo, la noticia sobre la existencia de esta colección se esparció por Saltillo, por lo que su residencia se convirtió en un atractivo turístico por más de 25 años. Esto despertó una inquietud: construir un museo.

Fue así que el 15 de noviembre de 1993, tras la donación de la colección particular del señor Garza, el MAM se fundó en Saltillo. Desde entonces este espacio se convirtió en un importante recinto turístico, lugar de consulta y acervo para quienes deseaban aprender, conocer o investigar lo relacionado con la avifauna nacional (figura 1).

Cabe resaltar que el museo es único en la república mexicana, al exhibir exclusivamente aves del país. Cuenta con más de 3 mil ejemplares, lo que representa 69% del total de las aves mexicanas (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014), y ha logrado llevar el mensaje de "Conocer para valorar y conservar®" a más de 2 millones de visitantes de diversas partes del país y del mundo. Año con año incorpora nuevas especies a su colección, con la intención de que el público conozca de mejor manera la avifauna nacional.

Figura 1. El Salón de las Aves fue el origen de lo que hoy es el museo. Al fondo se aprecia a su fundador, Aldegundo Garza, quien muestra la colección a unos niños. Foto: Archivo Histórico del MAM.

El MAM ha sido elegido para ser depositario de aves consideradas como auténticos íconos dentro de la conservación de la vida silvestre de América del Norte, entre las que destacan: el cóndor de California (*Gymnogyps californianus*, figura 2) y la grulla blanca (*Grus americana*, figura 3). Estos

Garza de León, A., S. López de A. y G.M. García Deras. 2017. El Museo de las Aves de México: "Conocer para valorar y conservar®". En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 441-446.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Ejemplar de cóndor de California, exhibido únicamente en el museo. Foto: Archivo Histórico del MAM.

Figura 3. Único ejemplar de grulla blanca en exhibición en el museo. Foto: Archivo Histórico del MAM.

dos magníficos ejemplares son los únicos expuestos en un museo de México y simbolizan la lucha por la supervivencia que caracteriza a las especies en peligro de extinción.

Educación ambiental

En materia de educación ambiental, el papel de este centro cultural ha sido importante no sólo a nivel local y nacional, sino también internacional, al establecer programas de colaboración con universidades e instituciones del extranjero –la Sociedad Audubon, la Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte (ICAAN), el Laboratorio de Ornitología de Cornell y el programa de Medio Ambiente de las Américas–, vinculadas al desarrollo de material didáctico para lograr un mayor alcance de las estrategias que fomenten la educación ambiental.

Desde su fundación, el museo ha buscado concientizar a la población sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, particularmente de las aves. En 1994 desarrolló un programa para capacitar a niños y jóvenes como guías. Ellos, con su entusiasmo y sencillez de palabra, lograron captar la atención de los visitantes y transmitir, de una manera amena y dinámica, lo que en los dioramas estaba exhibido.

Esta actividad, desde entonces vigente, ha permitido que más gente se involucre en la diversidad biológica y su conservación, pues los guías se vuelven portavoces no sólo en las instalaciones del museo, sino también en sus hogares y escuelas, al replicar exitosamente el importante mensaje de "Conocer para valorar y conservar®".

El MAM realiza proyectos exitosos sobre ciencia ciudadana, tales como el Conteo navideño de aves (CBC son las siglas en inglés de "*Christmas bird count*"). En este programa, cada uno de los participantes contribuye a la conservación, al poner a disposición de expertos datos que permiten evaluar el "estado de salud" de las poblaciones de aves, así como participar activamente en su conservación.

Desde hace 10 años el MAM ha participado con la realización de una ruta conocida como "Colonia de los perritos llaneros", a través de la cual se han logrado registrar 107 especies de aves. Año con año, y de manera entusiasta, niños, jóvenes y adultos se suman a este evento que el museo organiza y patrocina en Saltillo.

Desde 2009 el MAM apoya otro programa en Coahuila: el monitoreo de aves en época reproductiva (BBS son las siglas en inglés de "*Breeding bird survey*"). Éste se desarrolla con éxito en 38 rutas ubicadas en 10 municipios de la entidad, por lo que su expansión ha sido alentadora y bien recibida por la población.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Asimismo el museo celebra desde hace 11 años el Día Internacional de las Aves Migratorias, impulsado por Ambiente por las Américas (EFTA son las siglas en inglés de "*Environment for the Americas*"), y recientemente ha adoptado el programa "Celebremos las aves urbanas", del Laboratorio de Ornitología de Cornell, para ser impulsado en la entidad.

Los ejemplares de aves del lugar constituyen una importante contribución a la educación ambiental, pues estimulan la curiosidad, el interés y la investigación de niños y adultos. Los ejemplares exhibidos en los dioramas (figuras 2 y 3), así como las historias y relatos que comparten los visitantes de distintas partes de la república mexicana, se combinan para propiciar experiencias que integran educación, recreación y asombro.

De esta forma, los dioramas se transforman en vehículos de construcción de conocimientos y valores sociales. A la vuelta de los años, la exhibición será la síntesis fiel del pensamiento filosófico "Conocer para valorar y conservar®" y de los profundos significados que encierra: naturaleza, sociedad y cultura como organismos vivos.

Un museo con alas: el Museo itinerante

La experiencia de más de 20 años de vida del MAM es un legado permanente para la ciudad, el estado y el mundo. Así lo confirma la creación del exitoso programa llamado Museo itinerante, basado en la importante colección de aves del lugar.

Esta iniciativa, creada en 2008 con el apoyo del Gobierno de Coahuila y la Secretaría de Educación del Estado, permite atender a la población en ejidos, comunidades y ciudades alejadas que no tienen la posibilidad de viajar a Saltillo y conocer el MAM (figura 4). Para 2013 este proyecto ya había visitado a todos los municipios de la entidad.

Los asistentes al Museo itinerante participan en un recorrido guiado a través de la exhibición de avifauna nacional y regional, además de tener la oportunidad de asistir a un taller educativo (figura 5). Con ello se pretende motivar a los visitantes para que desarrollen un sentido de responsabilidad social que los lleve a actuar en favor de la conservación de los recursos naturales, particularmente las aves y sus hábitats.

En las diferentes ciudades en las que se instala la exhibición, los niños se asombran al mirar a las aves en las vitrinas. Las reacciones de los visitantes, así como sus preguntas y comentarios, han permitido adecuar el contenido temático de la exposición. Se logró que los observadores se conecten con la naturaleza a través de los colores, formas y tamaños de las aves.

Figura 4. Visita del Museo itinerante al municipio Sierra Mojada. Foto: Archivo Histórico del MAM 2013.

Figura 5. Personas de diversas edades admiran y conocen a las aves a través del Museo itinerante instalado en Múzquiz. Foto: Archivo Histórico del MAM 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Acercar a la gente al mundo de la avifauna y brindarle información a detalle, ayuda a crear una mayor cultura de la conservación. Las alas del Museo itinerante le han permitido viajar por Coahuila y seguramente lo hará por todo México.

Otras estrategias de conservación del MAM

El museo tiene a su resguardo dos reservas naturales privadas: El Taray y La India, la primera co-administrada con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). En ambas se protegen especies de aves endémicas, como la cotorra serrana oriental (*Rhynchopsitta terrisi*; véase estudio de caso, en esta misma obra) y el gorrión de Worthen (*Spizella wortheni)*, ambas en peligro de extinción (SEMARNAT 2010).

La reserva El Taray (figura 6) se localiza en el municipio de Arteaga, en la sierra del mismo nombre, dentro de la subprovincia Gran Sierra Plegada, y cuenta con una extensión de 350 ha, en donde la vegetación predominante es bosque de pino (SEMARNAT 2009). Esta reserva tiene como objetivo proteger el sitio más importante de reproducción de la cotorra serrana oriental (figura 7), que utiliza los riscos para anidar y los pinos para alimentarse (Enkerlin-Hoeflich *et al*. 1998).

Por su parte, la reserva La India (figura 8), con una extensión de 700 ha, se ubica en el ejido del mismo nombre, en el municipio de Saltillo y dentro de la subprovincia Sierras Transversales. El mosaico de vegetación va del matorral al pastizal. En este importante sitio se protege al gorrión

Figura 6. Panorámica de la reserva natural El Taray, hogar de la cotorra serrana oriental. Foto: Archivo Histórico del MAM.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. Cotorra serrana oriental, especie protegida por el museo y la CONABIO, en la reserva natural El Taray. Foto: Archivo Histórico del MAM.

de Worthen (*S. wortheni*, figura 9), además de otras especies de aves como aguililla real (*Buteo regalis*), chorlito llanero (*Charadrius montanus*), zarapito ganga (*Bartramia longicauda*), entre una gran diversidad faunística y florística. Cabe resaltar que las reservas buscan no sólo conservar a una especie en particular, sino a los procesos ecológicos y servicios ambientales que proveen.

Conclusión

Los museos de historia natural, como lo es el MAM, representan herramientas importantes que tienen la capacidad de ir más allá de la divulgación científica, ya que permiten sensibilizar a la población acerca de la biodiversidad y su pérdida, así como de la conservación de los recursos naturales, entre otros temas que atañen a la sociedad.

Gracias a sus exposiciones y programas, el museo ha creado un puente entre la ciencia y el público; un contacto que la mayoría de los científicos y laboratorios de investigación no

Figura 8. Panorámica de la reserva natural La India, el sitio más importante de anidación del gorrión de Worthen. Foto: Archivo Histórico del MAM.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 9. Gorrión de Worthen, especie protegida por el museo en la reserva natural La India. Foto: Archivo Histórico del MAM.

tienen. Sólo mediante el conocimiento del entorno en el que el ser humano habita, se podrá llegar a un verdadero cambio de actitud, por lo que instituciones como el MAM tienen un papel y una responsabilidad importante en este cambio (Herreman 1996).

Este tipo de espacios representan un verdadero baluarte para la conservación y difusión de bienes patrimoniales de la cultura y del sistema socio-ambiental, sin olvidar que, de una u otra manera, todos los museos resguardan y mantienen viva la identidad nacional (CONACULTA 2010).

Referencias

CONACULTA. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. 2010. Atlas de infraestructura y patrimonio cultural de México. México.

Enkerlin-Hoeflich, E.C., C. Macías-Caballero, M.A. Cruz-Nieto *et al*. 1998. Status, distribución, ecología y conservación de las cotorras serranas (*Rhynchopsitta terrisi* y *R. pachyrhyncha*) en el norte de México: 2ª fase. Reporte final, proyecto K016. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/ Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)/Cooperación Ambiental de América del Norte/Programa de Manejo Sostenible de Ecosistemas (PMSE), Nuevo León, México.

Herreman, Y. 1996. El Museo de Aves de México: un jardín urbano que nos revela la naturaleza. *Museum Internacional* 190(2):48.

Navarro-Sigüenza, A.G., M.F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez *et al*. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, supl. 85:476-495.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Programa de Acción para la Conservación de las Especies Cotorras Serranas (*Rhynchopsitta* spp.). SEMARNAT/Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), México.

——. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el DOF. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Jimulco: gestión ciudadana de un espacio municipal protegido

Gerardo Jiménez González

Introducción

México es un país megadiverso en el que la conservación de su diversidad biológica constituye una condición ineludible para la sustentabilidad de su desarrollo. Una de las estrategias incluidas en su legislación, y que persigue este propósito, ha sido la creación de ANP a nivel municipal, estatal y federal, y de aquellas destinadas voluntariamente a la conservación, las cuales dependen de la asignación de recursos públicos y esfuerzos institucionales que, a menudo, son insuficientes.

Dado lo anterior, y debido a que la conservación de la biodiversidad no puede asumirse como un asunto exclusivo de la política gubernamental, ha sido necesaria la participación ciudadana en la gestión de estos espacios protegidos. Tal es el caso de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, declarada en 2003 y ubicada en el municipio de Torreón con una superficie de 60 458 ha (Ayuntamiento de Torreón 2003).

Su importancia reside en la presencia de cuatro ecosistemas en buen estado de conservación, los cuales albergan 630 especies de flora y fauna silvestre, de las que 55 son endémicas de la ecorregión Desierto Chihuahuense (Castañeda y García 2009).

Además destacan los servicios ambientales que prestan a la población regional, tales como la captura de carbono, recarga de acuíferos y la propia conservación de la biodiversidad, aunado a los servicios recreativos derivados de su belleza escénica.

La propiedad de estos terrenos pertenece a seis ejidos distribuidos en nueve localidades, en los que, para 2010, residían 4 311 habitantes, la mayoría en condiciones de pobreza (INEGI 2010, SEDESOL 2010).

Modelo de gestión

Desde su creación, en Jimulco se ha implementado un modelo de gestión en el que destaca la participación ciudadana, primero al acompañar al gobierno municipal en la administración del ANP (2004-2006) y, posteriormente, cuando esta entidad gubernamental la transfiere a los organismos civiles Biodesert, A.C. (2006-2009) y Fundación Jimulco, A.C. (de 2009 a la fecha).

Dicha gestión se ha caracterizado por promover la participación de los propietarios de los terrenos, quienes residen en las comunidades rurales, en sinergia con otros actores urbanos que

Jiménez González, G. 2017. Jimulco: gestión ciudadana de un espacio municipal protegido. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 447-450.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

convergen en torno a dos objetivos puntuales: conservar la biodiversidad del área y promover el desarrollo local sostenible de sus pobladores.

A partir de 2009, en torno a Fundación Jimulco, A.C., se ha articulado la participación de organismos civiles, empresariales y comunitarios, de instituciones de educación superior y de los gobiernos municipal y estatal. Una de las principales problemáticas identificadas es la asignación de los recursos para la administración del ANP, lo que repercute en la conservación del capital natural del área.

Esto propicia el interés que las empresas, particularmente mineras, han mostrado para aprovechar los recursos naturales, así como el manejo clientelar de algunos programas oficiales frente al empoderamiento de la población en torno al proyecto de conservación.

A pesar de la inercia que enfrenta la gestión ciudadana de este espacio protegido, se realiza un singular ejercicio de gobernanza socio-ambiental entre un organismo civil y un gobierno local, expresado en tales términos en el último convenio de colaboración institucional suscrito por ambos en 2014.

Esta gestión ciudadana, realizada a través de la fundación antes mencionada, construye una malla que articula diferentes actores socio-institucionales que permite contener las amenazas que atentan contra el capital natural del espacio protegido.

Esto involucra a la población rural en la gestión del ANP a través de las siguientes redes sociales: comité de vigilancia comunitaria, grupo de promotoras ambientales comunitarias, brigada contra incendios forestales, brigada juvenil ambiental y clubes ecológicos, red de educadores ambientales, grupos conformados por personas que se dedican a la producción de bienes y prestación de servicios y, particularmente, la asociación civil de ejidatarios, misma que representa a los propietarios de los terrenos. Estos gremios contribuyen a la formación de un capital social incorporado a la conservación de la naturaleza.

Dicha participación propicia la realización de acciones colectivas que favorecen un proceso gradual de empoderamiento, mismo que ha cambiado su percepción y visión sobre el entorno ambiental y social del que forma parte. Este cambio cultural propicia un lento, pero constante, proceso de desarrollo de capacidades personales y laborales que se manifiesta a través de la transformación de los roles de género y actividades económicas tradicionales, como el turismo de naturaleza, producción orgánica de alimentos, manejo de residuos sólidos, medicina herbolaria y elaboración de artesanías, actividades que dan identidad a la población local.

Es por ello que durante el tiempo en que Jimulco ha sido espacio protegido, se destaca el esfuerzo ciudadano como el principal factor que ha posibilitado la obtención de resultados concretos, al aplicar una estrategia de manejo que ha permitido zonificar su extensión en áreas a partir de su importancia, riesgo y vulnerabilidad (Jiménez *et al.* 2006).

Dicha estrategia ha considerado regular el aprovechamiento de especies de interés económico en la zona de amortiguamiento, particularmente el orégano (*Lippia graveolens*) y, en menor medida, el mezquite (*Prosopis grandulosa*).

Se ha priorizado la conservación de las especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo. De flora está el agave noa (*Agave victoriae-reginae*), especie endémica que se encuentra en peligro de extinción; la biznaga palmilla de San Pedro (*Leuchtenbergia principis*), especie de densidades importantes, endémica y amenazada; el maguey de Parras (*Agave parrasana*), endémica y sujeta a protección especial; y la reina de la noche (*Peniocereus greggii*), también con protección especial.

De fauna se puede mencionar el cacomixtle (*Bassariscus astutus),* especie amenazada y endémica; el tlacoyote (*Taxidea taxus)*; y el cachorrito del Aguanaval (*Cyprinodon nazas),* también amenazada y endémica, entre otras (Blanco *et al.* 2003).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Asimismo se actualizaron los listados iniciales sobre biodiversidad a partir de la revisión de acervos y consulta con expertos, monitoreo en campo y otras acciones que involucran a la población local e investigadores de universidades de la región. Someter este territorio a un estatus de protección, vigilar y restringir actividades ilícitas que anteriormente eran prácticas comunes, ha limitado la extracción irregular de flora y la caza furtiva de fauna nativa.

A la par de lo anterior, los organismos civiles responsables de su administración han facilitado la gestión de apoyos de programas oficiales en beneficio de la población, como los instrumentados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), entre los que destaca el de pago de servicios ambientales por conservación de biodiversidad en tres ejidos: la Flor de Jimulco, La Colonia y Barreal de Guadalupe, en superficies ubicadas en las zonas núcleo, como la sierra de Jimulco, donde se localiza la isla de cielo, un ecosistema de bosque templado (encino-pino) en medio del desierto, en el cañón de La Cabeza y el cerro de La Viga, que concentran las poblaciones de noa.

A la par se facilitó la gestión de otros programas enfocados a la conservación de suelo y agua: reforestaciones con nopal (*Opuntia* spp.) y cercado de las mismas, construcción de presas filtrantes y plantaciones comerciales, principalmente.

En cuanto a las acciones de educación ambiental que registraron resultados efectivos, destaca el manejo de residuos sólidos de pet, cartón y papel. Estas labores son realizadas de manera exitosa por una empresa social familiar y se suman a aquellas actividades enfocadas al sector educativo formal, entre las que sobresale un programa implementado en 2015 que se caracterizó por su diseño basado en ejes temáticos y su posterior inserción en 11 escuelas de las comunidades del área.

Estos centros educativos comprenden niveles de primaria, secundaria y preparatoria, y facilitan talleres y acciones colectivas con una brigada ambiental juvenil y clubes ecológicos que inducen cambios en los valores ambientales de los educandos y orientan al establecimiento de una relación más armónica con la naturaleza.

De igual forma, se promueve la integración de grupos de las comunidades, principalmente conformados por jóvenes y mujeres dedicadas a la producción de bienes (productos de higiene, medicina tradicional, alimentos orgánicos y artesanías) y servicios asociados a la conservación (turismo de naturaleza, hospedaje rural y venta de alimentos) que generan autoempleo. Esto se logra mediante alternativas de ocupación con respecto a las actividades agropecuarias y de recolección, mismas en las que se sustenta el precario ingreso que obtienen las familias de las comunidades campesinas.

Los integrantes de estos grupos realizan proyectos que posibilitan el desarrollo de sus capacidades laborales y favorecen su empoderamiento e incorporación en actividades productivas y en la gestión de los recursos. Como resultado, se creó un vínculo orgánico a través de la acción realizada entre las redes comunitarias y los actores particulares e institucionales. Este proceso ha sido facilitado por la Fundación Jimulco, A.C. que ha potenciado el capital social rural al articularlo con el urbano (Jiménez *et al.* 2006, Jiménez 2009, Moreno *et al.* 2010, 2011, 2012).

Una ventaja de la gestión ciudadana es la capacidad para administrar –con autonomía, profesionalismo y compromiso– la reserva ecológica dentro de un contexto en el que son frecuentes los intentos de injerencia de los actores locales externos que tienen intereses no afines a los objetivos señalados. Además, la integración de universidades, cámaras empresariales y asociaciones civiles de la región ha construido una red de participación social en el municipio de Torreón y en las comunidades rurales del área circundante.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los resultados obtenidos hasta el momento son: reglamentaciones, planes de manejo y programas operativos anuales que, además de dirigir con mayor certeza las acciones en la gestión de la ANP, permiten avanzar en la institucionalización de ese capital social a través de Fundación Jimulco, A.C. y de las sociedades de productores y prestadores de servicio en las comunidades, además de otras estructuras de organización y gestión, como el consejo asesor y la asociación civil de ejidatarios (Jiménez *et al.* 2008).

Conclusión

Si bien la agenda de este espacio protegido aún tiene asuntos pendientes, la estrategia de gestión ha redituado mayores beneficios que los obtenidos antes de su declaratoria. El más relevante, quizá, es la conservación de su biodiversidad, continuamente amenazada por empresas y actores que han buscado lucrar con los recursos naturales que alberga, y, en menor medida, la incipiente formación de un nuevo capital social que constituye una barrera de contención ante dichas amenazas, y que, a la vez, aporta al desarrollo económico y social de la población local.

El ejercicio de gestión ciudadana aplicado a Jimulco, un espacio protegido por la diversidad de actores involucrados y la innovación, también constituye una experiencia singular que soporta un esquema de gobernanza socio-ambiental entre una administración municipal desatenta y una organización civil comprometida con su conservación. No obstante, al no estar consolidada, es aún vulnerable, pero de lograrlo, puede ser ejemplo para otras áreas con condiciones similares.

Referencias

Ayuntamiento de Torreón. 2003. Declaratoria de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Municipio de Torreón, Coahuila. *Gaceta municipal* 10, año XII. México.

Blanco, E., C.M. Valencia-Castro, A. Orona-Pereyra y J.A. Morales-Hernández. 2003. Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Cañón y Sierra de Jimulco. Ayuntamiento de Torreón/World Wildlife Fund (WWF)/Biodesert, A.C., México.

Castañeda, G. y J. García. 2009. Síntesis sobre la biodiversidad de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Biodesert, A.C./Fundación Jimulco, A.C., México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de población y vivienda. INEGI, México.

Jiménez, G. 2009. Informe de resultados 2006-2009. Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Biodesert, A.C., México.

Jiménez, G., M. Briones, C.M. Valencia *et al.* 2006. Informe Biodesert, A.C. sobre Jimulco. Biodesert, A.C., México.

Jiménez, G., M. Valencia y R. Carrillo. 2008. Conservación de la biodiversidad y desarrollo local sustentable en la Reserva Ecológica Municipal de Jimulco. Torreón, Coahuila. En: *XIII Encuentro Nacional de la Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C. (AMECIDER)*, México.

Moreno, E., L. Martínez, J. García *et al.* 2010. Informe final del Programa Operativo Anual de la Administración de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Fundación Jimulco, A.C., México.

——.2011. Informe final del Programa Operativo Anual de la Administración de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Fundación Jimulco, A.C., México.

——.2012. Informe final del Programa Operativo Anual de la Administración de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Fundación Jimulco, A.C., México.

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social. 2010. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social. Torreón, Coahuila de Zaragoza. SEDESOL, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Acercamiento a la herpetofauna: acciones para su conocimiento y valoración

José Luis Salinas Sánchez

Introducción

Un alto porcentaje de la población desconoce la situación en la que se encuentra la herpetofauna del país. Esto es lamentable, ya que México cuenta con 705 especies, lo que le otorga el segundo lugar mundial en riqueza de reptiles. Coahuila, en este sentido, es uno de los estados más ricos en biodiversidad y endemismos (Lemos-Espinal 2008; véase Reptiles, en esta misma obra).

La herpetofauna es amenazada por alteraciones o extirpación de su hábitat, lo que ha provocado la pérdida de algunas especies. Además, las concepciones erróneas sobre estos animales han ocasionado su control y, en algunos casos, exterminio. Por ejemplo, las serpientes son el grupo más temido y, por consiguiente, aniquilado. Los reptiles se ven afectados por factores que reducen la viabilidad de sus poblaciones y los hacen vulnerables a la extinción. Sus mayores amenazas son: la destrucción y deterioro de su hábitat y la cercanía de carreteras o áreas urbanas.

Importancia

La herpetofauna tiene gran importancia ecológica, ya que es importante controladora de poblaciones, tanto en la vida silvestre donde es de vital importancia para la estabilidad de las comunidades ecológicas, como en los campos de cultivo en los que roedores e insectos pueden ser un problema para la agricultura (Sánchez 1999).

En particular, una de las funciones ambientales de las serpientes es la efectiva limitación de las poblaciones de roedores silvestres que, en abundancia, destruyen las cosechas y transmiten enfermedades. Además, el veneno de estos reptiles es útil para la medicina (Molina-Martínez 2007). Es por ello que su importancia no sólo radica en los aspectos biológicos y ecológicos, sino también en la ciencia médica, a través de la creación de antídotos con base en los venenos de serpientes (Tay 2002).

Es común que las personas, generalmente adultas, asocien a las serpientes con peligros y problemas. Asimismo se cree que tienen la posibilidad de dañar la integridad física de quienes las manipulan. Es frecuente encontrar personas incapaces de opinar sobre el tema; más bien existen aquellas con historias o creencias que se transmiten generacionalmente (observación personal). En el caso de los anfibios, la animadversión hacia su aspecto es común y su importancia es poco conocida y valorada, por lo que la gente los elimina de manera constante.

Salinas Sánchez, J.L. 2017. Acercamiento a la herpetofauna: acciones para su conocimiento y valoración. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 451-453.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Acciones

En materia de educación ambiental, la empresa independiente Proyección Herpetológica (HerpPro) ha participado de manera activa a través de la impartición de conferencias y talleres en las escuelas de nivel básico, medio y superior, ubicadas en los diversos municipios de Coahuila.

Mediante estas actividades se ha puesto de manifiesto la importancia de los reptiles y anfibios para el ser humano y dentro de los ecosistemas, como controladores de plagas. Además, pueden ser excelentes indicadores de la calidad ambiental, debido a la alta sensibilidad frente a los cambios en su hábitat.

HerpPro posee un herpetario con más de 40 especies, otorga servicios de educación ambiental, información sobre las referidas especies, exposiciones y talleres, entre otros, con la finalidad de instruir a la población, además de dar mantenimiento y alimentación a los ejemplares del herpetario.

Durante los talleres impartidos por el equipo de HerpPro, ha sido posible superar las fobias que algunas personas tenían hacia los reptiles. El acercamiento a estas especies y la adquisición del conocimiento del peligro real que representan, permite tener más objetividad y despertar el interés por el cuidado del medio ambiente (figuras 1 y 2).

Figura 1. Estudiantes del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) al momento de manipular serpientes. Foto: José Luis Salinas 2016.

Figura 2. Estudiantes de primaria en el municipio de Múzquiz en contacto con la herpetofauna para aprender sobre su importancia. Foto: José Luis Salinas 2016.

Conclusión

La educación ambiental dirigida al conocimiento de la herpetofauna es particularmente útil. Favorece el intercambio de experiencias vivenciales, en donde la población tiene la posibilidad de interactuar con aquellas especies que se encuentran con poca frecuencia y que, además, son consideradas peligrosas para el ser humano.

Es difícil eliminar el temor que existe hacia los reptiles o anfibios, pero una vez que las personas manipulan, reconocen y comprenden su forma de vida (figuras 1 y 2), se sensibilizan para apreciarlos con mayor empatía. De esta manera es posible transferirles información que les permita generar una percepción nueva y favorable sobre las especies silvestres.

A través de estos programas se proporciona información fidedigna que beneficia el desarrollo de valores en la comunidad, como la tolerancia y el respeto a la herpetofauna del estado. Se considera importante que en Coahuila se realicen talleres que promuevan el acercamiento de los jóvenes a los reptiles y anfibios, lo que permitirá difundir la relevancia de estos animales y buscar el apoyo para su conservación y recuperación.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Lemos-Espinal, J.A. 2008. *Anfibios y reptiles del estado de Coahuila*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Informe final. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB)/CONABIO. Proyecto no. DE006. México.

Molina-Martínez, M. 2007. Al calor político. Las serpientes, especie injustamente aniquilada: SEMARNAT. En: <*www.alcalorpolitico.com/informacion/las-serpientes-especie-injustamente-aniquilada-semarnat-15433.html#.VX-atfDQrtk*>, última consulta: junio de 2015.

Sánchez, O. 1999. Biodiversidad, conservación y manejo de vida silvestre. En: *Diplomado en manejo de vida silvestre, conservación y manejo de vertebrados del norte árido y semiárido de México*. O. Sánchez y E. Vázquez-Domínguez (eds.). CONABIO/Dirección General de Vida Silvestre (DGVS)-INE/Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)/US Fish & Wildlife Service/Facultad de Ciencias Forestales-Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Monterrey.

Tay, J., J. Díaz, J. Sánchez *et al*. 2002. Serpientes y reptiles de importancia médica en México. *Revista de la Facultad de Medicina*-UNAM 45(5):212-219.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Participación ciudadana y formación de capital social en áreas naturales protegidas

Gerardo Jiménez González

Introducción

La biodiversidad constituye un bien común. Su protección y conservación no es asunto exclusivo de los gobiernos, también debe involucrar a la sociedad. En la gestión de ANP, la participación ciudadana debe formar parte de la estrategia de protección y conservación de la riqueza ecosistémica y su diversidad biológica.

Se trata de constituir un ejercicio de corresponsabilidad social que implique asumir una iniciativa que lleve a realizar acciones orientadas a la gestión y que contribuya a definir las estrategias y mecanismos para tomar decisiones conjuntas con los organismos gubernamentales responsables.

Toledo, citado por Gutiérrez-Nájera (2002), señala que este tipo de participación forma parte de la democracia ambiental y la define como "el proceso de apertura y movilización de la sociedad para la construcción de diversas formas de producción y diferentes estilos de vida, fundados en una nueva ética, en el potencial de los procesos naturales".

En asuntos ambientales, la participación ciudadana se originó a partir del reconocimiento de la problemática de deterioro del ambiente, de los ecosistemas naturales y de la pérdida de la biodiversidad, así como del déficit de gestión que ocurre en algunos ámbitos de la política pública ambiental (Romero 2001).

A finales del siglo pasado, como resultado de la implementación del programa El Hombre y la Biósfera, promovido en 1972 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), se dio la transición de un enfoque que consideraba a la biota separada de la sociedad, hacia una visión más integral que ubica al ser humano como parte del ambiente.

El enfoque excluyente entraba en contradicción con la realidad rural mexicana, pues la mayor parte de las superficies que albergan la riqueza biológica del país es propiedad de comunidades indígenas y mestizas a las que no siempre se involucraba en los programas y procesos de conservación, mismos que al elaborarse, desde del ámbito académico o gubernamental, resultaban ineficaces, aunado a que dicha exclusión generaba una constante tensión entre los administradores de esas áreas y los dueños y residentes de los terrenos.

Jiménez González, G. 2017. Participación ciudadana y formación de capital social en áreas naturales protegidas. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 455-462.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El nuevo enfoque se encuadra en el paradigma de sostenibilidad del desarrollo y no se limita únicamente a la protección y conservación insular o aislada de los ecosistemas y la biodiversidad, sino que considera a las regiones más amplias, así como a los servicios que los propios ecosistemas proveen a las comunidades humanas.

Formas de participación ciudadana

Basada en el marco legal y normativo que regula el ambiente y los derechos civiles, la participación ciudadana ha adoptado diversas formas que podrían clasificarla como aquella que ocurre en las zonas urbanas a través de grupos u organizaciones de la sociedad civil (OSC), algunos constituidos formalmente en asociaciones o grupos creados por ciudadanos, y en la participación de aquellos habitantes de las comunidades que habitan y quienes tienen la propiedad de los terrenos ubicados en los espacios rurales protegidos.

Esta participación sucede a través de las estructuras institucionales creadas por mandatos legales o normativos, como consejos asesores o consultivos, ya sea en ejercicios de gobernanza ambiental o en forma directa y autónoma mediante figuras asociativas (formales e informales). Asimismo, a la par de estas estructuras o en torno a ellas, se han creado redes sociales, urbanas y rurales, que se involucran en programas y acciones de conservación y en actividades productivas asociadas.

Los organismos civiles y comunitarios que participan en la gestión de las ANP u otras modalidades de conservación, conforman un tejido social que contribuye con recursos y planes a la formación de una barrera protectora para enfrentar las amenazas que atentan contra el capital natural, mientras construyen un capital social conservacionista que complementa e incide en las acciones gubernamentales derivadas de la aplicación de la legislación y las políticas públicas en la materia.

Dicho capital social, entendido como "el conjunto de recursos actuales o potenciales ligados a la posesión de una red durable de relaciones más o menos institucionalizadas" (Bourdieu 2011: 220), sustenta su formación en la confianza que adquieren los individuos por la pertenencia a un grupo o comunidad, y refleja el grado de integración de la población al asociarse y organizarse para lograr sus objetivos.

Algunos autores señalan que el capital social constituye el eje del desarrollo en espacios rurales: "Es una visión del desarrollo que sitúa al ser humano y a los intereses colectivos como punto central para desarrollar las capacidades de todos los individuos" (Márquez y Foronda 2005:1).

Además, los beneficios nos son exclusivos para las áreas conservadas, sino que se extienden a la propia población, ya que la participación ciudadana en la formación del capital social vinculado a la conservación de la biodiversidad, particularmente de los pobladores rurales, implica un reconocimiento de sus "...derechos humanos que tienen que ver con derechos de las poblaciones residentes sobre el territorio, su cultura, propiedad, acceso y disfrute de esos recursos, de la propiedad de los conocimientos tradicionales y el papel de la diversidad cultural en el enriquecimiento de la biodiversidad" (Almanza 2005:8).

Marco normativo

En el marco normativo federal que regula el uso de los recursos naturales y la gestión gubernamental en materia de política ambiental, en México se han creado instancias oficiales que han abierto espacios, limitados aún, de participación social. Algunas cuentan con un ámbito de injerencia más general, como los consejos consultivos para el desarrollo sustentable promovidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que opinan y realizan recomendaciones a las políticas y acciones ambientales a nivel federal.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

De manera más específica, en lo que respecta a la participación ciudadana en torno a las ANP, el marco legal se articula a partir del 2000, cuando se crea la CONANP. En su reglamento contempla la integración de un consejo nacional que atienda a las ANP y que promueva la participación de la sociedad (SEMARNAT 2004).

En el mismo reglamento se establece la constitución de un consejo asesor por cada ANP, con la participación de representantes sociales. Adicionalmente a estos órganos oficiales, se promueve la creación de redes comunitarias para la conservación (Sánchez 2005).

En el entorno estatal, la regulación está contenida en la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza (Congreso del Estado 1998), que en términos generales contempla tres formas de participación social en los espacios protegidos: 1) la integración del Consejo Estatal de Áreas Naturales Protegidas, el cual fue constituido recientemente; 2) la promoción, ante el ejecutivo del estado, para el establecimiento de ANP; y 3) los mecanismos establecidos en el programa de manejo de las ANP para la participación de los individuos y comunidades asentadas en ella.

La situación que guarda la biodiversidad en el estado también es abordada en la "agenda verde" del Consejo Ciudadano Estatal para el Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Coahuila (COCEEEPA) y en el Consejo Consultivo de Vida Silvestre de Coahuila, creados en el 2012 (SEMA 2012), en cuya integración participan representantes de OSC conservacionistas.

En el entorno local, algunos municipios emiten reglamentos sobre el medio ambiente, los cuales facultan a sus ayuntamientos para crear ANP dentro de su jurisdicción, como sucede en el caso de Torreón, donde se aprobaron tres: desarrollo sustentable y protección al ambiente; Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco; y consejo asesor de esta ANP (Ayuntamiento de Torreón 2005).

En el primero se establece que, una vez que se declare el ANP, el gobierno municipal tiene la obligación de considerar, en la elaboración del programa de manejo y reglamento, la participación de los habitantes, propietarios y poseedores de los predios y miembros de organismos sociales, públicos o privados, así como determinar los mecanismos en los que procederá dicha participación en la gestión del área, a la vez de otorgar la administración total o parcial de las ANP a los núcleos agrarios, organizaciones sociales y empresariales, y demás personas físicas o morales interesadas.

El segundo reglamento precisa las formas y mecanismos de participación social, al facultar al cabildo para celebrar convenios con organismos de la sociedad civil mediante los cuales se transfieran, total o parcialmente, las actividades de administración de la reserva ecológica municipal, así como la obligación del ente administrador, sea el propio gobierno municipal o el que asuma esa responsabilidad.

Esta transferencia de la administración sucedió con la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco en 2007, y de igual forma con los organismos civiles Biodesert, A.C. y Fundación Jimulco, A.C. en 2009, respectivamente, a través de convenios de colaboración institucional sustentados en novedosos esquemas de gobernanza socioambiental.

El tercero define la forma de integración y funcionamiento de un consejo asesor de la reserva ecológica municipal, con la participación de representantes de oficinas gubernamentales, universidades y organismos civiles.

Actores involucrados

En la entidad se observa la participación de una amplia diversidad de organismos no gubernamentales con presencia mundial, como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), The Nature Conservancy (TNC) y

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

World Wildlife Fund (WWF), fundados a mediados del siglo pasado –1948, 1951 y 1961, respectivamente– y que destacan por agrupar a socios y científicos de diversos países. Estas organizaciones han creado grandes redes de colaboración que promueven la conservación de la biodiversidad de sitios o áreas relevantes en el planeta.

También se ha desplegado una gama de grupos y OSC nacionales que inciden en la conservación de la biodiversidad, algunos con cobertura nacional, como Pronatura México, fundada en 1981, o regional, como PROFAUNA, que opera desde 1979 en el norte del país.

Asimismo existen organizaciones locales como Biodesert, A.C. (1999) y Fundación Jimulco, A.C. (2009), en la región Laguna (incluye los municipios de Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro, Torreón y Viesca), y el Consejo Ecológico y de Participación Ciudadana de Coahuila (CEPACI), en la región Carbonífera, que comprende los municipios de Juárez, Múzquiz, Progreso, Sabinas y San Juan de Sabinas.

Si bien la creación de ANP en la entidad no es la única estrategia para la conservación de la biodiversidad que se aplica conforme al marco normativo y las políticas públicas en los tres niveles de gobierno, sí es la más importante, al emitirse declaratorias para el establecimiento de 24 ANP que abarcan una superficie de 2 482 365.24 ha (16.4%; SEMA 2016a). Ocho ANP son federales, 10 estatales, una municipal y cinco particulares.

Para febrero del 2016 se registraron 816 unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) en 36 municipios de los 38 que conforman el estado, lo que representa una superficie de 3 533 715.41 ha (SEMA 2016b).

Por las características ambientales de la entidad, la mayor parte de los terrenos que ocupan estas ANP corresponden a superficies áridas, serranas y algunas menores de humedales, donde predomina el régimen de propiedad ejidal y con escasa densidad poblacional. En ellas se realizan aprovechamientos de recursos forestales no maderables, agostaderos para alimentación de ganado, uso cinegético y, en menor medida, agricultura de riego, temporal y secano.

Las ocho áreas federales son administradas por la CONANP y en tres de ellas se han constituido consejos asesores (las áreas de protección de flora y fauna de Cuatrociénegas y Maderas del Carmen, y la Reserva de la Biosfera Mapimí). En éstos participan representantes de los tres niveles de gobierno, OSC, académicos de universidades y propietarios de los terrenos privados y ejidales ubicados en los espacios protegidos.

La Zona Sujeta a Conservación y Restauración Ecológica Sierra de Zapalinamé, de competencia estatal, y la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, de ámbito municipal, son administradas por las OSC PROFAUNA y Fundación Jimulco, A.C., respectivamente. Las ANP voluntarias están administradas por sus propietarios, ya sean particulares o por representantes de los ejidos que promovieron su declaratoria, como es el caso de los ejidos Villa de Bilbao y Tomás Garrido Canaval, en el municipio de Viesca.

En torno a esta diversidad de grupos y OSC, en la entidad se ha conformado un capital social singular, ejemplo del cual se tiene el ejercicio que ocurre en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco (Jiménez y Romero 2007, Jiménez *et al.* 2009), donde la Fundación Jimulco, A.C. agrupa a tres cámaras empresariales: las delegaciones de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) de Torreón y de Gómez Palacio, Durango, y la Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX) de La Laguna.

Se suman a esta fundación tres universidades: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Unidad Laguna; Universidad Autónoma de Coahuila (UADEC) e Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), campus Torreón, además de cinco OSC: Biodesert, A.C., Prodefensa del Nazas, Mundo Sustentable, Espiral de Polvo y Sierra y Cañón de Jimulco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Otro caso lo constituye la Red civil de coordinación para la conservación de Cuatrociénegas (Red 4c 2015), que está integrada por Pronatura Noreste, PROFAUNA, la alianza Acción Cultural Madre Tierra (ACMT), la Iniciativa Mexicana de Aprendizaje para la Conservación (IMAC) y grupos de promotores voluntarios.

Un tercer caso relevante sucede en el ANP de Zapalinamé, donde se ha consolidado un proyecto que, al ser liderado por PROFAUNA, ha tejido relaciones estrechas y una imagen favorable con la población del municipio de Saltillo y sus comunidades rurales, en torno a la protección y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

A través del pago del servicio urbano del agua, así como de empresas y ciudadanos, ocurre una aportación ejemplar de recursos a la primera ANP. Esto refleja el reconocimiento que tiene esta ANP en los servicios ambientales que presta a los habitantes de este núcleo urbano y el esfuerzo que ha realizado dicho organismo civil durante dos décadas.

A pesar de ello, no ha sido una tarea sencilla el articular la participación ciudadana "externa" y las representaciones de gobierno con las comunidades rurales, ya que estas últimas se encuentran inmersas en una compleja realidad caracterizada por serios rezagos sociales, culturales y políticos que les dificulta involucrarse y apropiarse de los programas de conservación y vincularlos a su desarrollo endógeno.

Las ANP son influidas por factores exógenos de tipo económico, como la oscilación en los precios y la dependencia de intermediarios en la comercialización de algunos productos que aprovechan o producen en sus predios, sean aquellos extraídos de plantas nativas (como orégano, carbón, candelilla y lechuguilla) o los que generan en sus cultivos.

También las ANP son afectadas por factores políticos, como la forma en que algunos grupos o comunidades se articulan a las estructuras corporativas de los partidos y gobiernos a nivel local, mismas que inhiben la participación social autónoma vinculada a la conservación y limitan el empoderamiento de la ciudadanía, situación particularmente matizada en el ANP de Jimulco.

También inciden factores endógenos, como la precariedad social en que se encuentra una gran parte de su población por el aislamiento geográfico, la dependencia, la escala de actividades productivas primarias y la fragmentación de sus estructuras internas de organización comunitaria que presentan un débil tejido social y limitan acciones colectivas orientadas a mejorar sus condiciones de vida, las cuales provocan la migración de la población productiva a ciudades más urbanizadas o al extranjero.

En algunas comunidades, particularmente las que se ubican cerca de centros urbanos importantes o que tienen una mayor conectividad con ellos, su espacio rural asociado a las actividades económicas y formas de vida tradicionales ha sido sustituido por un espacio multifuncional que da cabida a otras tareas, fenómeno conocido como "nueva ruralidad" (Delgado-Campos 1999).

Controversias por el uso de los recursos

Se han registrado casos conflictivos en las relaciones que se establecen entre los administradores de las ANP y los actores locales, cuyo origen comúnmente se presenta cuando los primeros pretenden regular el uso de los recursos naturales y productivos que realizan los segundos, ya que éstos los aprovechan mediante prácticas irregulares que los presionan y deterioran. Dichas prácticas crean intereses entre algunas de las personas o grupos al interior de las comunidades, con los actores externos que se resisten a las regulaciones.

También es frecuente que las iniciativas por proteger y conservar los ecosistemas y la biodiversidad en las ANP sean promovidas y gestionadas principalmente por grupos ciudadanos y académicos conservacionistas, quienes le asig-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

nan un valor ambiental a estos sitios a partir del conocimiento que se tiene de ellos. Estos actores externos entran en controversia con los actores locales que efectúan las prácticas irregulares en el uso de los recursos naturales y productivos.

Si bien lo ideal es que la protección y conservación de estos sitios involucre a los actores locales comunitarios, a los habitantes y dueños de los terrenos que albergan esa riqueza biológica, su participación en estos procesos representa un amplio grado de dificultad. Por un lado, una parte de esta población lugareña desconoce los valores ambientales del área en que viven, mismos que son inducidos por las entidades oficiales que los administran, como la CONANP, o por los organismos civiles involucrados en su gestión y los académicos que efectúan investigaciones que contribuyen a su conocimiento.

Por otro lado, la precariedad social de los lugareños que residen en las comunidades de las ANP, comúnmente posibilita que sean involucrados en las estructuras clientelares de los partidos políticos y de funcionarios que desdeñan o manifiestan desinterés por la conservación de estos sitios, aunado a que también son comúnmente opuestos a la participación ciudadana de los grupos o asociaciones no partidistas.

Existen algunos casos como el que se presentó en Cuatro Ciénegas, entre la CONANP y la asociación civil Desarrollo Sustentable del Valle de Cuatrociénegas (DESUVALLE). A esta última, integrada principalmente por lugareños, se le negó la autorización de prestar sus servicios turísticos para aprovechar las pozas de agua, debido al impacto negativo que tendría en la calidad del recurso (Romo 2010, Zócalo 2011).

Tales aprovechamientos se han realizado con fines recreativos y constituyen un ejemplo de prácticas irregulares que dañan los ecosistemas acuáticos que, durante cientos o miles de años, han subsistido en pocos sitios del desierto. Por el aislamiento al que han estado inmersos, estos espacios naturales se convirtieron en un refugio natural de las especies, particularmente de ictiofauna, que con el devenir del tiempo favorecieron el surgimiento de endemismos de significativo valor para la conservación de la naturaleza y la investigación científica. Lamentablemente, estos espacios acuáticos han sido poco valorados por quienes los usan con fines comerciales o lucrativos.

Adicionalmente a la controversia anterior, se agrega la que surge por el manejo del agua para la producción de forrajes por parte de agricultores campesinos y empresarios. Esta actividad impacta severamente al humedal y a la biodiversidad asociada a él, particularmente a la singular ictiofauna del área, por el secamiento de las pozas de agua.

La conexión hidráulica que existe entre el valle de Cuatro Ciénegas y sus similares vecinos de La Calavera y El Hundido ha agravado el problema, al intensificarse la extracción de agua subterránea por empresarios agroganaderos que modificaron el uso del suelo en ambos valles, otrora destinados al pastoreo de ganado o extracción de plantas nativas para la producción de alfalfa.

También se han presentado conflictos por el uso del suelo en la sierra de Zapalinamé, debido a las construcciones inmobiliarias que invadieron y modificaron el hábitat, problema que afortunadamente se resolvió al ser éstas derribadas. En Jimulco ha sido reiterativo el interés de grupos de lugareños vinculados a políticos locales que han pretendido desplazar la gestión ciudadana que se realiza en esta reserva ecológica desde 2006, primero por Biodesert, A.C. en 2009 y desde ese año por Fundación Jimulco, A.C., interés que tiene como trasfondo el apropiarse y utilizar los terrenos y recursos naturales con fines comerciales.

Estos nexos también ocurren con empresarios locales interesados en extraer minerales de la sierra de Jimulco, con evidentes intenciones de evadir las regulaciones ambientales mediante formas de aprovechamiento que tendrían un

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

impacto negativo en esos terrenos y, además, escasos beneficios sociales para la población local.

Los empresarios también buscan apropiarse de terrenos en los que puedan realizar actividades distintas a las que en ellos se desarrollan. La injerencia de ambos actores, los políticos y empresarios locales, ha sido identificada como amenaza a la conservación de los ecosistemas y riqueza biótica del lugar (Jiménez 2015).

A esto se le suma la resistencia de algunas personas de las comunidades rurales del ANP o colindantes, que se oponen a la aplicación de regulaciones para evitar o reducir las prácticas indebidas sobre el uso de algunos de los recursos naturales; es el caso del aprovechamiento de orégano y mezquite.

Antiguamente, el capital natural de estas áreas no representaba un valor económico relevante debido a su limitado potencial agrícola o ganadero, pero el crecimiento urbano de ciudades como Saltillo, la explotación del agua para forrajes en Cuatro Ciénegas y el potencial turístico de este último municipio o de Jimulco –revalorados por su paisaje y otros posibles usos del suelo, como el minero–, han creado un interés entre empresarios y políticos locales por apropiarse o usar esos recursos naturales con fines mercantiles, en detrimento de su conservación.

Si bien esto constituye una tendencia sistémica en el país, lo cierto es que las entidades oficiales presentan limitadas capacidades institucionales para aplicar las regulaciones necesarias y contener los intereses que surgen por el uso comercial de la riqueza bio-física y escénica albergada en estas ANP.

Por ello, la participación ciudadana, a través de asociaciones civiles, juega un papel importante en la contención de estos intereses y en el fortalecimiento de dichas capacidades institucionales, pero también en el involucramiento de los actores locales comunitarios con quienes resta un arduo trabajo para que consoliden una visión que favorezca la protección y conservación de sus terrenos.

Conclusión

La participación ciudadana en la gestión de las ANP y en la implementación de programas y acciones de conservación a través de OSC o de estructuras comunitarias, posibilita la formación de capital social por medio de la creación de una gama de redes colectivas y por la aportación de recursos financieros y humanos.

Esto hace posible realizar diversas actividades de educación ambiental, investigación, monitoreo, protección, conservación y restauración de ecosistemas vulnerables, como humedales y especies prioritarias o indicadoras del estado de la biodiversidad, lo que genera una sinergia con la CONANP y las oficinas de medio ambiente estatal y municipales, así como con los propietarios y pobladores de las comunidades ubicadas en las ANP, todo ello a favor de la protección y conservación de las áreas protegidas y del desarrollo comunitario.

No obstante, la falta de una articulación entre los actores externos e internos de las ANP es uno de los grandes retos a enfrentar; implica trabajar en la formación de un nuevo capital social que, como ejercicio de ciudadanía, opere alternamente a las estructuras clientelares partidistas y contribuya a enfrentar las amenazas que atentan contra el capital natural en la entidad.

Para solucionar esta desarticulación hace falta fortalecer los esquemas de gobernanza socioambiental como el que se presenta en Jimulco, sostener otros como el de Zapalinamé y visualizar aquellos que mejoren las relaciones con las comunidades que ejercen la propiedad de los terrenos o con quienes residen en ellos.

Se ha observado que la sinergia que se establece entre éstos y los actores sociales e institucionales externos, sean representantes de los organismos civiles o las entidades oficiales que administran las ANP, ha contenido el interés de empresarios y políticos locales que pretenden dar un uso comercial a los recursos naturales albergados en ellas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Si bien la gobernanza no es parte de la cultura sociopolítica de la población en el estado o de los propios gobernantes, en algunos lugares, como en los municipios de Torreón y Saltillo, se presenta un fenómeno singular que ha posibilitado la contención de actividades antrópicas contrarias a la conservación.

En estos municipios, como en el resto de la entidad, el reto principal para asegurar un manejo sostenible de las ANP y con ello la conservación de su capital natural, es ampliar el tejido social para que involucre la participación ciudadana de los actores locales comunitarios, en sinergia con los grupos y asociaciones civiles conservacionistas urbanos, que aprovechan los marcos normativos para propiciar la colaboración de las instituciones responsables de regular las actividades humanas que impactan en el ambiente.

Asimismo se requiere que las políticas públicas en la entidad contemplen, amplíen o faciliten los espacios de participación ciudadana para que se incida en su diseño y aplicación. Con ello se contribuirá a la protección y conservación del capital natural de la entidad.

Referencias

Almanza, H. 2005. Reflexiones sobre las áreas naturales protegidas en México. Presentación. En: *Memoria del Foro Indígenas, Campesinos y Recursos Naturales.* Programa Interinstitucional de Atención al Indígena (PIAI)/Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CNDPI)/WWF, México.

Ayuntamiento de Torreón. 2005. Reglamento del consejo asesor de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. *Gaceta municipal* 4, Año XIV. México.

Biodesert. 2009. Informe sobre resultados 2006-2009. México.

Bourdieu, P. 2011. *Las estrategias de la reproducción social*. Ed. Siglo XXI, México.

Congreso del Estado. 1998. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. Publicada el 8 de diciembre de 1998 en el POE. Última reforma publicada el 4 de febrero de 2011.

Delgado-Campos, J. 1999. La nueva ruralidad en México. *Investigaciones Geográficas (Mx)*:82-93.

Gutiérrez-Nájera, R. 2002. La participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales en México. *Revista de VinCi de la Universidad de Guadalajara* 8.

Jiménez, G. 2015. Análisis FODA de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Documento interno de Fundación Jimulco, A.C. México (inédito).

Jiménez, G. y L. Romero. 2007. Formación de capital social: condición necesaria para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en áreas naturales protegidas. En: *Memoria del VI Congreso de la Asociación Mexicana de Estudios Rurales (AMER)*. México.

Jiménez, G., C.M. Valencia y M. Briones. 2009. Ciudadanización y conservación de la biodiversidad en la Reserva Ecológica Municipal de Jimulco, Torreón, Coahuila. En: *Memoria del VII Congreso de AMER*. México.

Márquez, D. y C. Foronda. 2005. El capital social, eje del desarrollo en espacios rurales. *Revista Cuadernos de Geografía* 78:1.

Red 4c. Red civil de coordinación para la conservación de Cuatrociénegas. 2015. En: <*http://red4c.weebly.com/*>, última consulta: febrero de 2015.

Romero, P. 2001. *Política ambiental mexicana. Distancia entre objetivos y logros.* UAM, México.

Romo, C. 2010. Fractura denuncia al consejo asesor de ANP. Zócalo Saltillo. En: <*http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/fractura-denuncia-al-consejo-del-anp*>, última consulta: febrero de 2015.

Sánchez, C. 2005. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). En: *Memoria del Foro Indígenas, Campesinos y Recursos Naturales. Reflexiones sobre las áreas naturales protegidas en México*. PIAI/CNDPI/WWF, México.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2012. Informe de resultados 2012. 1ª Reunión ordinaria del Consejo Ciudadano Estatal para el Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Coahuila (COCEEEPA), México.

——.2016a. Sistema de información ambiental del estado de Coahuila. Documento interno.

——.2016b. Base de datos de la Subdirección de Vida Silvestre. México (inédito).

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2004. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente en materia de áreas naturales protegidas. Publicado el 30 de noviembre de 2000 en el DOF. Última reforma publicada el 21 de mayo de 2004.

Zócalo. 2011. Pese a conflicto se va a estudiar jefe de CONANP. Zócalo Saltillo. En: <*http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/pese-a-conflictos-se-va-a-estudiar-jefe-de-conanp*>, última consulta: febrero de 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Reintroducción de guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo intermedia*) en la sierra de Zapalinamé

Sergio Carlos Marines Gómez

Introducción

La familia Meleagridae comprende dos especies: pavo de monte (*Meleagris ocellata*), que habita el sureste de México, Guatemala y Belice; y guajolote silvestre común (*Meleagris gallopavo*), de la cual se deriva el guajolote doméstico, cuya distribución histórica incluía el norte del país y la mayor parte de los Estados Unidos de América (Starker-Leopold 1965).

Del guajolote o pavo silvestre, en México se encuentran dos variedades: la Gould (*M. gallopavo mexicana*), que se distribuye mayormente en la Sierra Madre Occidental, y la Río Grande (*M. gallopavo intermedia*), similar en tamaño y apariencia a las otras subespecies de guajolote. Sin embargo, ésta puede ser distinguida por la coloración bronceada de la punta de las plumas de la cola y de las plumas bajas del dorso, a diferencia de otras subespecies de Norteamérica, cuya coloración es café oscura o blanquecina (Dickson 1992).

Originalmente la variedad Río Grande habitaba en los bosques de pino-encino de las mesetas del este de México, así como en los planos costeros desde Coahuila hasta Tamaulipas. En la actualidad, gran parte del área en donde se distribuye corresponde a la Sierra Madre Oriental; destacan algunos lugares como la sierra del Carmen, la serranía del Burro y el río Sabinas, donde aún se pueden encontrar en numerosas parvadas.

Entre 1883 y 1908 en la sierra de Zapalinamé se taló prácticamente la totalidad de los encinos adultos, miles de huizaches y mezquites para utilizar sus troncos como durmientes para el ferrocarril, así como para hacer leña para las calderas (Valdés *et al.* 2013), lo que aunado a una caza sin regulación, llevó a esta especie a la extinción en la zona.

La sierra de Zapalinamé presta valiosos servicios ambientales a las comunidades ubicadas en Saltillo, entre los que destaca la provisión de agua. Por esta razón, el Gobierno de Coahuila la decretó, en 1996, como Zona Sujeta a Conservación Ecológica (figura 1), y se designó a PROFAUNA como la instancia encargada de implementar un programa de manejo que iniciaría funciones en mayo de 1997.

Como parte importante de las actividades de conservación y restauración, el ANP ha implementado acciones para revertir el impacto provocado por el uso desordenado de los recursos

Marines-Gómez, S.C. 2017. Reintroducción de guajolote silvestre *(Meleagris gallopavo intermedia)* en la sierra de Zapalinamé. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 463-469.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

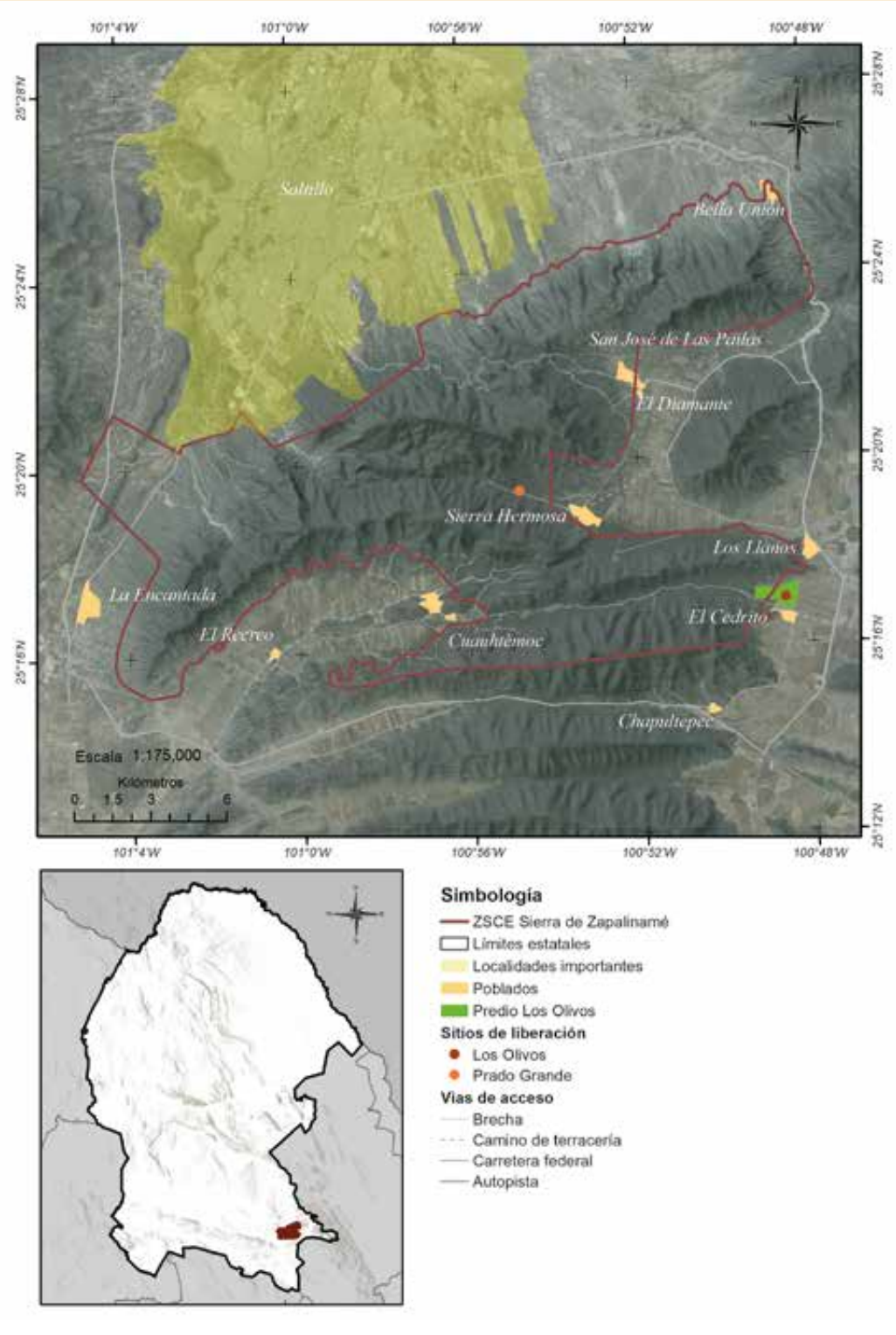


Figura 1. Mapa de ubicación del ANP Zapalinamé, en los municipios de Saltillo y Arteaga. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

durante más de 400 años, y se incluyó, como estrategia, la reintroducción de especies extintas localmente. Tal es el caso del guajolote silvestre *M. gallopavo intermedia*, especie extirpada en la región desde finales del siglo xix.

La elección del guajolote silvestre para iniciar el proyecto de recuperación de especies en esta sierra, se debió a que profauna ha tenido muy buenos resultados al reintroducir esta especie en diferentes sitios de San Luis Potosí y Querétaro. Por ello, una vez aprobado el proyecto por el Consejo Consultivo de Apoyo a la Sierra de Zapalinamé, se iniciaron las gestiones para su reintroducción.

Reintroducción

En noviembre de 2008, el director del referido consejo consultivo logró la donación de 20 ejemplares de guajolote por parte del propietario del predio Pino Solo, ubicado en el municipio de Zaragoza, donde, con la ayuda de redes, se procedió a la captura de los animales donados (figura 2).

El 16 de diciembre del 2008 se efectuó la primera liberación para la reintroducción del guajolote silvestre en la sierra de Zapalinamé, entre el cañón de San Lorenzo y el cañón de Sierra Hermosa, en el municipio de Arteaga, en un sitio próximo a un ojo de agua. Para ello, se retiraron los guajolotes de sus cajas, y se identificaron de acuerdo al sexo, peso y condición.

Se les tomó la temperatura cloacal, se colocaron anillos de identificación en una de sus patas, arriba del espolón (figura 3), y se les tomó una muestra de sangre. Una vez que se tuvieron los datos anteriores, se procedió a colocar los radios en el lomo de las aves, con la antena que apuntaba hacia la cola (figura 4). En la figura 5 se muestra el momento de la liberación de 19 ejemplares; uno falleció durante el traslado.

Figura 2. Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y guajolote silvestre (*M. gallopavo intermedia*) durante el cebado (colocación de cebo por varios días en una trampa para que los guajolotes se acostumbren a entrar en ella y puedan ser capturados), en el predio Pino Solo, Zaragoza, para su posterior traslado al sitio de liberación. Foto: Gilberto Araiza Amavizca.

Figura 3. Colocación de anillo en ejemplar por liberarse, en Prado Grande, Arteaga. Foto: Sergio C. Marines Gómez.

Monitoreo

Con el fin de dar seguimiento a los individuos liberados, se seleccionaron los sitios para el establecimiento de las estaciones de muestreo buscando tener la mayor cobertura posible. Posteriormente, mediante dos receptores, se procedió a localizar

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. Colocación de radio en ejemplar por liberarse, en Prado Grande, Arteaga. Foto: Sergio C. Marines Gómez.

Figura 5. Liberación en diciembre de 2008. Prado Grande, Arteaga. Foto: Sergio C. Marines Gómez.

cada uno de los individuos que portaban transmisores. Después, con ayuda de una brújula, se registraron los rumbos hacia donde se tenía la señal más fuerte.

Durante la primera semana, después de la liberación, se evaluó diariamente cada una de las estaciones, se registraron los rumbos en los que se localizaban los trasmisores y se verificó que la señal recibida correspondiera a un animal vivo o muerto, ya que los trasmisores emiten diferentes sonidos, según el caso.

A partir de la segunda semana, el muestreo se efectuó una vez cada siete días. En los casos en que se detectaron ejemplares muertos, se procedió a su localización y a determinar la causa del fallecimiento. Los últimos registros se obtuvieron en julio de 2009, año en que se reconocieron seis avistamientos directos (cuadro 1).

Los animales que se registraron muertos fueron cuatro en total: tres hembras depredadas por gato montés (*Lynx rufus*) y un macho adulto y maduro (figura 6), en el que no se encontraron señales de depredación o enfermedad, por lo cual se asume que murió por causas naturales.

Como parte de las actividades de seguimiento a la especie, se instalaron 23 cámaras, mediante las cuales se pudieron identificar dos individuos descendientes de los liberados, puesto que –a diferencia de sus progenitores– no estaban anillados. Debido a la escasa presencia de crías, no se tuvo el éxito esperado (Matus-Ruíz 2012). Como consecuencia, la administración del ANP y el consejo consultivo decidieron efectuar un refuerzo de la población mediante la liberación de más individuos.

Refuerzo

En esta ocasión se capturaron 25 ejemplares, 18 hembras y siete machos provenientes del predio Pino Solo (figura 7). Para esta captura se utilizaron dos tipos de trampas: la de caja de malla y la trampa de red (figuras 8a y 8b). Se instalaron dos trampas de cada tipo en sitios diferentes, con la intención de capturar la mayor cantidad de individuos en el menor tiempo posible y acortar su estadía en cautiverio mientras se completaba la cantidad requerida para el traslado. Con ello se buscó reducir el estrés y su deterioro. Como resultado se logró la captura de cuatro parvadas en un solo día.

Para la segunda liberación, realizada el 3 de diciembre de 2012 (figura 9), se seleccionó

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Listado de avistamientos directos de guajolote silvestre (*M. gallopavo intermedia*) hasta julio de 2009.

Fecha	Frecuencia	Sexo	Estado	Coordenadas	
				X	Y
30-dec-2008	150.559	Hembra	Muerto	-100.92683000	25.32414000
8-ene-2009	151.909	Macho	Muerto	-100.92725000	25.33105000
27-ene-2009	150.009	Hembra	Muerto	-100.00140000	25.29450000
5-feb-2009	SR	Hembra	Vivo	-100.94065000	25.29420000
5-feb-2009	SR	Hembra	Vivo	-100.94065000	25.29420000
25-feb-2009	150.459	Hembra	Muerto	-100.92262000	25.32595000

Fuente: elaboración propia.

la UMA El Ancla, también conocida como El Olivo, con clave SEMA-CONS-0320-COA, en el municipio de Arteaga. Los guajolotes se soltaron en las orillas de un estanque con agua permanente, ubicado en dicha propiedad.

Para el monitoreo se utilizó la metodología antes descrita. En esta ocasión, la mayor parte de los individuos liberados se agruparon en dos parvadas, lo cual puede ser resultado de la estrategia de trampeo que originalmente permitió la captura casi completa de dichas parvadas.

En menos de dos meses se recuperaron tres radios: el primero de una hembra, la cual fue presuntamente cazada por ejidatarios de El Cedrito (vecinos de la propiedad de El Olivo), por lo cual se habló con las autoridades del lugar para que les informara y disuadiera sobre dicha actividad; los siguientes fueron dos machos depredados por gato montés.

El uso de las cámaras permitió observar que en la parvada que se instaló en las proximidades del ejido Cuauhtémoc, se incorporaron machos dominantes descendientes de los individuos liberados en 2008 (figura 10). Asimismo se evidenció la reproducción de la parvada que se instaló en las proximidades del ejido El Cedrito, donde se observaron hembras con crías (figura 11).

Figura 6. Ejemplar muerto en Prado Grande, Arteaga. Foto: Sergio C. Marines Gómez.

Figura 7. Parvada de guajolote silvestre (*M. gallopavo intermedia*) camino al predio Pino Solo, Zaragoza. Foto: Gilberto Araiza Amavizca.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

a

b

Figura 8. a) Trampa de caja de malla; y b) trampa de red, colocada para captura de nuevos individuos en Pino Solo, Zaragoza. Foto: Gilberto Araiza Amavizca.

Figura 9. Liberación de guajolote silvestre *(M. gallopavo intermedia)* en El Ancla, Arteaga. Foto: Gilberto Araiza Amavizca.

Figura 10. Parvada compuesta por individuos liberados en 2012 y descendientes de los de 2008, en el ejido Cuauhtémoc, Saltillo. Foto: Juan Manuel Cárdenas Villanueva.

Figura 11. Fotografía tomada con cámara trampa; se observa una hembra con crías. Foto: Archivo fotográfico de PROFAUNA.

Conclusión

La sierra de Zapalinamé recuperó una especie nativa que forma parte de su biodiversidad histórica. Ahora en los bosques y valles es posible observar parvadas de guajolotes silvestres, algunos ya nacidos en esta localidad.

La reintroducción es una buena estrategia para devolver a su hábitat histórico a aquellas especies que han sido erradicadas. Para ello se necesi-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

tan estudios previos que ayuden a determinar si el sitio cuenta con la calidad que la especie requiere.

Posteriormente, se debe seleccionar cuidadosamente la población "semilla" y mantener un enfático seguimiento de los ejemplares reintroducidos hasta tener la certeza de que hay una población establecida.

Es importante tener continuidad en el proceso y realizar campañas de información que sensibilicen a los habitantes de las poblaciones ubicadas en el área de influencia, para evitar que capturen o cacen a los individuos reintroducidos.

Referencias

Dickson, J.G. 1992. *The wild turkey: biology & management*. A National Wild Turkey Federation/us Forest Service, eua.

Matus-Ruíz, I. 2012. *Sobrevivencia del guajolote silvestre (Meleagris gallopavo intermedia) reintroducido en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé en los municipios de Saltillo y Arteaga, Coahuila*. Tesis de licenciatura en ingeniería forestal. uaaan, Coahuila.

Valdés, C.M., E.A. Terry, A.A. Villarreal y D.A. Niño. 2013. *Historias de protección y depredación de los recursos naturales en el valle de Saltillo y la sierra de Zapalinamé*. Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila (sema)/Universidad Autónoma de Coahuila (uadec)/ Protección de la Fauna Mexicana, A.C. (profauna)/ Universidad Autónoma del Noreste (uane)/Biocampo/Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (uaaan), Coahuila.

Starker-Leopold, A. 1965. *Fauna silvestre de México: aves y mamíferos de caza*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables (imernar), México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

SECCIÓN VII.
FACTORES DE PRESIÓN

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Francisco Valdés Perezgasga

En Coahuila se desarrollan actividades industriales, extractivas y agropecuarias intensas, con el potencial de afectar gravemente la biodiversidad dentro de la entidad. Entre éstas destacan la extracción de hidrocarburos y la minería, especialmente en la región Norte, las cuales se agravan por ir acompañadas de amenazas emergentes que apenas empiezan a ser advertidas, entre las que se encuentran los impactos de la actividad extractiva por fractura hidráulica, reconocida como una amenaza a la biodiversidad.

En la presente sección se exponen los diversos factores que amenazan la riqueza y diversidad biológica de Coahuila, los cuales van desde fenómenos naturales relacionados con la precipitación y el manejo del agua, como inundaciones catastróficas y sequías, hasta aquellos vinculados con la expansión de las actividades humanas.

Entre estos últimos factores se puede mencionar el cambio de uso de suelo, particularmente para actividades agropecuarias como el pastoreo y los cultivos forrajeros; introducción de especies exóticas, que es el caso de las gramíneas, como el carrizo (*Arundo donax*) y el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* o su sinónimo *Pennisetum ciliare*), además del pez joya (*Hemichromis guttatus*) y la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*). Otro ejemplo es la contaminación de agua, aire y suelo, por la introducción de sustancias químicas y otros agentes, aunque la magnitud de este factor aún no está suficientemente documentada.

El lector podrá observar los efectos negativos en ecosistemas representativos, por ejemplo el valle de Cuatro Ciénegas, la sierra de Zapalinamé y las grandes extensiones de pastizal, fundamentales por su elevada diversidad o por albergar especies endémicas como la tortuga de bisagra (*Terrapene coahuila*), la carpita de río norteña (*Cyprinella proserpina*), el cachorrito del bolsón (*Cyprinodon atrorus*), la picea (*Picea engelmanni* var. *mexicana*) o el maguey áspero (*Agave scabra maderensis*), por citar sólo algunas.

Aunado a lo anterior, los ecosistemas citados tienen una importancia intrínseca porque proveen servicios fundamentales para el estado, tales como la provisión de agua subterránea, el control de incendios y la preservación del paisaje natural, así como otras condiciones que repercuten directamente en el bienestar humano.

A la luz de las incertidumbres que trae la dirección del desarrollo productivo en la región, así como la transformación de los ecosis-

Valdés-Perezgasga, F. 2017. Resumen ejecutivo. Factores de presión. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 473-474.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

temas –además de otros factores extrínsecos que aún no se analizan a fondo, como el cambio climático–, esta revisión no puede ser exhaustiva ni definitiva, y deberá ir encaminada a identificar una serie de oportunidades para superar las amenazas a la biodiversidad.

Sin embargo, existen casos claros que deben ser atendidos con la mayor urgencia. El más evidente es el estado en el que se encuentra el valle de Cuatro Ciénegas, en el que se extraen cantidades ingentes de agua, situación que pone ya en serio riesgo la existencia de algunas de sus pozas y, sobre todo, del Sistema Churince.

La presión que ejerce el crecimiento urbano de Saltillo sobre el área natural protegida (ANP) Sierra de Zapalinamé debe atenderse también con la mayor urgencia, y otro problema general que se presenta en todo el estado es la interferencia generalizada sobre los cursos de agua, permanentes o esporádicos. Como en el resto del país, los bordos, aljibes y aguajes construidos en los ranchos ganaderos y cinegéticos ponen presión sobre los procesos ecológicos y, por lo tanto, sobre la biodiversidad.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Pérdida y degradación de hábitat

Celso Manuel Valencia Castro

Introducción

El aprovechamiento de madera, carbón, cera, fibra, leña y pastizales naturales, así como la necesidad de terrenos para el cultivo y para la construcción de viviendas y hoteles, son algunas de las actividades económicas que se realizan en Coahuila y significan una presión directa sobre los ecosistemas naturales y la biodiversidad.

Aunado a lo anterior, la construcción de presas de almacenamiento de agua y el desecamiento de humedales también afectan a la diversidad biológica, por la fragmentación y regulación de los sistemas fluviales. En opinión de algunos autores (McNeely *et al*. 1990), la destrucción y fragmentación de los ecosistemas son las principales causas directas del agotamiento y extinción prematura de especies.

En este sentido es posible definir las principales amenazas a la biodiversidad de Coahuila: deforestación, agricultura, ganadería, producción forestal, incendios forestales, drenaje de humedales y construcción de presas para el almacenamiento de agua. A continuación se describe cada una de ellas.

Deforestación

El aprovechamiento forestal maderable, o de otros productos relacionados, tiene poca importancia económica en la entidad (SEMARNAT 2015). La razón de esto estriba en la escasa superficie de bosques de pino (*Pinus* spp.), oyamel (*Abies* spp.) y encino (*Quercus* spp.), entre otros. No obstante, no se descarta el aprovechamiento clandestino tanto de madera como de leña por parte de los lugareños, lo cual puede afectar el tamaño de las poblaciones de las diferentes especies de árboles y, con ello, causar daño indirecto a la fauna asociada.

La amenaza más importante de la biodiversidad del bosque de pino y encino, así como de los servicios ambientales que influyen en la calidad de vida de los habitantes de Saltillo, Arteaga, Ramos Arizpe y General Cepeda, es su transformación a tierras urbanas. Los cambios de uso del suelo en la sierra de Zapalinamé han abierto la puerta para que las constructoras habitacionales aumenten la mancha urbana a través de nuevos fraccionamientos, lo cual presiona al ecosistema que funciona como uno de los reguladores más importantes de la temperatura del municipio de Saltillo (Medina 2014).

Valencia-Castro, C.M. 2017. Pérdida y degradación de hábitat. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 475-483.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En la sierra de Arteaga, en el municipio del mismo nombre, la actividad de construcción se relaciona con casas de campo y hoteles campestres; el enfoque convencional del turismo se aplica actualmente en este importante ecosistema de pino y encino, en el que existe una gran riqueza de especies de árboles.

Entre dichas especies destacan las siguientes: oyamel, pinabete (*Pinus ayacahuite*), piñón y piñón blanco (*P. cembroides* y sus variedades), piñón prieto (*P. pseudostrobus*), pino ocote (*P. teocote*), oyamel rojo (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*), fresno (*Fraxinus cuspidata*) y pino real (*P. greggii*); especies endémicas sujetas a protección oficial, como picea (*Picea engelmannii* subsp. *mexicana*) y piñón duro (*Pinus culminicola*), en peligro de extinción (SEMARNAT 2010); y el oyamel (*A. vejarii* subsp. *mexicana*), reportada como amenazada por Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez (2005).

Además la sierra de Arteaga es el hábitat de animales como el oso negro (*Ursus americanus*) y el águila real (*Aquila chrysaetos*), y también es parte importante de la ruta migratoria de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), especies que se reportan bajo alguna categoría de protección en la norma mexicana.

La tala clandestina y desmesurada ocasionada por la ampliación de la mancha urbana y de las áreas para el turismo convencional, amenaza con disminuir la salud de los bosques coahuilenses, que hacen posible una mejor calidad de vida para una importante porción de sus pobladores.

Agricultura

En Coahuila aproximadamente 1.93% de su territorio está destinado a la producción agrícola, a partir de un cálculo realizado con base en datos estadísticos (SAGARPA y SIAP 2012), confirmados por el Gobierno del Estado (SEDER 2012).

De las aproximadamente 294 mil hectáreas en las que se practica la agricultura, 56% (164 mil hectáreas) corresponden a cultivos de riego, y el restante 44% (130 mil hectáreas) son de los cultivos de temporal. Del total de cultivos que se producen, 63% corresponde a forraje, como sorgo, alfalfa, avena, maíz forrajero y zacates; 16% de la producción es de cultivos básicos, como maíz, frijol y trigo; 8% es de cultivos frutales, como manzana, durazno y nogal; 9% corresponde a cultivos industriales, como algodón, cártamo y sorgo escobero; y 4% a hortalizas (SEDER 2012).

La actividad agrícola se lleva a cabo en terrenos que antes eran cubiertos por matorral xerófilo y pastizales semiáridos, que son desmontados y removidos definitivamente, con lo cual se destruye una biodiversidad que es rica en especies endémicas y que, en el caso del desmonte y remoción del pastizal, contribuye, junto con los efectos de la ganadería, a su desaparición en el estado (Challenger 1998).

Ganadería

La mayor parte de la superficie del estado es utilizada por la ganadería extensiva de bovinos, caprinos, ovinos y equinos. En el actual Programa Estatal de Desarrollo Rural 2011-2017 se establece que “el uso potencial pecuario de la entidad representa 93.9% (14 246 592 ha) de la superficie total del estado, quedando un porcentaje muy bajo de suelo considerado como no apto para el uso pecuario” (SEDER 2012:23), lo cual deja fuera a la gran cantidad de terrenos con vocación forestal no maderable.

Para entender los graves impactos que tiene la ganadería sobre la biodiversidad coahuilense, hay que considerar tres factores fundamentales: el uso histórico ganadero de los agostaderos, la vocación forestal no maderable y el sobrepastoreo ocasionado por la sobrepoblación de ganado.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El primero y el último están estrechamente relacionados, ya que el sobrepastoreo del matorral y de los escasos pastizales viene desde el siglo xviii (Canales *et al.* 1995), y a decir de diversos historiadores, grandes hatos de ovinos se movían en la ruta que lleva de Querétaro hasta Nuevo León, haciendo majadas temporales en diversos lugares, entre los cuales se encontraba Coahuila. El paso de cerca de un millón de ovinos por tierras coahuilenses dejaba tras de sí un sobrepastoreo severo, que poco a poco fue disminuyendo el potencial productivo de algunos ecosistemas como el de los pastizales semidesérticos. Cabe destacar que se tienen evidencias de las grandes poblaciones de ovinos, equinos y caprinos propiedad de las principales haciendas que pertenecían a los potentados de aquellos años, como el Marqués de Aguayo y la familia Sánchez Navarro.

Los terratenientes citados también tenían grandes hatos de bovinos, aunque se comenta que estas propiedades eran de tal tamaño que no se tenía una clara idea de las existencias de bovinos (Canales *et al.* 1995).

En Coahuila el número de cabezas de ganado es el siguiente: bovino de carne 423 500, caprinos 658 349, ovinos 117 781 y 72 785 equinos, principalmente caballos, asnos y mulas (sagarpa y siap 2012).

El sobrepastoreo sostenido en gran parte del territorio del estado se agrava cuando se realiza conjuntamente con la explotación de las especies forestales no maderables. En estos casos se realiza una ganadería extensiva paupérrima, con gran cantidad de asnos, lo que daña aún más a los ecosistemas y especies contenidas en éstos (Jiménez *et al.* 2006).

La ganadería es una de las principales amenazas a la cubierta vegetal del suelo, que comprende una importante biodiversidad en la que destacan especies endémicas de las familias Cactaceae y Poaceae. Por otro lado, los pastizales semiáridos, frecuentemente explotados para la ganadería, prácticamente han desaparecido en Coahuila y han sido remplazados por una vegetación más árida o, en el peor de los casos, por peladeros, que son áreas desprovistas de vegetación y, por lo tanto, están expuestas a la erosión o pérdida de la pequeña capa de suelo vivo.

Esta capa es muy importante por su papel en los ciclos biogeoquímicos y en el mantenimiento de la actividad de los microorganismos que llevan a cabo procesos de infiltración, aireación y mineralización de nutrientes.

Asimismo, en una superficie importante, los matorrales primarios han sido degradados a secundarios (Challenger 1998). Además la desaparición del pastizal semidesértico o su degradación se asocia a una disminución de otras especies, como el perrito llanero cola negra (*Cynomys ludovicianus*), que actualmente está amenazado (semarnat 2010), y el perrito llanero mexicano (*C. mexicanus*), endémico al país –pues su distribución se restringe a los suelos gipsófilos de Coahuila, sur de Nuevo León y norte de San Luis Potosí–, y que está en peligro de extinción según la norma mexicana (Ceballos *et al.* 1999, semarnat 2010).

Producción forestal

Como se señaló antes, la producción forestal maderable en Coahuila es muy baja, y lo único que se consigna en los anuarios estadísticos es la producción de carbón a partir de especies latifoliadas diferentes al encino.

En cambio, la producción forestal no maderable es importante no por la riqueza que genera, sino por el problema social que amortigua (semarnat 2015). La población más marginada de la zona rural lleva a cabo la explotación de la candelilla *(Euphorbia antisyphilitica)* para la obtención de cera, de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y la palma yuca (*Yucca* spp.*)* para producir fibras, del orégano (*Lippia graveolens*) para obtener la hoja, y del mezquite (*Prosopis* spp.*)* para la producción

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de carbón y leña. Con excepción de las especies usadas con el fin de obtener fibras, para el resto se observa una disminución importante de las poblaciones involucradas.

En el caso de la candelilla, las áreas de recolección están tan alejadas que ya no resulta costeable cosecharla; de hecho, en algunos ejidos como San Miguel, en el municipio de Ocampo, las áreas de cosecha quedaron fuera de los límites ejidales, debido a que acabaron con el recurso y ahora tienen que utilizar las poblaciones que se ubican en los ejidos vecinos (Jiménez *et al*. 2006).

Para el aprovechamiento del mezquite, el árbol se arrasa en su totalidad, mientras que el orégano, en años buenos, es completamente defoliado al arrancarlo con las manos, lo que afecta su potencial productivo.

Incendios forestales

El número de incendios forestales se ha incrementado de manera alarmante en Coahuila durante los últimos ocho años, entre los cuales 2008 fue el año con la mayor cantidad registrada, con 172 incendios, seguido del 2011 con 162 y el 2006 con 151 (cuadro 1). En cuanto a la superficie afectada, 2011 fue un año excepcional, pues resultó dañada la cifra récord de 424 241 ha (44.4% de la superficie afectada en el país durante ese año) (SEMARNAT 2013, cuadro 1).

Asimismo, en el periodo comprendido entre el 1 de enero al 18 de abril de 2013, se registraron en Coahuila siete incendios que afectaron una superficie de 54 ha, de las cuales 42 correspondían a pastizales y 12 a estrato arbustivo (CONAFOR 2013).

La vegetación afectada durante el periodo de 1998 a 2012 correspondió a arbustos (62.3%), pastos (32.2%) y arbolado (tanto adulto como renuevos, 5.5%) (SEMARNAT 2013). Estos datos son similares a los obtenidos durante los incendios de 2011, lo que motivó a la Secretaría de Gobernación a emitir una declaratoria específica de desastre y destinar recursos económicos por más de 103 millones de pesos, además de lo aportado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el Gobierno del Estado.

De acuerdo con la SEMA, con base en los datos de 1993 a 2007, la temporada de incendios en el estado abarca los meses de febrero a julio, aunque abril y mayo son los que presentan mayor cantidad, con registros por arriba de los 150

Cuadro 1. Incendios forestales y superficie estatal afectada en el periodo 2005-2012.

Año	Incendios	Superficie afectada (ha)
2005	116	3 809
2006	151	24 475
2007	50	619
2008	172	24 429
2009	131	21 476
2010	68	4 611
2011	162	424 241
2012	92	32 189
Total	**942**	**535 849**

Fuente: SEMARNAT 2013.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

incendios forestales (SEMA 2010), razón por la cual se consideran los meses de mayor riesgo.

Las causas que originan los incendios forestales en el estado son las siguientes: descarga eléctrica (38%), negligencia (35%), cambio de uso de suelo (7%), causas desconocidas (7%) y derecho de vía (3%) (SEMA 2016). Sin embargo, a nivel nacional, éstas se atribuyen principalmente a las actividades humanas, las cuales se estima que son la causa de 99% del total nacional de incendios forestales, y sólo 1% tiene como origen fenómenos naturales derivados de eventos meteorológicos, como descargas eléctricas o erupciones volcánicas.

Dado que la incidencia de incendios forestales se debe en gran medida a causas provocadas voluntaria o involuntariamente por los habitantes del lugar, las acciones concretas que se realicen para la prevención, combate y control de siniestros requieren de un enfoque social y ecológico.

De igual forma, al considerar el papel ecológico que tienen los incendios forestales en los ecosistemas, como el estímulo en la germinación de semillas, es imperante que las acciones no sólo estén encaminadas a la prevención, sino que se permitan y controlen aquellos incendios superficiales que se presentan en forma natural, con el fin de desarrollar un adecuado manejo de los mismos y, de esta manera, evitar incendios de alta intensidad en el futuro.

Presas de almacenamiento de agua

El agua dulce ha sido llamada "la chispa de la vida", aquello que ha permitido que sucedan la evolución y la especiación a lo largo de milenios, en ecosistemas de agua dulce aislados y protegidos (McAllister *et al.* 1997) que son extraordinariamente biodiversos, y aunque cubren apenas 1% de la superficie terrestre, proveen de hábitat a 10% de todos los animales y a una tercera parte de las especies conocidas de vertebrados (Balian *et al*. 2010).

Esta condición se presenta en las corrientes y cuerpos de agua de Coahuila, los cuales ocupan una pequeña porción en sus respectivas cuencas, pero mantienen una gran biodiversidad; por ejemplo las pozas de Cuatro Ciénegas, con su gran cantidad de especies endémicas, y el río Sabinas, con su rica diversidad biológica.

La importancia de los ecosistemas de agua dulce en la entidad también se refleja de manera económica, y los servicios que proporcionan a los coahuilenses pueden clasificarse acorde a las categorías de Postel y Carpenter (1997):

- Suministro de agua potable, de irrigación y para usos industriales y de servicios.
- Suministro de otros bienes, tales como peces, aves acuáticas, combustible y materiales de construcción.
- Suministro de beneficios no extractivos: recreación, control de inundaciones, etc.

Las interferencias en los caudales de las corrientes y cuerpos de agua ocasionadas por extracciones, desviaciones y represados, que buscan satisfacer la demanda de agua de la sociedad, tienen efectos bien documentados sobre la biodiversidad, tales como la extinción de especies, pérdida de hábitats, disminución en la productividad pesquera, deterioro de la calidad del agua, aumento del riesgo de inundaciones y caída del nivel de las aguas subterráneas.

El represado es la interferencia que afecta de manera más radical el régimen natural de un río, pues lo sustituye por otro artificial, ajeno a las condiciones bajo las cuales evolucionaron sus ecosistemas asociados. En la entidad todos estos impactos negativos han modificado a ríos como el Bravo, San Rodrigo y Nazas (Amigos del Río San Rodrigo 2013, Valencia-Castro 2002).

Además de estas afectaciones directas a la biodiversidad, las presas tienen otras conse-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

cuencias ambientales y sociales adversas, como el riesgo aumentado de inundaciones, el desplazamiento de comunidades y las alteraciones geomorfológicas producidas por el incremento de la erosión y la deposición de sedimentos aguas abajo (McCully 2001).

Por otro lado, el cambio climático predice temperaturas más elevadas, menos lluvias y una frecuencia aumentada de fenómenos meteorológicos extremos (SEMA 2010). Esto traerá una presión aún mayor sobre los recursos hídricos menguantes, y la tentación de dar respuestas de ingeniería por medio de presas, lo que aumentará el deterioro de los ecosistemas de agua dulce y el impacto negativo sobre la biodiversidad del estado.

Humedales

Los humedales que se forman en las corrientes y cuerpos de agua de Coahuila han sido modificados por la acción directa o indirecta de los aprovechamientos del líquido y sus recursos. Como ejemplo se puede mencionar el río San Rodrigo, ubicado en la región prioritaria RTP-73, en el municipio de Piedras Negras, que ha sido alterado por la presa La Fragua, la cual cambió los ritmos de la hidrología natural y ocasionó degradación en la vegetación riparia, así como mayor presión sobre las especies de animales que ahí habitan y se encuentran en peligro de extinción, como el castor, que se considera extinto en la región (CONABIO 2015a).

En lo que respecta al río Bravo, corriente que crea condiciones óptimas para el desarrollo de espectaculares humedales en diversos estados de México y Estados Unidos, presenta un grado de presión superior a 60%, con extracciones que superan 60% de la disponibilidad natural. Este río ha perdido su fuerza debido a presas y obras de riego que desvían sus aguas hacia los campos de cultivo y las ciudades; como consecuencia, en largos tramos se han modificado y fragmentado los ecosistemas acuáticos y terrestres, lo cual ha ocasionado una drástica transformación en el paisaje y una tendencia hacia la pérdida de biodiversidad (CONABIO 2015b).

El ecosistema del río Bravo alberga gran cantidad de especies endémicas amenazadas por la desecación, contaminación y alteración de la calidad del agua (CONABIO 2013): quelite cenizo (*Atriplex matamorensis*), saladilla (*Clappia suaedifolia*), asterácea (*Manihot walkerae*), camarón de coral (*Palaemonetes kadiakensis*), carpita de río norteña (*Cyprinella proserpina*),[1] carpita del Conchos (*C. panarcys*), carpita regiomontana (*C. rutila*),[1] cachorrito escamudo (*Cyprinodon macrolepis*), cachorrito cabezón (*C. pachycephalus*) y guayacón del Bravo (*Gambusia senilis*).

Otras de las especies amenazadas son: carpa del Conchos (*G. pulchra*), carpa de Saltillo (*Gila modesta*),[1] carpa Chamizal (*Hybognathus amarus*),[1] percas (*Etheostoma* sp.),[1] perca del Conchos (*E. australe*), perca mexicana (*E. pottsii*), *Notropis* sp.,[1] carpita tamaulipeca (*N. braytoni*),[1] carpita chihuahuense (*N. chihuahua*),[1] carpita del Bravo (*N. jemezanus*),[1] carpita del Salado (*N. saladonis*),[1] *N. panarcys, N. proserpinus, N. rutilus,* y espada de Monterrey (*Xiphophorus couchianus*).[1]

Uno de los humedales más importantes y espectaculares del estado es el de Cuatro Ciénegas. Sin embargo, la pésima gestión del agua tanto en el valle del mismo nombre como en los contiguos, ha ocasionado afectaciones en sus pozas, que van desde el deterioro generalizado hasta el desecamiento total de algunas de ellas (Oclesis Radio 2011).

En 2013 se reportó la pérdida de 90% del humedal de Cuatro Ciénegas, lo cual puso en grave riesgo a las más de 1 082 especies del valle, 70 de las cuales son endémicas, todas re-

[1] Especies reportadas para Coahuila en los apéndices correspondientes al grupo mencionado.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

lacionadas directa o indirectamente con el humedal (Castañeda *et al.* 2013, Ibarra 2013, Ibarra 2015.). Un ejemplo es la tortuga de Cuatro Ciénegas (*Terrapene coahuila*), emblemática del humedal, que se encuentra en la categoría de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y es la quinta más amenazada de América y la primera de México (Castañeda *et al.* 2013).

En general todas las corrientes del estado, como los ríos Bravo, Sabinas, San Rodrigo, Nazas y Aguanaval, han sido intervenidas con todo tipo de presas y obras de conducción, lo que ha provocado una gran degradación de los ecosistemas riparios y, en los casos del Nazas y Aguanaval, de las lagunas de Mayrán y de Viesca, donde desembocaban respectivamente. Desde el siglo pasado estos importantes humedales se secaron y, en el caso del río Nazas, incluso su extensión se redujo prácticamente a la mitad.

Conclusión

Los factores principales que amenazan la diversidad biológica de la entidad son claros. La ganadería extensiva de bovinos, caprinos, ovinos y equinos en los matorrales y pastizales semidesérticos ha ocasionado disminución de poblaciones de especies endémicas, y ha puesto al ecosistema de pastizal semidesértico en peligro de desaparición. Adecuar la carga animal a la capacidad sustentadora de los ecosistemas es un reto que debe enfrentarse. La aplicación de medidas administrativas, como el cobro de un impuesto por cabeza y la remoción de asnos, podría ser una opción.

La biodiversidad de la pequeña porción de bosque de pino y encino presente en Coahuila se encuentra permanentemente amenazada por intereses inmobiliarios y por el clandestinaje. Es necesario ordenar los crecimientos urbanos, y el ordenamiento ecológico territorial del estado y municipios podría ser una opción, así como mejorar las labores de vigilancia a cargo de las autoridades competentes.

La construcción de nuevas presas continúa, sin considerar los posibles daños que ocasionan éstas al medio ambiente y a las poblaciones humanas aledañas a ellas.

El caso de la construcción de dos grandes presas en el río Aguanaval –la presa del Tigre, inaugurada en 2007 en Durango pero dentro de una cuenca hidrológica que abarca parte de Coahuila, y la del cañón de la Cabeza, que está proyectada para ubicarse en los límites de Torreón, Coahuila, y General Simón Bolívar, Durango– constituye un ejemplo reciente de las afectaciones ambientales y económicas que este tipo de obras puede ocasionar, ya que las avenidas de este río recargan los acuíferos del rincón suroeste del territorio coahuilense (Cháirez y Palerm 2005).

Se requiere cuantificar económicamente los servicios que proveen los ecosistemas de agua dulce, y establecer una estrategia clara de conservación para que estos ecosistemas no dejen de aportar beneficios al bienestar de los coahuilenses. En el caso de los ríos y arroyos ya represados, es importante evaluar el desempeño de las presas y retirar aquellas que no hayan cumplido con el objetivo de su construcción, o cuyo impacto económico y social sea negativo.

La operación de presas con criterios ecosistémicos es un área de oportunidad que permitiría conservar sitios dañados y restaurar ecosistemas casi perdidos. En este sentido, la operación de la presa de La Fragua que CONAGUA lleva a cabo para beneficio del río San Rodrigo (Vanguardia 2013), es un ejemplo que debe documentarse, analizarse y replicarse en otras presas y represas del estado.

Es indispensable que la sociedad llegue a un acuerdo explícito sobre la cantidad de líquido que se reservará para el funcionamiento de los ecosistemas de agua dulce. Esto tendrá éxito en la medida en que se incorporen a las decisiones no solamente los científicos y quienes manejan el agua, sino todos los actores afectados por la

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

pérdida de biodiversidad y de otros servicios ecosistémicos. El proceso es largo y complejo, pero también impostergable.

Referencias

Amigos del Río San Rodrigo. 2013. Primera sesión ordinaria del Consejo Consultivo para el Equilibrio y Protección al Ambiente (COCEEEPA). SEMA, Coahuila.

Balian, E., I.J. Harrison, H. Barber-James *et al.* 2010. A wealth of life: species diversity in fresh water ecosystems. En: *Freshwater, the essence of life*. R.A. Mittermeier, T. Farrell, I.J. Harrison *et al.* (eds.). Earth in Focus Editions, Arlington, pp. 51-89.

Canales, E., J. Carrera, H.A. González *et al.* 1995. *Signos para la memoria. Coahuila: herencia de la naturaleza*. Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, Coahuila.

Castañeda, G., A. Salas Westphal, A. Cueto *et al.* 2013. Deterioro ecológico en Cuatro Ciénegas: testimonio de su emblema biótico. Presentada en el foro: Piensa, come, conserva. *11o. Encuentro sobre biodiversidad y desarrollo sostenible en La Laguna.* Biodiversa Laguna. 6-8 de junio de 2013, Coahuila.

Ceballos, G., J. Pacheco y R. List. 1999. Influence of prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*) on habitat heterogeneity and mammalian diversity in Mexico. *Journal of Arid Environments* 41:161-172.

Cháirez, C. y J. Palerm. 2005. Importancia del río Aguanaval en la recarga al acuífero principal de la región lagunera de Coahuila y Durango. *Boletín Archivo Histórico del Agua*10:5-20.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. CONABIO/Instituto de Ecología-UNAM/Agrupación Sierra Madre S.C., México.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2013. Río Bravo del Norte. Monumento Natural. Descripción de la problemática. En: <*http://www.cofemermir.gob.mx/mir/uploadtests/14949.66.59.39.Descripción%20de%20l.a%20problemática%20R%C3%ADo%20Bravo%20del%20Norte.pdf*>, última consulta: 5 de enero de 2015.

——. 2015a. Sierra El Burro-Río San Rodrigo. RTP-73. En: <*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_073.pdf*>, última consulta: 5 de enero de 2015.

——. 2015b. Río Bravo Internacional. En: <*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_042.html*>, última consulta: 5 de enero de 2015.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2013. Programa de Protección Contra Incendios Forestales. Reporte semanal de incendios forestales. Del 1 de enero al 18 de abril. En: <*http://www.cnf.gob.mx:8080/snif/portal/las-demas/reportes-de-incendios-forestales*>, última consulta: 20 de abril de 2013.

Ibarra, J.C. 2013. Un cambio de paradigma en la administración y uso del agua. *11º Encuentro sobre biodiversidad y desarrollo sostenible en La Laguna*. Biodiversa Laguna. 6-8 de junio de 2013, Coahuila.

Ibarra, J.C. 2015. Encargado del despacho. Sesión Ordinaria del Consejo Consultivo de Desarrollo Sustentable Región Noreste. Comunicación personal.

Jiménez G., G., C.M. Valencia y J.L. Blando. 2006. Estudio de factibilidad para declarar área natural protegida el corredor que une a Maderas del Carmen con el Cañón de Santa Elena. World Wildlife Fund for Nature (WWF) y Biodesert A.C., México.

McAllister, D.E., A.L. Hamilton y B. Harvey. 1997. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. *Sea Wind-Bulletin of Ocean Voice International* 11:1-140.

McCully, P. 2001. *Silenced rivers, the ecology and politics of large dams*. Zed Books, Londres y Nueva York.

McNeely, J.A., K.R. Miller, W.V. Reid *et al.* 1990. *Conserving the world's biological diversity*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Gland.

Medina, H. 2014. La increíble y triste historia de la sierra de Zapalinamé. En: <*http://www.vanguardia.com.mx/columnas-laincreibleytristehistoriadelasierradezapaliname-1971211.html*>, última consulta: enero de 2015.

Oclesis Radio. 2011. El valle de Cuatro Ciénegas en Coahuila agoniza. En: <*http://oclesis.blogspot.com/2011/01/el-valle-de-cuatro-cienegas-en-coahuila.html*>, última consulta: 15 de mayo de 2011.

Postel, S. y S. Carpenter. 1997. Freshwater ecosystem services. En: *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. G.D. Daily (ed.). Island Press, Washington, pp. 195-214.

SAGARPA y SIAP. 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. Producción anual 2012. En: <*http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual/*>, última consulta: enero de 2015.

SEDER. Secretaría de Desarrollo Rural. 2012. Programa Estatal de Desarrollo Rural 2011-2017, Coahuila de Zaragoza. En: <*http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/DESARROLLO%20RURAL.pdf*>, última consulta: enero de 2015.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2010. Componente de vulnerabilidad.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Plan Estatal de Cambio Climático para Coahuila de Zaragoza. En: <*http://www.semac.gob.mx/descargables/documentos/COMPONENTE_DE_VULNERABILIDAD.pdf*>, última consulta: 30 de marzo de 2013.

——. 2016. Programa Estatal de Protección Contra Incendios Forestales 2016 Coahuila. En: <*http://www.sema.gob.mx/SRN/DESCARGAS_GRAL/PROGAMA_INCENDIOS_FORESTALES_2016.pdf*>, última consulta: 24 de agosto de 2017.

semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana nom-059-semarnat-2010. Publicada en el dof el 30 de diciembre de 2010. Texto vigente.

——. 2013. Base de datos estadísticos del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (badesniar). Consulta temática Recursos forestales-incendios. En: <*http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/mce_index.html*>, última consulta: 26 de marzo de 2013.

——. 2015. Anuarios forestales 2000-2012. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/forestal-y-suelos/anuarios-forestales*>, última consulta: enero de 2015.

Valencia-Castro, C.M. 2002. Factores que inciden en el deterioro ecológico y social de la parte baja del río Nazas: uso de un sistema de información geográfica. Informe técnico final. wwf/Universidad Juárez del Estado de Durango/Biodesert, A.C., México.

Vanguardia. 2013. Aumenta nivel de río San Rodrigo. Nota periodística del 4 de abril de 2013.

Villarreal-Quintanilla, J.Á. y J.A. Encina-Domínguez. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Botánica Mexicana* 70:1-46.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Amenazas a la biodiversidad de Cuatro Ciénegas

Irene Pisanty Baruch y Mariana Rodríguez Sánchez

Introducción

El valle de Cuatro Ciénegas, declarado como área natural protegida (ANP) con carácter de Área de Protección de Flora y Fauna (SEDESOL 1994), se encuentra en el centro de Coahuila, en la región denominada Desierto Chihuahuense, entre las coordenadas geográficas 25°45' y 27°00' N, 101°48' y 102°17' O (INE y SEMARNAP 2000).

Cuatro Ciénegas es una zona prioritaria para la conservación, debido al gran número de endemismos que la caracteriza (Arriaga *et al.* 2000). Además es un sitio Ramsar[1] por la importancia de sus humedales, y forma parte de la ruta migratoria de la mariposa monarca. Se trata de un lugar extraordinario por múltiples razones, tales como su compleja historia geológica, que hace que sea considerado como un relicto del Pleistoceno (CONABIO 2008), y su elevada diversidad tanto de ambientes como de especies.

Entre los ambientes de Cuatro Ciénegas se encuentran zonas planas, laderas, dunas de yeso, ambientes semiacuáticos y cuerpos de agua. Estos últimos, a su vez, incluyen ambientes ribereños, lóticos y lénticos (Evans 2005), que cuentan con una vegetación característica (Pinkava 1984).

Alberga 60 especies de mamíferos, 60 de reptiles, ocho de anfibios, 145 de aves, 17 de peces, 29 de crustáceos y 883 de plantas vasculares (INE y SEMARNAP 2000). Además de las variaciones ambientales dentro del valle y de su compleja historia geológica, las altas sierras que lo rodean y, en gran medida lo aíslan, han contribuido a que haya más de 70 especies endémicas de plantas, vertebrados e invertebrados, lo que hace que éste sea el sitio con mayor número de endemismos en toda América del Norte (Stein *et al*. 2000).

La mayoría de las especies endémicas se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pues presentan algún nivel de riesgo (cuadro 1), aunque el estatus de algunas aún debe ser determinado.

En el valle hay cinco sistemas hídricos: Churince, Garabatal-Becerra-Río Mezquites, Tío Cándido-Hundido, Santa Tecla y El Anteojo. Estos sistemas incluyen pozas, manatiales, arroyos, ríos y lagunas. El primero finaliza en una laguna terminal o de desecación, conocida como laguna Churince o

[1] Los sitios Ramsar corresponden a humedales de importancia internacional para la conservación de aves migratorias. Su nombre se debe a la convención firmada en la ciudad de Ramsar, Irán.

Pisanty Baruch, I. y M. Rodríguez Sánchez. 2017. Amenazas a la biodiversidad de Cuatro Ciénegas. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 485-498.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies de interés del valle de Cuatro Ciénegas y su estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, según la Lista de flora y fauna de interés para la conservación en Cuatro Ciénegas*.

Grupo	Especie	Nombre común	Estatus
Reptiles	*Apalone spinifera* subsp. *atra**	Tortuga negra de concha blanda	P
	*Terrapene coahuila**	Tortuga de bisagra	A
	*Trachemys scripta taylori**	Tortuga de oreja roja	Pr
	Scincella lateralis		Pr
	Gerrhonotus lugoi		A
	Aspidoscelis inornata subsp. *cienegae**	Lagartija de cola azul	Se
	A. gularis pallidus		Se
	Thamnophis sp.	Pichicuata	Se
Peces	*Cyprinella xanthicara*	Sardinita o carpita de Cuatro Ciénegas	P
	Dionda episcopa	Carpa del Bravo	P
	Ictalurus lupus	Bagre azul	Pr
	Cyprinodon sp.	Cachorrito híbrido	Se
	C. atrorus	Cachorrito del bolsón	A
	*C. bifasciatus**	Cachorrito de Cuatro Ciénegas	A
	*Lucania interioris**		P
	*Gambusia longispinis**	Tripoleta	A
	*Xiphophorus gordoni**	Platy de Cuatro Ciénegas	P
	Lepomis megalotis	Robaleta	
	*Etheostoma lugoi**	Dardo de Cuatro Ciénegas	P
	*Herichtys minckleyi**	Mojarra de Minckleyi	P
Crustáceos	*Speocirolana thermydronis**	Cochinilla	Se
	*Sphaerolana interstitialis**	Cochinilla	Se
	*S. affinis**	Cochinilla	Se
	*Mexistenasellus coahuila**	Cochinilla	Se
	*Mexiweckelia colei**	Cochinilla	Se
	*Paramexiweckelia particeps**	Cochinilla	Se
	*Leptocaris stromatolicolus**		Se
Escorpiones	*Paruroctonus coahuilanus**	Alacrán	Se
	*Serradigitus calidus**	Alacrán	Se
	*Vaejovis minckleyi**	Alacrán	Se

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Grupo	Especie	Nombre común	Estatus
Moluscos	*Coahuilix hubbsi**	Caracol	P
	*C. landeyi**	Caracol	Se
	Cochliopina sp.*	Caracol	Se
	*C. milleri**	Caracol	P
	*Durangonella coahuilae**	Caracol	P
	*Mexipyrgus carranzae**	Caracol	P
	*Mexithauma quadripaludium**	Caracol	P
	*Nymphophilus acarinatus**	Caracol	Se
	*Pyrgulopsis minckleyi**	Caracol	P
	*Paludiscala caramba**	Caracol	P
	*Pyrgulopsis manantiali**	Caracol	Se
	Assiminea sp.*	Caracol	Se
	Drepanotrema sp.*	Caracol	Se
Insectos	*Apioceras* sp.	Mosca ladrona	Se
	*A. minckleyi**	Mosca ladrona	Se
Plantas vasculares	*Selinocarpus undulatus*	Hierba de las cuatro en punto	Se
	Sclerocactus spp.	Biznaga ganchudilla	Se
	*Coryphantha werdermannii**	Biznaga partida	P
	*Abutilon pinkavae**	Malva de Pinkava	Se
	Sedum parvum diminutum	Flor de piedra	Se
	Rosa woodsii var. *maderensis*	Rosa silvestre	Se
	Mimosa unipinnata	Gatuño	Se
	Euphorbia pinkavana	Golondrina cieneguense	Se
	Phyllanthus fraguensis	Balsilla	Se
	*Sabatia tuberculata**		Se
	*Nama cuatrocienegense**	Cenicilla	Se
	Phacelia marshal-johnstonii	Hierba del escorpión	Se
	Tiquilia turneri	Oreja de perro	Se
	*Poliomintha maderensis**	Orégano	Se
	*Satureja maderensis**	Hierbabuena silvestre	Se
	*Penstemon henricksonii**	Jarrito	Se
	*Justicia coahuilana**	Justicia	Se
	*Thymophylla gypsophila**	Hierba del yeso	Se
	*Erigeron cuatrocienegensis**	Hierba de Cuatro Ciénegas	Se
	*Gaillardia gypsophila**	Hierba de la borrega	Se
	*Haploesthes robusta**	Escoba	Se
	*Machaeranthera restiformis**	Hierba de la garrapata	Se
	*Xylothamia truncata**		Se
	*Agave scabra maderensis**	Maguey áspero	Se

P: peligro de extinción; A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial; Se: sin estatus de riesgo
Fuentes adicionales: Cole y Minckley 1966, Johnston 1985, Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991, Miller *et al.* 2005, semarnat 2010, Portilla-Alonso y Martorell 2011, Desert Fishes 2017.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Grande. Hay además un número indeterminado, que puede ser variable, de pozas –más de 200–, que se concentran en las faldas de la sierra de San Marcos y Pinos (INE y SEMARNAP 2000). En los cuerpos de agua se encuentran muchas de las especies endémicas de vertebrados e invertebrados del valle (cuadro 1).

Adicionalmente, en las pozas de Cuatro Ciénegas se encuentran estromatolitos (Souza *et al.* 2006), que son conglomerados de arqueobacterias, así como cianofitas muy antiguas que están relacionadas con las primeras formas de vida en la Tierra. Su desarrollo es posible gracias a los ínfimos niveles de fósforo –los más bajos de América del Norte (Johannesson *et al.* 2004)– que se encuentran en las pozas y lagunas.

Amenazas

El cambio de uso de suelo es, al igual que en todo México, una gran amenaza para la biodiversidad de Cuatro Ciénegas. La agricultura, especialmente el cultivo de alfalfa, es actualmente la principal fuente de disturbio. Dentro del ANP existen tierras ejidales en las que se produce el citado cultivo, pero además este proceso es intenso en los valles circundantes y es difícil descartar que el cambio de uso de suelo en éstos no afecte directa o indirectamente al ANP de manera muy severa (Souza *et al.* 2006, Pisanty *et al.* 2013).

Algunos de los cuerpos de agua de Cuatro Ciénegas se comunican subterráneamente, a veces de manera continua y otras de manera intermitente, como suele suceder con sustratos kársticos y pseudokársticos.[2] La relación entre el acuífero de Cuatro Ciénegas y los acuíferos de los valles vecinos, como Ocampo y El Hundido, sigue sin aclararse satisfactoriamente.

Según algunos autores, el acuífero de Cuatro Ciénegas y el de El Hundido se comunican, al menos intermitentemente, debido a la naturaleza kárstica del sustrato, y esto se evidencia en las semejanzas genéticas entre las bacterias de las dos zonas (Souza *et al.* 2006, Wolaver *et al.* 2006, Rodríguez *et al.* 2007), mientras que otros autores niegan rotundamente la posibilidad de esta conexión (Lesser y Asociados 2001, Aldama *et al.* 2005).

Determinar fehacientemente si existe o no comunicación entre los acuíferos es de crucial importancia para el mantenimiento y el manejo de los sistemas hidrológicos que caracterizan al valle de Cuatro Ciénegas. Los sistemas kársticos son complejos y difíciles de comprender (Bailly-Comte *et al.* 2009), y la falta de información continua en el tiempo sobre los cambios en el nivel del agua complican más la situación.

Todos los acuíferos de esta región están sobreexplotados (CNA 1988) y, de hecho, algunos de los sistemas de Cuatro Ciénegas ya lo estaban desde hace tiempo. Sin embargo, la laguna Churince (figura 1) ha sufrido un proceso de desecación extremadamente acelerado, al grado de que actualmente ese cuerpo de agua y la última parte del río –que es estrecho y somero– se encuentran completamente secos, mientras que la laguna Intermedia, la poza Churince y el resto del río pierden agua continua y rápidamente (figura 2).

La pérdida de los cuerpos de agua tiene efectos a corto, mediano y largo plazo. Como ejemplo, basta mencionar que las dunas de yeso del valle (figura 3), uno de los pocos sitios de este tipo en el mundo y de los tres que hay en América del Norte, se forman a partir de los depósitos lacustres que se originaban cuando la laguna se retraía parcialmente en la época calurosa, para después volver a cubrir esta superficie en la época fría y de menor evaporación, cuando el agua recuperaba su nivel (Laity 2008). Probablemente las dunas de yeso no podrán mantenerse como tales a largo plazo, bajo las condiciones que ahora prevalecen.

[2] Los sustratos kársticos se componen de rocas solubles a nivel subsuperficial, y en ellos predomina el proceso de disolución; los pseudokársticos son morfológicamente semejantes, pero no se formaron a partir de procesos dominados por el desgaste por disolución o por colapsos o subsidencias inducidos en función de ésta. En ambos casos se trata de sustratos fragmentados e inestables (Groudie 2004).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

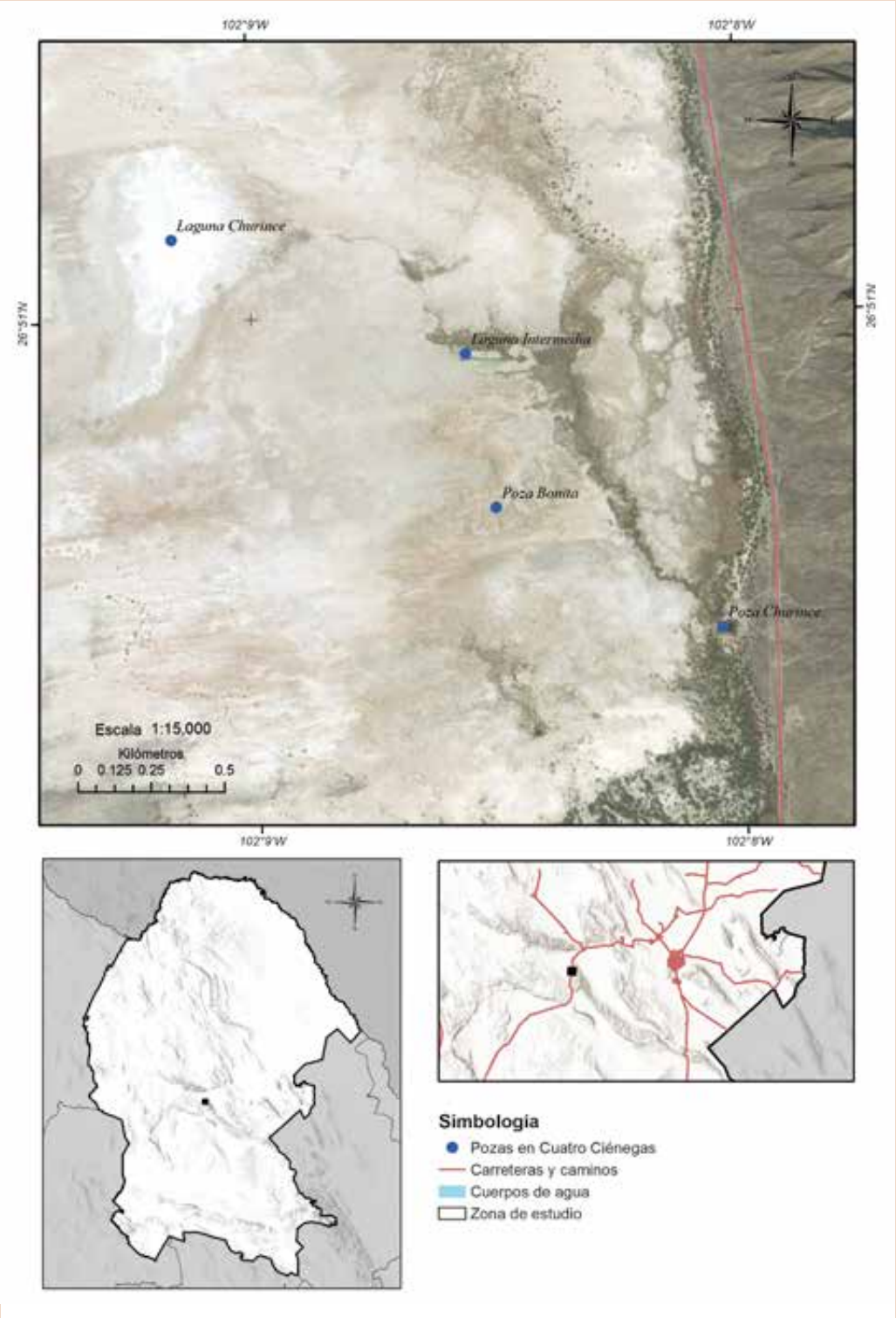


Figura 1. Sistema Churince del valle de Cuatro Ciénegas. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

a

b

c

Figura 2. Desecación del segmento terminal del Sistema Churince en laguna Intermedia en: a) 2007; b) 2012; c) 2017. Fotos: Irene Pisanty.

Un segundo ejemplo de los efectos de la alteración de los sistemas hídricos es la formación continua de abundantes hundimientos diferenciales, localmente conocidos como abras (figura 4), que han caracterizado a la ribera sur del río Churince desde 2004 (Pisanty *et al*. 2013, Rodríguez-Sánchez 2014). Las abras son comunes en los suelos con yeso de las zonas áridas y semiáridas, y se forman por el flujo sub-superficial del agua que no alcanza a fluir como originalmente lo hacía y disuelve las sales del suelo, lo cual hace que éste pierda consistencia y se hunda (Heinzen y Arulanandan 1977, Umesh *et al*. 2011).

Estos hundimientos, que tienen tamaños y profundidades variables, son colonizados por plantas ribereñas, originalmente restringidas a los bordes de los cuerpos de agua. Al secarse éstos, las abras se secarán también, lo que provo-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Dunas de yeso en el valle de Cuatro Ciénegas. Foto: Irene Pisanty.

cará la desaparición de los últimos refugios para este tipo de especies, que incluyen a dos endémicas del valle (*Sabatia tuberculata* y *Erigeron cuatrocienegensis*, figura 5).

La transformación de este valle comenzó mucho tiempo atrás, pues el primer canal artificial (Santa Tecla) se construyó a fines del siglo xix. En el siglo xx, a mediados de los años sesenta, al mismo tiempo que se establecía el primer balneario turístico de la zona en la poza La Becerra, se abrió un nuevo canal con fines de irrigación que se origina en esta misma poza y lleva el mismo nombre. Los efectos ambientales fueron

a

b

c

d

Figura 4. Hundimientos diferenciales (abras) en la parte terminal del Sistema Churince, con diferentes etapas de colonización por las especies ribereñas: a) abra pequeña; b) abra con colonización inicial; c) abra joven con agua, rodeada de especies ribereñas; d) abra colonizada con especies ribereñas. Fotos: Irene Pisanty.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

a

b

Figura 5. a) *Erigeron cuatrocienegensis*, localmente conocida como hierba de Cuatro Ciénegas, y b) *Sabatia tuberculata*, especies ribereñas endémicas del valle de Cuatro Ciénegas. Fotos: a) Jazmín Sánchez Rosales; b) Irene Pisanty.

inmediatos: el nivel de la poza La Becerra se redujo, se secó el arroyo La Becerra y con él se secaron los humedales que alimentaba y se redujeron las poblaciones de caracoles, crustáceos, peces y tortugas (Contreras-Balderas 1984).

Dado que éste es un canal a cielo abierto, hay gran pérdida de agua por evaporación; además, mucha se utiliza para riego, por la saturación de alfalfares en los que no se cuenta con infraestructura ni tecnología para reducir lo más posible el volumen acuífero utilizado.

Asimismo es muy común ver campos de alfalfa irrigados de la misma forma, pero con rehiletes que operan en las horas de mayor temperatura y, consecuentemente, de mayor evaporación, como sucede en las inmediaciones de Cuatro Ciénegas de Carranza, que es la cabecera municipal. Los pobladores han visto cómo se secaron sus viñedos, huertos frutales y nogales, y sufren ahora horarios restringidos de suministro de agua, pues la disponibilidad ha disminuido significativamente (Ibarra 2015).

Además de la pérdida de agua, que es la principal amenaza para la biodiversidad de este sitio único, otras causas como el uso de tierras para pastoreo, la extracción de materiales y la presencia de especies invasoras han contribuido a la modificación de los microambientes del valle de Cuatro Ciénegas.

Esta zona es ampliamente utilizada para el pastoreo de ganado. Se registran grupos casi silvestres de burros y caballos que se alimentan de gramíneas, ciperáceas y de diferentes partes de otras plantas, y que dependen de los cuerpos de agua a los que acuden tanto para beber como para refrescarse (observación personal). Cuando el ganado entra a los cuerpos de agua erosiona los bordes, facilitando su colapso (figura 6).

El ganado compacta los suelos, consume y pisotea a las plantas y, además, al desestabilizar

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 6. Efecto del paso de caballos en el borde del río Churince, actualmente seco. Foto: Irene Pisanty.

el sistema subterráneo de agua –y consecuentemente los suelos–, es común que los animales se hundan momentáneamente y causen hundimientos adicionales. Cabe mencionar que al secarse los cuerpos de agua, los dueños del ganado los desvían hacia otros sitios en los que los daños son equivalentes.

Durante muchos años la zona se vio afectada por la extracción de materiales, en particular el yeso de las dunas, que inició en 1968 y a partir de 1979 se dio a escalas industriales (Contreras-Balderas 1984). Esta actividad quedó prohibida por la Secretaría de Medio Ambiente (ine y semarnap 2000) y no se ha autorizado la extracción de este material en ninguna otra parte del anp, a pesar de que persiste el interés por hacerlo.

Finalmente, la presencia de especies invasoras, que tienden a desplazar a las nativas y a alterar procesos ambientales, representa un disturbio de gran escala (March y Martínez-Jiménez 2007), y algunas de ellas constituyen una amenaza muy severa para la biodiversidad original del valle (cuadro 2).

Entre tales especies destaca la gramínea *Arundo donax* (figura 7), también conocida como carrizo gigante. Esta es la planta invasora que representa mayor riesgo en este momento, porque afecta directamente a los cuerpos de agua y a sus bordes, se expande vegetativamente de manera muy exitosa, y varias de las medidas utilizadas para su erradicación, como el uso de fuego y la tala de las partes aéreas, tienden a fomentar su crecimiento.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Especies invasoras presentes en el valle de Cuatro Ciénegas.

Grupo	Especie	Origen	Efectos
Plantas	Carrizo gigante (*Arundo donax*)	Asia	Desplazamiento de la flora nativa, alteración de cuerpos de agua, incremento de riesgo de incendios y de la propagación de los fuegos de alta intensidad por manejo para control
	Cedro salado (*Tamarix ramosissima*)	Áreas secas de África y Asia	Alteración de los regímenes de inundación y desecación de cuerpos acuíferos por su alto requerimiento de agua, modificaciones tróficas, incremento del riesgo de propagación de fuegos de alta intensidad por manejo para control
	Cedro (*T. aphylla*)	Eurasia	Consume grandes cantidades de agua por su tamaño, y su crecimiento clonal podría generar ocupación de hábitats húmedos; actualmente no es un problema mayor, pero no debe minimizarse su potencial para serlo
	Lirio (*Eichhornia crassipes*)	Sudamérica	Alteración de condiciones lumínicas en los cuerpos acuíferos, bloqueo de flujos de agua
	Zacate buffel (*Pennisetum ciliare*)	Eurasia tropical	Desplazamiento de especies nativas, alteración de los regímenes naturales de fuego e incremento del riesgo de propagación de fuegos de alta intensidad, efectos tóxicos para otras plantas
Peces	Tilapa azul (*Oreochromis aureus*)		Reducción de poblaciones y desplazamiento de especies nativas por competencia
	Pez joya (*Hemichromis guttatus*)	África nororiental	Reducción de las poblaciones y potencial desplazamiento de especies endémicas de mojarras como *Herychthys minckleyi*
	Carpa europea o común (*Cyprinus carpio*)	África	Reducción de las poblaciones de plantas acuáticas e invertebrados, por alimentarse de ellos
	Perca americana o lobina negra (*Micropterus salmoides floridanus*)	América del Norte	Depredación de peces nativos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Continuación.

Grupo	Especie	Origen	Efectos
Crustáceos	Cangrejo de río americano o langostino rojo (*Procambarus clarkii*)	Costa estadounidense del golfo de México	Desplazamiento de especies nativas, transmisión de parásitos de diferentes grupos animales, incremento de la turbidez del agua
	Langostino (*Orconectes* sp.)	Estados Unidos	Desplazamiento y reducción de especies nativas, reducción de plantas acuáticas que son su alimento
Moluscos	Caracol tornillo (*Thiara tuberculata*)	África y Asia oriental	Desplazamiento de especies nativas de caracoles
	Almeja asiática (*Corbicula malenisis*, *C. fulmínea*)	Asia	Desplazamiento de almejas nativas por competencia, deterioro de infraestructura hidráulica
Anfibios y reptiles	Sapo o sapo verrugoso (*Bufo marinus*)	Centro y Sudamérica	Depredación de especies nativas, intoxicación de depredadores nativos
	Tortuga de casco suave o de concha blanda (*Apalone spinifera*)	Estados Unidos, Canadá y el norte de México	Hibridización con *A. spinifera* subsp. *atra*, especie endémica del valle de Cuatro Ciénegas que está en peligro de extinción
	Cuija, gecko, salamanquesa (*Hemidactylus turcicus*)	Medio Oriente, Turquía, Irán, Pakistán	Por determinar
	Serpiente (*Drymarchon corais*)	Sureste de Estados Unidos	Por determinar
	Tortuga de Texas (*Gopherus berlandieri*)	Norte de México y sur de Texas	Por determinar

Fuente: conabio *et al.* 2006, March y Martínez-Jiménez 2007.

Figura 7. Carrizo gigante (*Arundo donax*), especie invasora en Cuatro Ciénegas. Foto: Martín Carrillo.

Figura 8. Pez joya (*Hemichromis guttatus*), especie invasora en los cuerpos de agua de Cuatro Ciénegas. Foto: Martín Carrillo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La erradicación de esta especie es sumamente difícil, no sólo en el valle de Cuatro Ciénegas sino en todos los sitios que ha invadido, donde ha generado efectos como el incremento del riesgo de incendios –por la alta flamabilidad de los carrizos–, así como importantes alteraciones de los hábitats ribereños y acuáticos y de las características químicas del agua.

Aunado a lo anterior, entre los efectos negativos que produce la especie referida, está el decremento de la calidad del mantillo que se produce a partir de la acumulación y descomposición de las partes vegetales que mueren y caen al suelo, la alteración de poblaciones de artrópodos y el desplazamiento de especies animales y vegetales nativas (Tracy y DeLoach 1998, Herrera y Dudley 2003, Coffman *et al*. 2004, Ambrose y Rundel 2007, Coffman *et al*. 2010).

Los animales invasores también tienen efectos negativos tanto para los ecosistemas como para la diversidad nativa (March y Martínez-Jiménez 2007). En particular el pez joya (*Hemichromis guttatus*), originario del noreste de África y muy popular entre los acuaristas del mundo, ha afectado a la población de la mojarra endémica *Herichtys minckleyi*, con la que compite exitosamente por alimento.

La erradicación del pez joya es también complicada. Se hace a través de trampas en las que caen ambas especies, y de no separarse rápidamente, el pez joya ataca a la mojarra (CONANP 2008, Ibarra 2015). Por otra parte, la tortuga de concha blanda (*Apalone spinifera*) es una especie introducida que representa un riesgo para la preservación de la diversidad genética de la tortuga de concha blanda negra (*Apalone spinifera* subsp. *atra*),[3] que es nativa de Cuatro Ciénegas, pues produce híbridos con ella.

Conclusión

El cambio de uso del suelo, la falta de cumplimiento de las leyes ambientales, el trato preferencial a ciertas actividades productivas –cuyas ganancias no se reflejan en el nivel de vida de los habitantes locales, pero cuyos costos repercuten directamente en ellos–, el impulso a actividades no sustentables como el cultivo de la alfalfa, las actividades turísticas descontroladas y, sobre todo, el mal manejo de los recursos hídricos, son los principales riesgos que este frágil sistema enfrenta, mismos que reducen las posibilidades de éxito de los intensos esfuerzos de conservación que diversos actores realizan en este sitio.

La apertura de abras (hundimientos) y la aparición de especies ribereñas en sitios relativamente distantes de los bordes de los cuerpos de agua, son síntomas de la alteración de los sistemas hidrológicos del subsuelo, que se manifiestan aun antes de que el nivel del agua baje perceptiblemente, por lo que representan un medio de alerta temprana que permitiría evitar desastres como el observado en el Sistema Churince.

El monitoreo de estos cambios, las medidas piezométricas (del nivel de los cuerpos de agua) y la implementación de estrategias correctivas pueden permitir la prevención de las alteraciones probablemente irreversibles que sufren actualmente los cuerpos de agua a nivel superficial y subterráneo.

La acción imprescindible y más urgente es la regulación del uso del agua del valle, y la implementación de tecnologías que permitan un riego más eficiente. El monitoreo regular del nivel del agua es impostergable, e igualmente necesaria es la regulación del paso del ganado, así como el monitoreo de la entrada de las especies invasoras que tanto afectan al valle.

[3] Esta subespecie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de peligro de extinción. No se incluye en los apéndices.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Aldama, A., J. Aparicio, C. Gutiérrez-Ojeda *et al*. 2005. Comportamiento hidrogeológico de los acuíferos de Cuatro Ciénegas y El Hundido. *Ingeniería Hidráulica en México* 22(3):37-59.

Ambrose, R.F. y P.W. Rundel. 2007. Influence of nutrient loading on the invasion of an alien plant species, giant reed (*Arundo donax*) in Southern California riparian ecosystems. Technical completion Report W-960. University of California Water Resources Center, EUA.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar *et al*. (coord.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. CONABIO, México.

Bailly-Comte, V., H. Jourde y S. Pistre. 2009. Conceptualization and classification of groundwater-surface water hydrodynamic interactions in karst watersheds: case of the karst watershed in the Coulazou river (southern France). *Journal of Hydrology* 376(3-4):456-462.

Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991. *Las cactáceas de México*. Instituto de Biología-UNAM, México.

Coffman, G.C., R.F. Ambrose y P.W. Rundel. 2004. Invasion of *Arundo donax* in river systems of mediterranean climate: causes, impacts and management strategies. En: *Proceedings of the 10th Medecos International Conference, Rhodes, Greece.* M. Arianoutsou y V.P. Papanastasis (eds.). Millpress Science Publishers, Holanda, p. 138.

Coffman, G.C., R.F. Ambrose y P.W. Rundel. 2010. Wildfire promotes dominance of invasive giant reed (*Arundo donax*) in riparian ecosystems. *Biological Invasions* 12:2723-2734.

Cole G.A. y W.L. Minckley. 1966. A new species of cirolanid isopod crustacean from central Coahuila, Mexico. *Tulane Studies in Zoology* 13:17-22.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Regiones terrestres prioritarias de México. En: <*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_048.pdf*>, última consulta: 26 de junio de 2017.

CONABIO, GECI, AridAmérica y TNC. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C., AridAmérica y The Nature Conservancy 2006. *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: prioridades en México*. CONABIO/GECI/AridAmérica/TNC, México.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2008. Monitoreo del pez joya (*Hemichromis guttatus*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. En: <*http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/cuatrocienegas/info/info.pdf*>, última consulta: 2 de junio de 2017.

CNA. Comisión Nacional del Agua. 1988. *Metodologías para la estimación de la disponibilidad de agua*. Gerencia de Planeación Hidráulica, México.

Contreras-Balderas, S. 1984. Environmental impacts in Cuatrociénegas, Coahuila, Mexico: a commentary. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences* 19:85-88.

Desert Fishes. 2017. Lista de flora y fauna de interés para la conservación en Cuatro Ciénegas. En: <*http://www.desertfishes.org/cuatroc/conservation/endemic-species.html*>, última consulta: 22 de junio de 2017.

Evans, S. 2005. *Using chemical data to define flow systems in Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico*. Tesis de maestría. University of Texas in Austin, EUA.

Groudie, A. 2004. *Encyclopedia of geomorphology*. Routledge, EUA.

Heinzen, R.T. y K. Arulanandan. 1977. Factors influencing dispersive clays and methods of identification. *ASTM Special Technical Publication* 623:202- 217.

Herrera, A. y T.L. Dudley. 2003. Reduction of riparian arthropod abundance and diversity as a consequence of giant reed (*Arundo donax*) invasion. *Biological Invasions* 5(3):167-177.

Ibarra, J.C. 2015. Director del área natural protegida APFF Cuatrociénegas. Comunicación personal.

INE y SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. Programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. INE/SEMARNAP, México.

Johannesson, J.H., A. Cortés y K.C. Kilroy. 2004. Reconnaissance isotopic and hydrochemical study of Cuatro Cienegas groundwater, Coahuila, Mexico. *Journal of South American Earth Sciences* 17:171-180.

Johnston, M.C. 1985. *Phyllantus fraguensis* (Euphorbiaceae), a new species from the Chihuahuan Desert region. *Systematic Botany* 10(3):300-302.

Laity, J. 2008. *Deserts and desert environments.* Wiley-Blackwell, Gran Bretaña.

Lesser y Asociados. 2001. *Sinopsis hidrológica en los valles El Hundido, Cuatro Ciénegas y Ocampo, Coahuila: reporte de evaluación para la Comisión Nacional del Agua*. Reporte técnico. Gerencia de Aguas Subterráneas, Lesser y Asociados, México.

March, I.J. y M. Martínez-Jiménez (eds.). 2007. *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México*. IMTA/CONABIO/GECI/AridAmérica/TNC, México.

Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris. 2005. *Freshwater fishes of Mexico*. University of Chicago Press, Illinois.

Pinkava, D. 1984. Vegetation and flora of the Bolson de Cuatro Cienegas region, Coahuila, Mexico. iv. Summary, endemism and corrected catalogue. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences* 19:23-47.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Pisanty, I., C. Pérez y Sosa y G. Gálvez. 2013. Agriculture, water mismanagement and ecosystem transformations in the Cuatro Cienegas valley in the Chihuahuan Desert, Mexico. En: *Drought in arid and semi-arid environments: a multidisciplinary and cross-country perspective*. K. Schwabe, J. Albiac, J. Connor *et al.* (eds.). Springer-Verlag, Holanda, pp. 199-216.

Portilla-Alonso, R. y C. Martorell. 2011. Demographic consequences of chronic anthropogenic disturbance on three populations of the endangered globose cactus *Coryphantha werdermannii*. *Journal of Arid Environments* 75:509-515.

Rodríguez-Sánchez, M. 2014. *Análisis de la dinámica de los hundimientos diferenciales en la zona del Churince en Cuatro Ciénegas, Coahuila*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Rodríguez, J.M, V. Souza y L. Arriaga. 2007. Effect of the overexploitation of the aquifer of the Hundido valley and the impact on the ecological reserve of Cuatrocienegas, Coahuila. *Ciencia FIC-UANL* 1:32-38.

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social. 1994. Decreto de Área Natural Protegida. Área de Protección de Flora y Fauna de Cuatrociénegas, Coahuila. Publicado el 7 de noviembre de 1994 en el DOF. Texto vigente.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el DOF. Texto vigente.

Souza, V., L. Espinosa-Azuar, A. Escalante *et al*. 2006. An endangered oasis of microbial diversity in the Chihuahuan Desert. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 17(103):6565-6570.

Stein, B.A., S.K. Lynn y J.S. Adams. 2000. *Precious heritage: the status of biodiversity in the United States*. Oxford University Press, Gran Bretaña.

Tracy, J.L. y C.J. DeLoach. 1998. Suitability of classical biological control for giant reed (*Arundo donax*) in the United States. En: *Arundo and salt-cedar management workshop. Proceedings*. C.E. Bell (ed.). California University Cooperative Extension, California, pp. 69-70.

Tobler, M. y E.W. Carson. 2010. Environmental variation, hybridization and phenotypic diversification in Cuatro Cienegas pupfishes. *Journal of Evolutionary Biology* 23(7):1475-1489.

Umesh, T.S., S.V. Dinesh y P.V. Sivapullaiah. 2011. Characterization of dispersive soils. *Materials Sciences and Applications* 2:629-633.

Villarreal-Quintanilla, J.A. y J.A. Encina-Domínguez. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Botánica* 70:1-46.

Wolaver, B., J.M. Sharp Jr. y J.M. Rodríguez. 2006. Gravity geophysical analysis of spring locations in a karstic desert basin, Cuatro Cienegas basin, Coahuila, Mexico. *Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions* 56:885-897.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Especies invasoras

Celso Manuel Valencia Castro y Francisco Valdés Perezgasga

Introducción

La introducción de especies exóticas, fuera de su área de distribución natural, puede terminar en una invasión de espacios naturales, lo cual representa uno de los problemas más importantes para la conservación de la biodiversidad y los procesos funcionales de los ecosistemas coahuilenses.

Sin embargo, no todas las especies exóticas ocasionan estos problemas; sólo aquellas que se convierten en invasoras, pues cuentan con una vigorosa capacidad competitiva y no tienen predadores, por lo cual logran invadir y establecerse en ecosistemas naturales o semi-naturales, lo que les permite excluir a un amplio espectro de especies de plantas y animales nativos en un hábitat particular (UICN 2000).

Las especies invasoras también pueden causar grandes pérdidas económicas, ya que con frecuencia afectan pesquerías y sistemas agropecuarios. Además son consideradas como la segunda causa más importante de la extinción de especies vegetales y animales, sólo después de la pérdida y degradación de hábitat (March y Martínez 2007).

En este texto se revisa el estado de la invasión de especies exóticas dañinas que fueron introducidas deliberada o accidentalmente en los ecosistemas de Coahuila, lo cual, en opinión de Canales *et al.* (1997), pudo haber iniciado en el siglo XVI, cuando los europeos trajeron semillas para cultivar sus alimentos, y entre las cuales seguramente venían otras semillas que no tenían una "función utilitaria" para los colonizadores. Igualmente el ganado pudo haber influido en la modelación del paisaje árido y semiárido que actualmente predomina en la entidad.

En la Memoria del Segundo Taller para la Identificación de Acciones Estratégicas para la Conservación de la Biodiversidad de Coahuila (SEMA y TNC 2013), se reportaron 326 especies invasoras en el estado (cuadro 1). Dentro de ellas destacan, por su número, las especies de plantas, pero por el nivel de daño, es preocupante el número de peces reportados, ya que estos últimos son uno de los grupos con mayor nivel de riesgo en Coahuila (apéndice 4).

Especies invasoras terrestres

La mayor parte de las especies que se comportan como invasoras en la entidad han sido introducidas por el ser humano. En algunos casos el obje-

Valencia-Castro, C.M. y F. Valdés-Perezgasga. 2017. Especies invasoras. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 499-505.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Número de especies invasoras por grupo biológico reportadas para Coahuila.

Grupo	No. de especies
Plantas	289
Invertebrados	4
Peces	22
Anfibios y reptiles	6
Aves	5
Total	**326**

Fuente: SEMA y TNC 2013.

tivo fue introducir una especie aceptada por su producción y calidad del forraje, como la gramínea o pasto africano conocido como zacate buffel (*Pennisetum ciliare* o *Cenchrus ciliaris*), que actualmente invade una superficie importante del norte de México, incluida la mayor parte de Coahuila, en la porción árida y semiárida del estado (figura 1).

Una situación similar se presenta con otros zacates exóticos, como el africano (*Eragrostis lehmanniana*) y el pasto llorón (*E. curvula*); la presencia de estas especies facilita la ocurrencia y dispersión de incendios de alta intensidad y desplaza a la vegetación nativa (Villaseñor y Espinosa 1998), lo cual ocasiona la pérdida de biodiversidad (March y Martínez 2007).

En 1830 tres plantas del género *Tamarix*, originario de África o Eurasia, se introdujeron a los Estados Unidos, y para 1970 se habían dispersado de tal modo que se convirtieron en uno de los peores desastres ecológicos de los ecosistemas ribereños de Norteamérica, incluido el norte de México (De Loach *et al.* 2000, Chambers y Hawkins 2004, Hart *et al.* 2005). Las especies de pino salado implicadas son *T. ramosissima* y *T. parviflora*.

La primera de las especies citadas se encuentra a lo largo del río Bravo y en tramos importantes de sus ríos tributarios; su presencia modifica los cursos de agua, reduce la disponibilidad de

Figura 1. Zacate buffel (*C. ciliaris*) en el municipio de Torreón, Coahuila. Foto: Francisco Valdés Perezgasga 2016.

agua subterránea y superficial, lo que aumenta la salinidad de los suelos, y cambia la dinámica del fuego en caso de incendios, razones que empobrecen la vida silvestre y disminuyen el valor recreativo y productivo de la tierra (Hart *et al.* 2005).

Algo similar ocurrió con el carrizo gigante (*Arundo donax*) que se dispersó con gran facilidad en las riberas de los humedales más importantes de Coahuila, y que constituye, sin duda, una importante amenaza para gran cantidad de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

especies nativas, entre ellas las endémicas de Cuatro Ciénegas (March y Martínez 2007).

Entre la fauna exótica e invasora terrestre, el jabalí o marrano feral (*Sus scrofa*)[1] es la especie más reportada en todo el estado (Villarreal 2010). Es altamente competitiva y se ha adaptado rápidamente a los matorrales del noreste del país, por lo que se ha convertido en un grave problema para la conservación de la biodiversidad, al tiempo de generar pérdidas económicas por daños agropecuarios (March y Martínez 2007).

A partir de agosto de 2014 se ha registrado la presencia de coipo (*Myocastor coypus*)[1] en los arroyos La Hormiga y Las Vacas, en el municipio de Acuña, al norte de Coahuila. Dicha especie es parecida al castor y se alimenta de la vegetación herbácea de los bancos y riberas (Proa 2014). Su distribución se ha extendido rápidamente desde el centro y sur del país, y causa daño en las comunidades ribereñas de herbáceas como las gramíneas, ciperáceas y plantas acuáticas, componentes fundamentales de su dieta estrictamente herbívora (conabio *et al.* 2006).

En la vertiente oriental de la sierra de Jimulco, entre los municipios de Viesca y Torreón, se introdujo a un predio "cinegético" un hato de cabras Ibex (*Capra ibex*).[1] Se supone que fueron sacrificadas a través de cacería controlada, pero no hay certeza de ello. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio) la reporta como una especie que ya está en México y que requiere acciones de manejo, control y erradicación (March y Martínez 2007).

Otras especies invasoras, como el gecko (*Hemidactylus turcicus)* y el sapo (*Bufo marinus*, apéndice 4), son citados por Lemos (2008) como parte de la herpetofauna del río Bravo, y en el centro del estado, en el anp de Cuatro Ciénegas, se menciona a la rana toro (*Lithobates catesbeiana)*[1] (Mendoza *et al.* 2011 y McCoy 1984).

[1] Estas especies no se presentan en el apéndice 4.

Especies invasoras acuáticas

Las corrientes y cuerpos de agua de Coahuila se encuentran invadidos por una gran cantidad de peces cuya introducción ha afectado a las especies nativas y, en muchos casos, endémicas (conabio 2014).

Se reportan cinco especies ampliamente distribuidas, entre ellas la carpa dorada (*Carassius auratus)*, originaria de Asia y utilizada comúnmente como ornato, reportada en Chihuahua y Coahuila, con un impacto ligado a la disminución de especies nativas, y la carpa común (*Cyprinus carpio)*, especie también de origen asiático y considerada como plaga, que ha causado fuertes cambios en hábitats acuáticos, tales como: lago Salinillas, presa Don Martín o Venustiano Carranza, ríos Salado de los Nadadores, Candela, Sabinas y Monclova, arroyos Aura, Seco y Pájaros Azules, así como manantiales en los municipios de Sabinas, Monclova, Villa Juárez y Parras (conabio 2016).

Otras de estas especies introducidas son la tilapia azul (*Oreochromis aureus*) y la tilapia de Mozambique (*O. mossambicus)*,[1] ambas de origen africano, que compiten fuertemente con las especies nativas y las desplazan, y el pez joya (*Hemichromis guttatus*), un carnívoro voraz que incluye en su dieta a prácticamente todos los peces endémicos de Cuatro Ciénegas, en cuyas pozas está haciendo estragos (conabio 2014).

Especies invasoras aéreas

Las aves representan un riesgo especial de invasión, por ser altamente móviles. La entrada de aves exóticas puede darse por varias rutas, en las que las actividades humanas tienen un papel preponderante: intensificación del comercio y el turismo internacional, expansión de la frontera agrícola de irrigación, transformación de hábitats por efectos del cambio climático y tráfico

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de mascotas, son algunas de las formas que posibilitan la entrada y establecimiento de especies exóticas invasoras en general, pero también de aves, en particular (UICN 2000).

Un estudio reciente reporta la presencia de 12 especies de aves exóticas en el estado (Garza de León *et al.* 2007); las más importantes, por los daños que representan a la biodiversidad y actividades productivas, son: garza ganadera (*Bubulcus ibis*), paloma doméstica (*Columba livia*), paloma de collar (*Streptopelia decaocto*), estornino (*Sturnus vulgaris*) y gorrión casero (*Passer domesticus*).

Sin embargo, es prudente resaltar que este estudio también menciona al loro frente roja, al de corona lila y al de cabeza amarilla, que son especies en peligro; al perico verde, que está amenazado; y al perico de frente naranja, que se encuentra sujeto a protección especial (SEMARNAT 2010). Además el perico verde, el loro frente roja y el de corona lila son especies endémicas de México.

Por lo anterior, se recomienda considerar estas cinco especies dentro de las prioridades de conservación, pues aunque originalmente no se distribuían en los hábitat del estado, resulta imposible negar su importancia para la biodiversidad nacional, y la oportunidad que representa, para su conservación, el establecimiento de sus poblaciones en Coahuila, aunque para ello deberán analizarse a detalle las implicaciones de su interacción con los ecosistemas nativos.

Son de especial preocupación las evidencias recientes de la presencia de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*,[2] figuras 2 y 3), debido a que es una especie exótica invasora sumamente exitosa, que causa grandes perjuicios donde se establece (Tillman *et al.* 2000, Tillman *et al.* 2004, Conroy y Senar 2009). En Torreón se ha documentado una colonia de 12 individuos en el campus de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y en el Instituto Tecnológico de La Laguna (ITL) (Valdés-Perezgasga 2015), mientras que en Saltillo se ha registrado esta especie en la Alameda Zaragoza (López de Aquino 2013).

Figura 2. Par de cotorras argentinas (*M. monachus*) en el campus de la UAAAN, Unidad Laguna. Foto: Francisco Valdés Perezgasga.

De acuerdo con la plataforma Naturalista (*http://naturalista.mx*), también hay registros fiables de esta especie en Allende y Sabinas. Asimismo se reportan colonias de esta cotorra en las ciudades de México y Oaxaca, y se han registrado uno o dos individuos en otros cinco sitios (Puebla, Celaya, río Loreto en Baja California Sur, Tuxtla Gutiérrez y Morelia). La distancia entre estas localidades genera sospechas sobre el comercio de mascotas como origen de la invasión (MacGregor-Fors *et al.* 2011).

La cotorra argentina es considerada una plaga agrícola, pues provoca daños en cosechas y huertos. Además compite exitosamente contra otras aves granívoras y frugívoras, e incluso se ha reportado que exhibe un comportamiento agresivo y ha matado a gorriones caseros (*P. domesticus*), lo que subraya la complejidad de la dinámica de las invasiones, pues se trata de una especie exótica invasora que ataca a otra de la misma condición (Freeland 1973).

También se reportan ataques de la cotorra argentina contra otras especies (Davis 1974), y en todos los sitios donde se reproduce se han

[2] Esta especie no se presenta en el apéndice 4.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

reportado cortocircuitos causados por sus nidos, que consisten en estructuras abultadas de ramas (figura 3), que a menudo construyen en subestaciones o en la cercanía de transformadores y líneas de transmisión.

Conclusión

Es necesario desarrollar una estrategia estatal de prevención, erradicación, control y manejo de las especies introducidas invasoras y, para ello, las siguientes recomendaciones pueden formar parte de la misma:

1. Con base en el conocimiento de las características que permiten a las especies convertirse en invasoras exitosas, así como de aquellos ecosistemas que son vulnerables a las mismas, se considera necesario llevar a cabo estudios más detallados de los efectos que tienen en la flora y fauna nativa, así como en las áreas potenciales de distribución. Al recopilar toda la información necesaria, podrá evaluarse el riesgo que implican tales especies a la biodiversidad, ecosistemas y servicios ambientales.
2. A través de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza (sema), convocar a reuniones de expertos académicos, gubernamentales, de organizaciones no gubernamentales y comerciales, con el fin de identificar las acciones necesarias para resolver la problemática que ocasionan las especies invasoras, en aspectos relativos a la prevención, detección temprana, ecología, erradicación, manejo y control, difusión y educación, regulación, normatividad, política y legislación e investigación.

Figura 3. Cotorra argentina (*M. monachus*) mientras construye su nido en un eucalipto dentro del campus de la uaaan, Unidad Laguna. Foto: Francisco Valdés Perezgasga.

3. Crear un sistema de información sobre especies invasoras terrestres y acuáticas en Coahuila, para compilar toda la información generada en la entidad y que sea de utilidad para la toma de decisiones.
4. Mejorar los procedimientos de inspección de cargamentos o lotes de flora y fauna, para prevenir la entrada y dispersión de especies exóticas, domésticas e invasoras en Coahuila. En este sentido se debe revisar y aplicar el marco jurídico nacional y estatal que prevalece actualmente en la materia.
5. Diseñar protocolos para la erradicación y control de especies de alta peligrosidad, por su potencial como invasoras y su elevada probabilidad de éxito, tales como: *T. ramossisima*, *A. donax, S. scrofa, M. coypus y H. guttatus.*
6. Estudiar de cerca, entre otras especies, la presencia de *M. monachus*, por su

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

condición exótica e invasora reciente –cuyos daños han sido documentados en otras latitudes–, con el fin de tomar decisiones oportunas sobre las medidas para su manejo y control.

Referencias

Canales, E., J. Carrera, A.H. González *et al.* 1997. *Signos para la memoria. Coahuila: herencia de la naturaleza*. Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, Coahuila.

Chambers, N. y T.O. Hawkins. 2004. Plantas invasoras del desierto sonorense: una guía de campo. Sonoran Institute, Environmental Education Exchange y National Fish and Wildlife Foundation. En: <*https://sonoraninstitute.org/files/pdf/invasive-species-plant-guide-spanish-12012001.pdf*>, última consulta: diciembre de 2014.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2014. Monitoreo del pez joya (*Hemichromis guttatus*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. En: <*www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/cuatrocienegas/fichitas/about.swf*>, última consulta: diciembre de 2014.

——. 2016. Río Salado de los Nadadores. En: <*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_050.html*>, última consulta: abril de 2016.

CONABIO, GECI, AridAmérica y TNC. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C., AridAmérica A.C., y The Nature Conservancy. 2006. *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: prioridades en México*. CONABIO/GECI/AridAmérica/TNC, México.

Conroy, M.J. y J.C. Senar. 2009. Integration of demographic analyses and decision modeling in support of management of invasive monk parakeets, an urban and agricultural pest. En: *Modeling demographic processes in marked populations*. D.L. Thompson, E.C. Cooch y M.J. Conroy (eds.). Springer, Nueva York, pp. 491-510.

Davis, L.R. 1974. The monk parakeet: a potential threat to agriculture. En: *Proceedings of the 6th Vertebrate Pest Conference*. W.V. Johnson y R.E. Marsh (eds.). University of California, Davis, pp. 253-256.

DeLoach, C.J., R.I. Carruthers, J.E. Lovich *et al.* 2000. Ecological interactions in the biological control of saltcedar (*Tamarix* spp.) in the United States: towards a new understanding. En: *Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds.* N.R. Spencer (ed.). Montana State University, Bozeman, pp. 819-873.

Freeland, D.B. 1973. Some food preferences and aggressive behavior by monk parakeets. *Wilson Bulletin* 85:332-334.

Garza de León, A., I. Morán, F. Valdés y R. Tinajero. 2007. Coahuila. En: *Avifaunas estatales de México.* R. Ortiz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva *et al.* (eds.). Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX), Hidalgo, pp. 98-136.

Hart, C.H., L.D. White, A. McDonald y Z. Sheng. 2005. Salt cedar control and water salvage on the Pecos River, Texas, 1999-2003. *Journal Environmental Management* 75:399-409.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2000. *IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species*. UICN, Gland.

Lemos Espinal, J.A. 2008. *Anfibios y reptiles del estado de Coahuila*. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DE006. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

López de Aquino, S. 2013. Investigador del Museo de las Aves de México. Comunicación personal.

March, M.I. y M. Martínez (eds.). 2007. *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México.* Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)/CONABIO/GECI/AridAmérica/TNC. En: <*http://www.invasive.org/gist/products/library/mex-especies-invadoras.pdf*>, última consulta: diciembre de 2014.

MacGregor-Fors, I., R. Calderón-Parra, A. Meléndez-Herrada *et al.* 2011. Pretty, but dangerous! Records of non-native monk parakeets (*Myiopsitta monachus*) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1053-1056.

McCoy, C.J. 1984. Ecological and zoogeographic relationships of amphibians and reptiles of the Cuatro Cienegas basin. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 19:49-59.

Mendoza, R., N. Arreaga, J. Hernández *et al.* 2011. *Especies acuáticas invasoras en la región ecológica Río Bravo/Laguna Madre*. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA), Montreal.

Proa, A. 2014. Detecta la SEMA especies invasoras. *Zócalo Saltillo*. Edición del 22 de agosto de 2014.

SEMA Y TNC. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza y The Nature Conservancy. 2013. *Memoria del Segundo Taller para la Identificación de Acciones Estratégicas para la Conservación de la Biodiversidad de Coahuila ante el Cambio Climático*. SEMA/TNC, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el DOF. Texto vigente.

Tillman, E.A., A. Van Doorn y M.L. Avery. 2000. Bird damage to tropical fruit in south Florida. En: The *Ninth Wildlife*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Damage Management Conference Proceedings. M.C. Brittingham. J. Kays y R. McPeake (eds.). State College, PA, pp. 47-59.

Tillman, E.A., J.R. Lindsay, J.R. Newman y M.L. Avery. 2004. Evaluation of trapping to reduce monk parakeet populations at electric utility facilities. En: *Proceedings of the 21st. Vertebrate Pest Conference*. R.M. Timm y W.P. Gorenzel (eds.). University of California, Davis, pp. 126-129.

Valdés-Perezgasga, F. 2015. Investigador del ITL. Observación personal.

Villarreal, G.J. 2010. Presencia, distribución y problemática del marrano alzado *Sus scrofa* en los ecosistemas de Matorral Tamaulipeco del norte y centro de Nuevo León. En: *Memorias del xxvii Simposio sobre Fauna Silvestre*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM, México.

Villaseñor Ríos, J.L. y F.J. Espinosa García. 1998. *Catálogo de malezas de México*. UNAM/Fondo de Cultura Económica (FCE), México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Gramíneas invasoras

Jesús Valdés Reyna y Juan Antonio Encina Domínguez

Introducción

Los seres humanos, consciente o inconscientemente, han transportado distintos organismos desde pequeñas distancias o a través de mares y continentes, lo cual ha impactado en la historia biológica del planeta.

De acuerdo con Richardson y colaboradores (2000), las especies introducidas o exóticas son las que han sido transportadas por humanos de una región a otra, en donde no existían originalmente, y se clasifican en invasoras, naturalizadas y casuales.

Por fortuna una cantidad importante de las plantas y animales introducidos ha sido útil en muchos sitios, y ha permitido el sustento, supervivencia y desarrollo de múltiples culturas. Sin embargo, otro número significativo de especies introducidas resulta dañino para el ecosistema en el que se establece, debido a que éstas eliminan o desplazan a las especies de flora y fauna nativas.

En el caso de las plantas, varias especies introducidas que en un principio se consideraban inocuas, terminan por representar un problema, al convertirse en invasoras o en plagas. Se calcula que entre 1% y 5% de las especies de plantas introducidas en los ecosistemas del mundo, han causado severos daños a los sistemas manejados por el ser humano (Villaseñor y Magaña 2006).

Se han realizado pocos estudios para identificar las especies de plantas introducidas en México y conocer su impacto en los ecosistemas (Rzedowski y Calderón de Rzedowski 1990, Rzedowski 1993). La información disponible es de naturaleza agronómica, y la relacionada con el control y manejo de malezas. Villaseñor y Espinoza (2004) presentan una lista que registra 618 especies pertenecientes a 355 géneros y 87 familias de plantas con flores.

Diversidad de gramíneas introducidas

La familia de las gramíneas o zacates (Poaceae) representa 27.7% del total de especies introducidas en México, con 74 géneros y 171 especies (Villaseñor y Magaña 2006), por lo que se considera la familia con mayor número de especies introducidas en el país. Para el noreste de México las gramíneas están representadas por más de 549 especies, y 100 de ellas son invasoras (Valdés-Reyna *et al.*, en prensa); esta región es reconocida como un centro de origen y diversifi-

Valdés-Reyna, J. y J. Encina-Domínguez 2017. Gramíneas invasoras. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 507-510.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

cación de varias especies de las zonas áridas y semiáridas del país (Peterson y Valdés-Reyna 2005).

Para Coahuila se presentan 43 especies invasoras de gramíneas (apéndice 5), lo que representa 13.5% con respecto a las 319 especies reportadas para el estado (Valdés-Reyna *et al.* 2015). Los géneros con más especies son *Cenchrus*, con dos especies, y *Eragrostis*, con cuatro (apéndice 5). El centro de origen de estas especies es principalmente el Viejo Mundo.

La mayoría de las especies provienen de Europa, Asia y África (*Melinis repens*, figura 1), son pocas las originarias de Sudamérica (apéndice 5), y sólo una proviene de Centroamérica (*Heteropogon contortus*). Estos zacates se han introducido en el estado con fines de incrementar la cantidad de forraje para el ganado doméstico o ser utilizados en prácticas de conservación del suelo, a través de revegetación para control de la erosión.

Sin embargo, algunos de los zacates citados han invadido áreas de vegetación natural, como pastizales, matorrales y bosques. El ejemplo más evidente es el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) en los municipios del noreste del estado.

Las especies con distribución cosmopolita y que abundan en Coahuila son: zacate de aguas (*Aristida adscensionis*), cebadilla o zacate salvación (*Bromus catharticus*), zacate pata de gallo o bermuda (*Cynodon dactylon*), zacate pinto o de agua (*Echinochloa colona*), zacate pata de gallo (*Eleusine indica*) y pasto azul anual (*Poa annua,* figura 2); están presentes en sitios alterados y jardines, y dependen, en gran parte, de condiciones húmedas para su permanencia.

El carrizo (*Arundo donax,* figura 3) es una especie invasora muy agresiva en hábitats acuáticos del valle de Cuatro Ciénegas, por lo que ha desplazado a varias especies nativas, como es el caso de la ninfa (*Nymphaea ampla*; Contreras 2007). Por su parte, el zacate buffel ha invadido los matorrales de la subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León, ubicada en los municipios del noreste coahuilense.

Figura 1. Zacate rosado (*Melinis repens*). Foto: Sergio G. Gómez y Jesús Valdés Reyna/Banco de Imágenes CONABIO.

Figura 2. Pasto azul anual (*Poa annua*). Foto: Sergio G. Gómez y Jesús Valdés Reyna/Banco de Imágenes CONABIO.

Figura 3. Carrizo (*Arundo donax*). Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo/Banco de Imágenes CONABIO.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Algunas especies son poco abundantes en el estado, debido a su reciente introducción; en tal caso se encuentran el bromo dormilón (*Bromus tectorum*) y el zacate plumoso (*Cenchrus villosus*), reportadas para el municipio de Saltillo. Por su parte, el zacate Johnson (*Sorghum halepense*) es frecuente en el suroeste y noreste de la entidad, donde invade áreas agrícolas y canales de riego, lo que ocasiona daños económicos; además es huésped de patógenos y desarrolla compuestos ligeramente tóxicos en ciertas etapas de su crecimiento, razón por la cual puede causar envenenamiento en animales de pastoreo (Gould 1975).

Las gramíneas invasoras en Coahuila son malezas de tipo ruderal o arvense, es decir, plantas de ciclo de vida corto, con altas tasas de crecimiento y producción de semillas, y están presentes en áreas fragmentadas, zonas de cultivo, orillas de caminos y pastizales degradados. Algunas especies, como el zacate barba negra (*H. contortus*, figura 4), están asociadas con el matorral desértico rosetófilo. La mayoría de las gramíneas son favorecidas por la humedad, por lo que se desplazan a través de la vegetación de ríos y cuerpos de agua, así como a orillas de las carreteras y vías de comunicación en general.

Especies como el zacate cola de zorra (*Cenchrus setaceus*) y zacate de las pampas (*Cortaderia selloana*) son cultivadas para adornar jardines y camellones de las ciudades. Otras gramíneas como el zacate ballico italiano o *rye grass* (*Lolium perenne*), pasto azul anual (*P. annua*), zacate azul de Kentucky (*P. pratensis*) y zacate San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) son utilizadas para formar césped en jardinería. Aunque estas especies se usan para ornato, en ocasiones escapan del cultivo y se dispersan en otros sitios, donde es posible que colonicen diversas áreas y pongan en peligro algunas especies nativas de la región.

Figura 4. Zacate barba negra (*Heteropogon contortus*). Foto: Sergio G. Gómez y Jesús Valdés Reyna/Banco de Imágenes conabio.

Métodos de control

El control más efectivo de las especies invasoras consiste en eliminar de forma completa el sistema radicular de la planta, y esto puede hacerse manualmente –a través de repetir la acción hasta lograr la eliminación total– o con herbicidas sistémicos, los cuales suelen ser eficaces si se aplican durante el crecimiento activo de la planta. En el caso de las especies que poseen rizomas, los herbicidas no deben utilizarse en etapas previas al rebrote, a riesgo de no lograr su control.

En ocasiones se realizan quemas controladas o pastoreo intensivo, así como el arado y labrado de tierra, para controlar las especies invasoras (Contreras 2007 y Valdés-Reyna *et al*. 2010). En este sentido lo más recomendable es conocer la biología de la especie, para aplicar el mejor método.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

En los ecosistemas naturales y áreas de cultivos, las especies invasoras compiten contra las nativas por la humedad y los nutrientes y, en ocasiones, logran reemplazarlas. Se prevé que especies como el zacate buffel y carrizo aumentarán su expansión a mediano plazo.

Uno de los principales factores que ha favorecido la distribución e impacto de las especies invasoras es la falta de educación acerca de los problemas que causan. La desinformación de los usuarios es frecuente, no obstante que los expertos conocen y han demostrado el daño que dichas especies pueden ocasionar en los ecosistemas naturales. Por ello deben establecerse programas de educación con el apoyo y participación de diferentes sectores, de manera que se promueva conjuntamente la puesta en marcha de acciones para el control y erradicación correspondiente.

Las especies invasoras pueden ser una amenaza ecológica y económica muy seria, especialmente si se dispersan sin establecer acciones de carácter preventivo. Además del reconocimiento y prevención de dispersión de invasoras potenciales con el apoyo de reglamentos y normas, es necesario identificar la importancia del público, el cual puede ser un factor decisivo en la prevención de los desastres causados por estas especies (Poulin *et al*. 2005).

Referencias

Contreras, A.A. 2007. Investigación sobre la distribución de la planta invasora carrizo gigante (*Arundo donax*) en la cuenca del río Bravo. Informe final. Pronatura Noreste, A.C., México.

Gould, F.W. 1975. *The grasses of Texas*. Texas A&M University Press. College Station, Texas.

Peterson, P.M. y J. Valdés-Reyna. 2005. *Eragrostis* (Poaceae: Chloridoideae: Eragristideae: Eragrostidinae) from northeastern, Mexico. *Sida* 21(3):1363-1418.

Poulin, J., A. Sakai, S. Weller y W.L. Wagner. 2005. Invasive species. En: *Plant conservation: a natural history approach*. G.A. Krupnick y W.J. Kress (ed.). The University of Chicago Press, Chicago, pp.176-184.

Richardson, D.M., P. Pysek, M. Rejmánek *et al*. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distribution* 6:93-107.

Rzedowski, J. 1993. El papel de la familia Compositae en la flora sinantrópica de México. *Fragmenta Florística et Geobotánica Supplementum* 1:123-138.

Rzedowski, J. y R.G. Calderón de Rzedowski. 1990. Nota sobre el elemento africano en la flora adventicia de México. *Acta Botánica Mexicana* 12:21-24.

Valdés-Reyna J., J.A. Encina-Domínguez, J.A. Villarreal-Quintanilla *et al*. 2010. *Guía de campo de las plantas invasoras de la sierra de Zapalinamé*. UAAAN, Coahuila.

Valdés-Reyna, J., J.L. Villaseñor, J.A. Encina-Domínguez y E. Ortiz. 2015. The grass family (Poaceae) in Coahuila, Mexico: diversity and distribution. *Botanical Sciences* 93(1):1-11.

Valdés-Reyna, J., J. Encina D. y A. Mora O. (en prensa). Gramíneas invasoras del noreste de México.

Villaseñor, J.L. y F.J. Espinoza G. 2004. The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distribution* 10:113-123.

Villaseñor, J.L. y P. Magaña. 2006. Plantas introducidas en México. *Ciencias* 82:38-40.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Extracción de hidrocarburos

Porfirio Javier Valdés Villareal Miranda

Dentro de Coahuila, las regiones Norte (municipios de Allende, Guerrero, Hidalgo, Acuña, Jiménez, Morelos, Nava, Piedras Negras, Villa Unión y Zaragoza) y Carbonífera (municipios de Juárez, Múzquiz, Progreso, Sabinas y San Juan de Sabinas) poseen una gran riqueza de acuíferos e importantes yacimientos de hidrocarburos no asociados, también conocidos como aceite y gas shale, que se encuentran atrapados en formaciones de piedra lutita muy poco permeable. Estos hidrocarburos se extraen mediante una compleja técnica conocida como "fractación hidráulica" o "*fracking*".

El proceso de fractación hidráulica

El *fracking* consiste en perforar direccionalmente de forma horizontal, en línea con el yacimiento, para tener una mayor área de contacto y fracturar la formación rocosa con explosiones para liberar los hidrocarburos. Después se inyecta una mezcla de agua a 8 mil libras de presión (10 a 30 millones de litros), arena –para que la roca no se vuelva a cerrar– y componentes químicos (2% de la mezcla, 200 mil a 600 mil litros) que sirven para reducir la fricción, matar bacterias, mejorar la viscosidad y el peso y facilitar el *flow back* o regreso de parte de la mezcla inyectada (6 a 18 millones de litros, 60% del total) a la superficie.

La mezcla antes señalada está enriquecida con lodos que contienen metales pesados, como el mercurio y arsénico, y material radiactivo como el radón (isótopo del uranio), que se encuentran usualmente en el subsuelo (Andrews *et al.* 2009).

Una vez que se extraen los hidrocarburos, se recupera lo más posible del fluido de retorno, y la mezcla se deposita provisionalmente en una laguna de tierra apisonada recubierta por hule, para evitar que se filtre al suelo; posteriormente se procede a su disposición final, y son separados los elementos peligrosos o se depositan en un pozo bajo tierra.

Para 2015 existían en Coahuila siete campos de yacimientos, explorados con 47 pozos de fractación hidráulica (CartoCrítica 2015), en los municipios de Hidalgo, Progreso, Guerrero y Nava, de los cuales sólo el pozo Nómada 1, en Nava, resultó improductivo (CNH 2015, cuadro 1).

Valdés Villarreal Miranda, P.J. 2017. Extracción de hidrocarburos. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 511-515.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Pozos perforados mediante fractación hidráulica en Coahuila, exploratorios (terminados) de aceite y gas en lutitas.

Pozo	Municipio	Profundidad total (m)	Fecha de terminación	Intervalo productor (m)	Resultado
Emergente 1	Hidalgo	4 071	17-feb-11	3 618 - 3 670	Productor comercial de gas seco
Percutor 1	Progreso	3 436	30-mar-12	3 330 - 3 390	Productor comercial de gas seco
Habano 1	Hidalgo	3 770	15-abr-12	3 703 - 3 643	Productor comercial de gas y condensado
Montañés 1	Guerrero	3 200	30-abr-12	3 155 - 3 080	Productor no comercial de gas y condensado
Nómada 1	Nava	2 850	30-jun-12	2 806 - 2 737	Improductivo seco
Chucla 1	Hidalgo	3 705	30-mar-13	3 560 - 3 645	Productor comercial de gas y condensado
Gamma 1	Guerrero	3 793	22-dic-13	3 690 - 3 740	Productor no comercial de gas y condensado

Fuente: CNH 2015.

Los riesgos de la fractación hidráulica

Con base en los químicos que se emplean, así como en el riesgo de infiltración al subsuelo de las lagunas de aguas residuales, esta actividad extractiva puede tener impactos considerables sobre los acuíferos de cualquier región. Una investigación a pedido de la Cámara de Representantes de Estados Unidos indicó que, de los 260 compuestos químicos agregados a la mezcla (Waxman *et al.* 2011), seis están en la lista prioritaria de sustancias que requieren atención inmediata por su peligrosidad.

Uno de estos compuestos es bio acumulativamente tóxico, dos son de prioridad en su cuidado, ocho son cancerígenos, siete mutagénicos, cinco tienen efectos sobre la reproducción, 38 son agudamente tóxicos y 17 son tóxicos para organismos acuáticos, entre los cuales se encuentran: benceno, tolueno, etilbenzeno, xileno, metanol, naftalina, monoetilenglicol, glutaraldehído, acrilamida, 2-etilhexanol y bromuro (Colborn *et al.* 2011).

Con lo antes señalado puede afirmarse que la geología de la región Norte de Coahuila se encontraría expuesta a un evento de contaminación. Según Castillo (2000), el acuífero calizo profundo Serranía del Burro (constituido por las formaciones geológicas West Nueces, Mc Knight y Salmon Peak), que data del Cretácico inferior albiano y tiene una zona de recarga de aproximadamente 2 946 km^2, se comunica y recarga al acuífero superficial Allende-Piedras Negras (de origen Terciario) a través de fallas y fracturas presentes en las formaciones semipermeables Buda, Eagle Ford, Austin, Upson, San Miguel, Olmos y Escondido, y en la formación impermeable Del Río.

Lo anterior da lugar a que existan 50 manantiales que pueden estar en peligro de contaminarse –seis en Nava-Allende, seis en Villa Unión y 38 cerca del río Bravo, con un aforo prome-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

dio total de 11 160 l/s y 5 828 km de canales de riego–, en caso de realizar *fracking* en sitios cercanos a éstos, ya que están plenamente documentados los casos de accidentes que ocasionan contaminación de los cuerpos de agua (Ingraffea 2013, Ridlington y Rumpler 2013).

El Eagle Ford Shale es uno de los yacimientos presentes en la región; se ubica en la parte este de Texas, desde los condados de González y De Witt hasta los de Webb (con yacimientos de gas, y que colinda con Nuevo León y Tamaulipas) y Maverick (con reservas de aceite, y que hace frontera con Coahuila). Por la parte mexicana no se encuentra delimitado aún, y en profundidad se localiza muy cerca del acuífero calizo profundo, sólo separado por las capas geológicas Del Río y Buda.

En este contexto, tanto el acuífero Serranía del Burro como el Allende-Piedras Negras se verían afectados, en caso de que existieran infiltraciones al subsuelo de las lagunas de aguas residuales que contienen los fluidos de retorno. Además podrían resultar afectados los manantiales, lo cual sería grave porque éstos favorecen la existencia de microclimas que, inmersos en un entorno semidesértico, sustentan una gran variedad de fauna y flora que contribuye de forma importante a la biodiversidad del estado y del país.

Conclusión

Por la importancia de la extracción de hidrocarburos en la seguridad energética del país y la derrama económica que implica, así como por los posibles riesgos a la biodiversidad y la cantidad e importancia del agua que involucra, es necesario que las actividades de fractación hidráulica se lleven a cabo con orden y profesionalismo.

Asimismo, por ser una región fronteriza con un número poblacional importante, se deben de extremar las medidas de precaución y operar bajo el esquema de cero errores, de manera que estos procesos extractivos resulten exitosos para todos los actores involucrados y redunden en el desarrollo energético, social y económico del país y de la región.

Además es importante señalar que los impactos de esta actividad sobre el medio ambiente aún no han sido suficientemente estudiados, y no se han llevado a cabo análisis formales sobre los costos y beneficios de la explotación de hidrocarburos mediante fractación hidráulica en la entidad.

En el mismo sentido hay que considerar que el uso de hidrocarburos no es sustentable; se estima que los costos por el calentamiento global pronto serán de 5% del producto interno bruto (PIB) y que se podría revertir esta tendencia con la inversión de sólo 2% del PIB para desarrollar e impulsar opciones de energía renovables (Weizsacker *et al.* 2009).

Con el fin de que lo anterior tenga éxito, y con base en las experiencias en Estados Unidos sobre la incidencia de contaminación causada por el *fracking*, es necesario establecer un marco legal que tenga en cuenta crear un reglamento, así como dotar de obligaciones a las empresas y autoridades correspondientes, entre otros temas.

Para la creación del reglamento, por tratarse de vidas humanas y por la importancia de cuidar el ambiente, debe considerarse la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, que en su artículo 40, Fracción I, dispone acerca de: "Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales" (Congreso de la Unión 1992).

Se debe considerar el escenario en el cual el objetivo es lograr cero fallas, por lo que se recomienda prohibir la fractación hidráulica en los siguientes casos:

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

- Dentro de los límites de las ciudades y a 5 km a la redonda.
- A una distancia de 3 km de cuerpos de agua como lagos, presas, lagunas y ríos.
- Donde se presente el artesianismo (manantial o pozo que comunica con un acuífero); o sea pozo surgente, donde el nivel del acuífero es más alto que el sitio del pozo, de manera que se encuentra presurizado y, al perforar, el agua surge a presión.
- Donde existan fallas geológicas.
- A una distancia vertical de menos de 2 km de los acuíferos.

También se debe prohibir utilizar, en los compuestos químicos de fractación, sustancias catalogadas como sumamente peligrosas: benceno, tolueno, etilbenzeno, xileno, metanol, naftalina, monoetilenglicol, glutaraldehído, acrilamida, 2-etilhexanol y bromuro.

En el caso de las empresas es obligatorio presentar una manifestación de impacto ambiental y un estudio de riesgo, para obtener autorización y poder iniciar operaciones. Asimismo debería ser obligatorio elaborar una línea base ambiental que incluya la radiactividad, generar una línea base de emisiones y otra de biodiversidad, así como realizar un informe inicial de peligro sísmico.

En lo referente al agua deberá elaborarse un plan de uso y disponibilidad del líquido y otro para su manejo, e identificar áreas susceptibles a inundaciones. Asimismo deberá ser obligatorio informar la composición de los químicos de fractación, así como el manejo de los residuos, para lo cual será necesario tener un plan con identificación de los lugares autorizados para la disposición final, y realizar un informe sobre el o los sitios exactos, con información de profundidad, en su caso, del destino final del *flowback*, su composición química y volumen total.

Deberá existir, también, un plan de transporte de suministros y otro de tráfico de sustancias peligrosas, que evite el paso de éstas por los centros de población. Con el fin de garantizar la seguridad de los pobladores, deberán utilizarse trazadores químicos para identificar más fácilmente filtraciones y fugas. En caso de accidentes se deberá contar con un plan de contingencia que detalle los pasos a seguir, así como con un informe oportuno y detallado de las sustancias y materiales vertidos en la superficie.

Las autoridades correspondientes deberán monitorear la calidad del agua, tierra, aire, emisiones y radiactividad durante los trabajos. Asimismo deberán: elaborar la norma oficial de construcción de pozos –que incluya pruebas de integridad, presión, cementación y unión del cemento–, medir la integridad mecánica de los mismos, vigilar su abandono, evaluar el riesgo sísmico, establecer un sistema de seguros y garantías para afectados y contar con personal que dé seguimiento permanente a la disposición final del *flowback*.

De igual forma las autoridades también deberán integrar grupos de trabajo capacitados y autorizados para elaborar informes públicos de accidentes e incidentes, y mantener la comunicación abierta con las comunidades.

Referencias

Andrews, A., P. Folger, M. Humphries *et al.* 2009. *Unconventional gas shales: development, technology and policy issues*. Congressional Research Service Report for Congress, EUA.

Castillo, A.J. 2000. *Características geohidrológicas y estado actual de la explotación del acuífero Sabinas-Reynosa en la región Norte del estado de Coahuila*. Tesis de maestría en ciencias con especialidad en hidrología subterránea. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Nuevo León.

CartoCrítica. 2015. Fracking en México. En: <*http://www.cartocritica.org.mx/2015/fracking-en-mexico/*>, última consulta: noviembre de 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Colborn, T., C. Kwiatkowski, K. Schultz y M. Bachran. 2011. Natural gas operations from a public health perspective. *International Journal of Human and Ecological Risk Assessment* 17:1039-1056.

Congreso de la Unión. 1992. Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Publicada el 1 de julio de 1992. Última reforma publicada el 18 de diciembre de 2015.

cnh. Comisión Nacional de Hidrocarburos. 2015. Seguimiento a la exploración y extracción de aceite y gas en lutitas. En: <*http://www.cnh.gob.mx/_docs/Aceite_gas_lutitas/seguimiento_a_la_exploracion_y_extraccion_de_aceite_y_gas_en_lutitas.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

Ingraffea, A. 2013. *Fluid migration mechanisms due to faulty well design and/or construction: an overview and recent experiences in the Pennsylvania Marcellus play*. Physicians, Scientists and Engineers for Healthy Energy, eua.

Ridlington, E. y J. Rumpler. 2013. *Fracking by the numbers: key impacts of dirty drilling at the state and national level.* Environment America Research & Policy Center, Massachusetts.

Waxman, H.A., E.J. Markey y D. DeGette. 2011. *Chemicals used in hydraulic fracturing*. United States House of Representatives Committee on Energy and Commerce Minority Staff, Washington.

Weizsacker, E., C. Hargroves, M.H. Smith *et al.* 2009. *Factor five, transforming the global economy through 80% improvements in resource productivity: a report to the Club of Rome*. Routledge, Inglaterra.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Minería

Francisco Valdés Perezgasga

La minería es una de las actividades económicas de mayor importancia en Coahuila, y en 2010 participaba con casi 6% de la producción minera nacional. Asimismo la producción minero-metalúrgica estatal destaca en el país (INEGI 2015), por la extracción y beneficio de coque (de carbón; 3.2% del volumen nacional), fierro (22.1%) y fluorita (3.8%).

Aunque en octubre de 2014, 25.78% de la superficie del estado comprendía concesiones mineras (SGM 2014), existen grandes áreas que aún no han sido exploradas, pero que tienen un gran potencial de contener yacimientos metálicos y no metálicos (cuadro 1), por lo que se prevé que esta actividad pueda adquirir más relevancia en el futuro (figura 1).

La entidad también destaca en cuanto a biodiversidad se refiere, y aloja diferentes tipos de áreas que fomentan su conservación (figura 2).

Para evidenciar el posible conflicto entre minería y biodiversidad, se trazó un mapa que resulta de la superposición de las regiones mineras y las áreas de conservación en el estado (figura 2). Más de 3 millones 400 mil hectáreas, que corresponden a más de una tercera parte de la superficie de las áreas prioritarias para la conservación, están dentro de alguna región minera (cuadro 2).

La minería puede afectar a la biodiversidad de manera directa e indirecta. Las afectaciones directas empiezan desde las actividades de exploración, que implican: desmonte para la construcción de caminos, excavación de enormes tajos –en el caso de minas a cielo abierto– y construcción de presas de jales para contener los residuos derivados de la extracción del mineral.

Cuando se operan las minas, los impactos incluyen: acaparamiento del agua –que resulta especialmente grave en sitios donde el recurso no abunda–, vertido directo de desechos a acuíferos, ya sea por accidente o por diseño, y emisión de polvos y humos producidos por la explotación, transporte, beneficio y fundición de los minerales extraídos (Dudka y Adriano 1997).

Las afectaciones indirectas pueden provenir de cambios ambientales y sociales inducidos por la actividad minera, y son más difíciles de identificar. Un ejemplo sería la cacería furtiva, que en ocasiones se da en el entorno de las explotaciones de minas, o la llegada de grupos del crimen organizado a núcleos de población súbitamente prósperos por la minería (ELAW 2010).

Valdés-Perezgasga, F. 2017. Minería. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 517-522.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

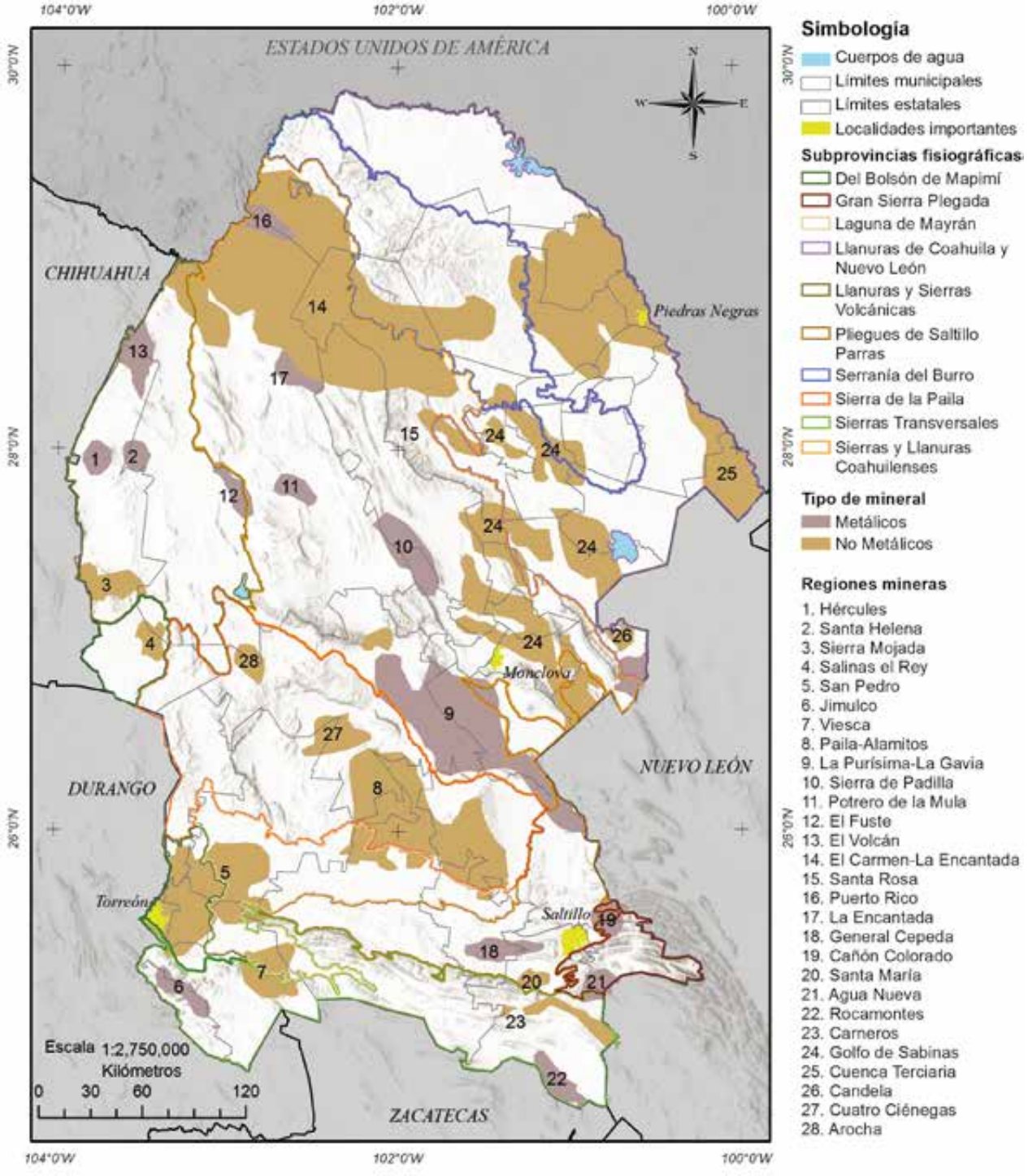


Figura 1. Regiones mineras del estado. Fuente: elaboración propia con datos de SGM 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Minerales metálicos y no metálicos de cada región minera del estado.

Región minera	Metálicos	No metálicos
Hércules	Hierro (Fe)	
Santa Elena	Plomo (Pb), zinc (Zn), plata (Ag)	
Sierra Mojada	Zn, Pb	
Salinas el Rey		Cloruro de sodio (NaCl), magnesio (Mg)
San Pedro		Yeso ($CaSO_4$), celestita ($SrSO_4$)
Jimulco	Zn, Pb	
Viesca		NaCl, sulfato de sodio (Na_2SO_4)
Paila-Alamitos		$SrSO_4$, fluorita (CaF_2)
La Purísima-La Gavia	Pb, Zn	
Sierra de Padilla	Pb, Zn	
Potrero de la Mula	Pb, Zn	
El Fuste	Pb, Zn	
El Volcán	Manganeso (Mn), Pb, Zn,	CaF_2
El Carmen-La Encantada		CaF_2, barita ($BaSO_4$)
Santa Rosa		$BaSO_4$
Puerto Rico	Pb, Zn	
La Encantada	Pb, Zn, Ag	
General Cepeda	Titanio (Ti), Fe, zirconio (Zr)	
Cañón Colorado	Zn, Pb	
Santa María		$BaSO_4$
Agua Nueva	Zn, Pb	
Rocamontes	Oro (Au), cobre (Cu)	
Carneros		Fosforita ($Ca_3(PO_4)_2$)
Golfo de Sabinas		Carbón
Cuenca Terciaria		Carbón, sílice (SiO_2)
Candela	Cu, molibdeno (Mo)	
Cuatro Ciénegas		$CaSO_4$
Arocha		$SrSO_4$

Fuente: sgm 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

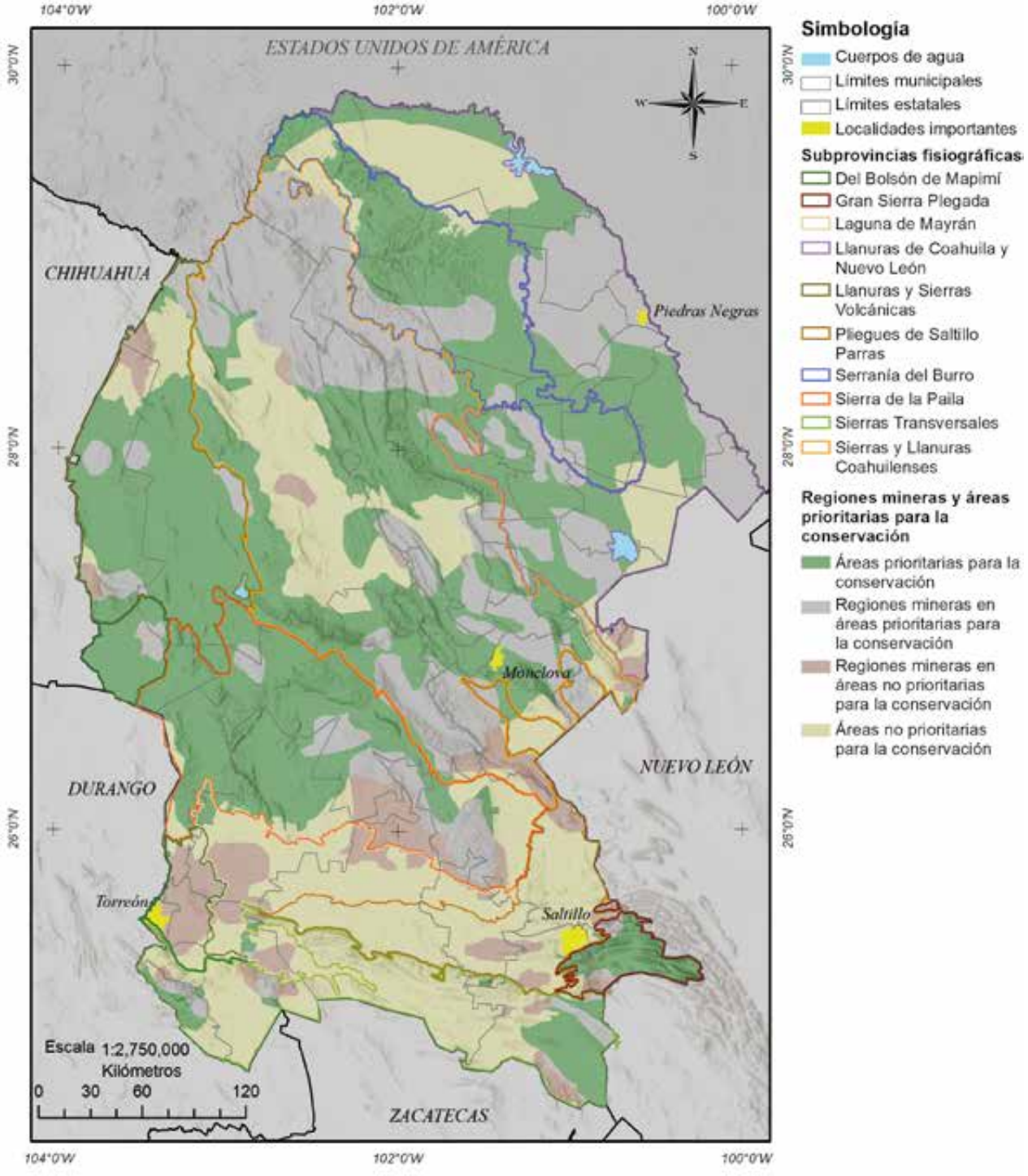


Figura 2. Traslape entre regiones mineras y áreas prioritarias para la conservación. ANP: áreas naturales protegidas, RHP: regiones hidrológicas prioritarias, RTP: regiones terrestres prioritarias, AICAS: áreas de interés para la conservación de las aves. Fuente: elaboración propia con datos de CIPAMEX y CONABIO 2001, Arriaga *et al.* 2002, CONABIO 2004, 2015; CONANP 2016a, b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Traslape entre regiones mineras y áreas prioritarias para la conservación en Coahuila.

Sitio	Total	Con región minera		Sin región minera	
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Prioritario para la conservación	9 799 226.06	3 392 393.52	22.52	6 406 832.55	42.52
No prioritario para la conservación	5 267 896.24	1 024 825.05	6.80	4 243 071.19	28.16
Superficie total del estado	15 067 122.30	4 417 218.56	29.32	10 649 903.74	70.68

Fuente: elaboración propia con datos de cipamex y conabio 2001, Arriaga *et al.* 2002, conabio 2004, 2015; conanp 2016a, b.

A diferencia de otros factores de pérdida o degradación del hábitat, como la agricultura que se ubica en las cercanías de zonas urbanas o infraestructuras hidráulicas, o la contaminación generada por la expansión industrial, la minería ocurre en sitios determinados por factores geológicos. A menudo estos lugares son remotos e inexplorados, poco conocidos o vírgenes y, por lo tanto, potencialmente ricos en biodiversidad.

Los impactos de la minería han desatado un creciente cuestionamiento y, en ocasiones, una franca resistencia social en muchas partes del mundo. Por ello algunas corporaciones mineras despliegan y difunden diversas estrategias de protección de la biodiversidad (icmm 2006, Peñoles 2011), y aunque en el estado no hay antecedentes de este tipo de planteamientos, se mencionan por ser plausible su desarrollo en un futuro.

Las estrategias referidas incluyen prevenir los impactos negativos evitables, minimizar los inevitables, rehabilitar lo dañado y aplicar compensaciones u *offsets* (Rio Tinto 2008). Este marco de actuación es novedoso y está en pleno desarrollo, por lo que resulta relevante que se establezca una alianza entre entes mineros y organismos centrados en la conservación. Esta colaboración ha dado como resultado la elaboración de guías sistematizadas de buenas prácticas, enfocadas a asegurar que se concreten las aspiraciones de las empresas para tener un impacto positivo neto sobre la biodiversidad (Rio Tinto y BirdLife International 2008, icmm y uicn 2013).

Estas disposiciones emergentes que surgen desde la industria minera presentan oportunidades, pero también riesgos para la conservación de la biodiversidad del estado. Un marco regulatorio voluntario es intrínsecamente débil cuando la motivación primaria del ente regulado es la rentabilidad de un proyecto, y no la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, estos nuevos conceptos y estrategias conllevan también condiciones favorables para su incorporación en las leyes estatales y federales en materia de medio ambiente y minería.

De manera adicional los organismos financieros internacionales desarrollan estándares de desempeño, para prevenir que las grandes inversiones impacten a la biodiversidad. Este tipo de guías, que necesariamente influyen en el financiamiento de los proyectos económicos, tienen también un potencial intermedio para detener el deterioro y promover la conservación de la diversidad biológica (ifc 2012).

Conclusión

Poco más de la tercera parte (34.72%) de las áreas prioritarias para la conservación en el estado están dentro de una región minera, y esto

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

plantea un conflicto potencial entre el interés del mercado de los minerales y el de la salvaguarda de la biodiversidad.

Tal confrontación debe ser resuelta mediante el fortalecimiento de los instrumentos jurídicos estatales, para contribuir al cuidado de la diversidad de flora y fauna, y mediante la conciliación caso por caso, con el fin de reducir las regiones mineras y maximizar la conservación de la naturaleza.

Para favorecer lo anterior, también se debe trabajar con la población, tanto en el crecimiento de su cultura ambiental como en el cambio de sus hábitos de consumo, para que los ciudadanos puedan participar en la disminución de la problemática relacionada con el medio ambiente y la biodiversidad.

Referencias

Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Escala 1:4 000 000. CONABIO, México.

CIPAMEX y CONABIO. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2001. Áreas de importancia para la conservación de las aves. Escala 1:250 000. CONABIO/Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. (FMCN)/Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA), México.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2004. Regiones terrestres prioritarias. Escala 1:1 000 000. CONABIO, México.

——. 2015. Áreas naturales protegidas estatales, municipales, ejidales y privadas de México 2015. CONABIO, México.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2016a. Datos espaciales de los sitios Ramsar de la república mexicana. Manejo de datos espaciales con herramientas de los sistemas de información geográfica de la CONANP. CONANP, México.

——. 2016b. Actualización de áreas naturales protegidas federales de la república mexicana. CONANP, México.

Dudka, S. y D.C. Adriano. 1997. Environmental impacts of metal ore mining and processing: a review. *Journal of Environmental Quality* 26:590-502.

ELAW. Environmental Law Alliance Worldwide. 2010. *Guidebook for evaluating mining project EIAs*. ELAW, Eugene.

ICMM. International Council on Mining and Metals. 2006. *Guía de buenas prácticas para la minería y la biodiversidad*. ICMM, Londres.

ICMM y UICN. International Council on Mining and Metals y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2013. Independent report on biodiversity offsets. En: <*http://www.icmm.com/biodiversity-offsets*>, última consulta: febrero de 2014.

IFC. International Finance Corporation. 2012. *Performance standard 6, biodiversity conservation and sustainable management of living natural resources*. IFC, Washington.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. Estadística de la industria minerometarlúrgica. Cifras durante diciembre de 2014. En: <*http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/notasinformativas/ind_miner/2015/02/NI-IM.docx*>, última consulta: 24 de julio de 2015.

Peñoles. 2011. Estudio de caso: conservación de la biodiversidad. En: *Consolidando el crecimiento con visión sustentable. Informe de desarrollo sustentable 2011*. México, pp. 43-44.

Rio Tinto. 2008. *Rio Tinto and biodiversity, achieving results on the ground*. Rio Tinto, Londres.

Rio Tinto y BirdLife International. 2008. *The BirdLife International Rio Tinto partnership*. Rio Tinto/BirdLife International, Londres.

SGM. Servicio Geológico Mexicano. 2014. *Panorama minero del estado de Coahuila*. SGM, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Desastres naturales: inundaciones y sequías

Francisco Valdés Perezgasga

Introducción

En Coahuila no se registran desastres naturales como temblores, deslizamientos de tierra, huracanes o erupciones volcánicas. En cambio suelen ocurrir eventos ligados a la precipitación y al manejo del agua, como inundaciones catastróficas producto de trombas o de lluvias abundantes en las cuencas altas de los ríos, y sequías en las partes bajas (Villanueva Díaz *et al.* 2010, Cerano Paredes *et al.* 2011).

Inundaciones y sequías son los dos extremos en que la naturaleza se manifiesta en relación al agua. Cuando estos eventos ocurren, la atención mediática y gubernamental, por lo general, se centra en los daños ocasionados en la economía y otras actividades humanas. Sin embargo, tanto las sequías (Chase 2007) como las inundaciones también pueden causar estragos en la biodiversidad. Si bien lo anterior es un hecho, comienza a considerarse viable la visión de los desastres naturales como perturbaciones que entrañan oportunidades para la recomposición y evolución de los ecosistemas (Reice 2001).

Sequías

Debido a su ubicación en el Altiplano, Coahuila posee un régimen de lluvias variables con una mayor frecuencia de precipitación en el verano –de mayo a septiembre–, mientras que el resto del año se presentan periodos secos (INEGI 1983). Históricamente el estado ha sufrido sequías severas en 1949-1953, 1962, 1970, 1974-1977, 1993, 1996 y 1998-2000 (García *et al.* 2007).

A escala regional la información sobre el impacto de las sequías es escasa. Sin embargo, para algunos sitios, en particular para la Comarca Lagunera, en la cuenca del río Nazas, al suroeste del estado, existen reconstrucciones dendrocronológicas que indican la existencia de diversos periodos de sequías –que van de moderadas a severas– entre los siglos XVI al XX, cuando se presentaron mayor cantidad de años con sequías, 22 y 18 años respectivamente (cuadro 1).

En la misma región se registraron dos periodos húmedos en el siglo XVI, dos en el siglo XVII (10 años en total) y otros dos en el siglo XVIII (13 años, cuadro 1). También se registraron años particularmente húmedos, en los que la precipi-

Valdés-Perezgasga, F. 2017. Desastres naturales: inundaciones y sequías. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 523-526.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Periodos de sequía y lluvia abundante según reconstrucción dendrocronológica en la parte baja de la cuenca del río Nazas.

Periodos	Siglo XVI	Siglo XVII	Siglo XVIII	Siglo XIX	Siglo XX
Sequías de intensidad media a severa	1509-1520 1548-1559	1621-1622 1684-1691	1758-1763 1784-1789	1809-1811 1846-1849 1860-1865	1922-1923 1949-1956 1962-1963 1981-1985 1995-2000
Lluvia abundante	1524-1528	1647-1651 1679-1685	1700-1703 1740-1750	1871-1880	1966-1970 1988-1992

Fuente: Villanueva Díaz *et al*. 2010.

tación fue más del doble de la media anual: 1526, 1649, 1791, 1830 y 1991 (Villanueva Díaz *et al*. 2010).

Esta información histórica de largo alcance, mediante el uso de técnicas dendrocronológicas, existe sólo para el Nazas, y en el caso del resto de los principales ríos del estado, que forman parte de la vasta cuenca del río Bravo, la información disponible es por mediciones directas y en periodos más reducidos.

En un análisis de las aportaciones de agua a las presas ubicadas en los principales afluentes mexicanos del río Bravo, incluidas las presas coahuilenses La Amistad (1969-2006), Centenario (1985-2006), San Miguel (1985-2006), La Fragua (1932-2006), Venustiano Carranza (1930-2006) y Falcón (1969-2006), se encontró una gran irregularidad en las cantidades de agua registradas en dichas aportaciones (Ortega-Gaucin *et al*. 2008).

En más de 60% de los periodos analizados ocurren aportaciones inferiores a la media en todas las presas. Los déficits que se registran en los años secos tienen un rango entre -3% y -97% y los periodos de sequía duran entre uno y 13 años consecutivos. En la mayor parte de la cuenca del río Bravo hubo un periodo de sequía extraordinaria de 14 años (1992 a 2005), y éste ha sido el más severo y prolongado del que se tiene registro.

Las sequías tienen el potencial de afectar la biodiversidad, aun cuando las especies de las zonas áridas y semiáridas muestran numerosas adaptaciones (Schwinning y Ehleringer 2001). Pese a que no existen estudios en Coahuila sobre este tema, se pueden mencionar algunos realizados en otras zonas secas, como los pastizales del medio-oeste norteamericano (Tilman y El Haddi 1992), en donde se encontró un descenso de 37% en la riqueza local de especies y de 47% en la masa de plantas, como consecuencia de los años secos.

En este mismo estudio se registró una recuperación de la masa vegetal, pero no de la diversidad de especies, a la vuelta de las lluvias. Debido a que la probabilidad de desaparición de una especie se incrementa con su rareza, la sequía puede tener efectos muy negativos sobre las que son localmente raras. Este dato es sumamente relevante, si se considera que la flora de Coahuila contiene 190 endemismos de plantas vasculares, circunscritos a su demarcación administrativa, y 350 si se consideran áreas adyacentes bajo el concepto de Megacoahuila (Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez 2005).

En el estado se contabilizan 29 especies endémicas de peces, 12 de reptiles, tres de mamíferos, dos de aves, tres de anfibios y siete de invertebrados (SEMA 2014). Resulta de especial preocupación la crisis que se genera en la biodiversidad de los ecosistemas de agua dulce cuando

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

la sequía se agudiza. Si continúa el crecimiento de la presión de las actividades humanas sobre el agua, debido sobre todo a la agricultura y la extracción de hidrocarburos por fractura hidráulica, eventos como las sequías seguramente se combinarán para afectar la sobrevivencia de numerosas especies de agua dulce (Dudgeon *et al.* 2006).

Inundaciones

Las inundaciones también causan estragos en las comunidades humanas y los ecosistemas. Sin embargo, tradicionalmente, el enfoque ha sido sobre sus efectos socioeconómicos, más que ecosistémicos. En 1890, 1908, 1954 y 2004 el municipio de Piedras Negras sufrió inundaciones en las que los muertos se contaron por decenas; en 2007 se registró un tornado, algo sin precedentes en la historia del estado (Jiménez 2009) y en 2013 volvió a presentarse una grave inundación (Medrano-Martelet 2013). También en 2007, en el municipio de Ramos Arizpe, se experimentó en unas cuantas horas la caída de 166 mm de agua, su máxima histórica, lo cual provocó inundaciones en la zona (smn 2010).

Los municipios de la Comarca Lagunera, en el suroeste del estado, han sufrido avenidas extraordinarias del río Nazas, en 1958, 1968, 1991-1992, 2008 y 2010 (Pérez-Canedo 2008, Fraire 2010), y en 2010 el huracán Alex causó daños muy extensos en el norte del estado (Pichardo y Moreno 2010). Estos eventos tuvieron un impacto documentado sobre propiedades e infraestructura, aunque es de suponer que también afectaron los ecosistemas de la región, tal y como se ha documentado en otros estados del país (Portilla Ochoa *et al.* 2006).

Medidas preventivas

Por el carácter inevitable e impredecible que tienen, la medida más efectiva para afrontar las sequías e inundaciones es la prevención. Según el enfoque que se asuma, estas medidas preventivas tienen el potencial de causar daños aún mayores a la biodiversidad o conservar y restablecer ecosistemas deteriorados.

Si las medidas incluyen la construcción de presas y bordos y la rectificación de cauces, los efectos de una sequía pueden verse magnificados, y los riesgos de inundaciones catastróficas se incrementan (McCully 2001). Los impactos de esta infraestructura hidráulica –que se pudiera visualizar como un conjunto de amplias y severas intervenciones a los ecosistemas, ejecutadas con concreto, tuberías y grandes desplazamientos de tierras– traen consigo diversas afectaciones.

Las obras hidráulicas tienden a alterar el régimen de flujo y el nivel de los ríos, interrumpen la distribución de nutrientes –así como de otros materiales– y cambian la temperatura y el contenido de oxígeno del agua (Postel y Richter 2010). En resumen: introducen alteraciones físicas que impactan directamente a la biodiversidad (Brink *et al.* 2004).

A manera de ejemplo: un cauce rectificado o con bordos aísla a la corriente de su planicie de inundación, y esa alteración hidrológica tiene consecuencias sobre los procesos ecológicos y la biodiversidad (Bunn y Arthington 2001). Una represa implementada para el control de inundaciones es una estructura con una determinada vida útil y, por lo tanto, puede llegar a fallar, lo que ocasionaría una inundación mucho más severa que las que se buscaba evitar.

Si dichas medidas de prevención se realizan bajo un enfoque ecosistémico, al considerar a los ecosistemas como una infraestructura natural, se beneficiarán tanto la biodiversidad como las comunidades humanas. Cuando se conserva la integridad de los ecosistemas de una cuenca es posible restaurar los servicios ecosistémicos perdidos. Esta aproximación ha probado tener éxito en las cuencas que alimentan a ciudades como Boston, Bogotá y Nueva York (Postel 2005).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

Las sequías e inundaciones son eventos que ocurren con frecuencia en la entidad. Su impacto en los bienes y vida de las personas está documentado. Sin embargo, su papel como perturbadores de los ecosistemas y su consecuente impacto en la biodiversidad no ha sido estudiado en Coahuila.

Las acciones para aliviar y prevenir los efectos de estos fenómenos sobre la sociedad coahuilense han seguido la tendencia tradicional, que busca soluciones en obras de ingeniería cuyo impacto negativo en los ecosistemas y la biodiversidad son bien conocidos. Hace falta adoptar otra visión y otra estrategia, a partir de usar la conservación ecosistémica como la herramienta central para aminorar los efectos negativos de las inundaciones y sequías sobre los habitantes del estado.

Referencias

Brink, E., S. McClain y S. Rothert. 2004. Beyond dams: options & alternatives. En: <*https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/beyonddams.pdf*>, última consulta: 13 de octubre de 2014.

Bunn, S.E. y A.H. Arthington. 2001. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management* 30:492-507.

Cerano Paredes, J., J. Villanueva Díaz, R.D. Valdez Cepeda *et al*. 2011. Variabilidad histórica de la precipitación reconstruida con anillos de árboles para el sureste de Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2:33-47.

Chase, J.M. 2007. Drought mediates the importance of stochastic community assembly. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104:17430-17434.

Dudgeon, D., A.H. Arthington, M.O. Gessner *et al*. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81:163-182.

Fraire, E. 2010. Evalúan daños por avenida del Nazas. *El Siglo de Torreón*. Edición del 14 de octubre de 2010.

García, J.F., O. Fuentes Mariles y L.G. Matías Ramírez. 2007. Sequías. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), México.

Jiménez, J.L. 2009. Catástrofes: las inundaciones en Piedras Negras (1890-2009). En: <*http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/Catastrofes-Las-inundaciones-en-Piedras-Negras-1890-2009*>, última consulta: 17 de noviembre de 2015.

McCully, P. 2001. *Silenced rivers, the ecology and politics of large dams*. Zed Books, Londres y Nueva York.

Medrano-Martelet, J.L. 2013. Coahuila: amargo cumpleaños para Piedras Negras. *Zócalo Saltillo*. Edición del 16 de junio de 2013.

Ortega-Gaucin, D., L. Rendón-Pimentel, I. Morales-Bravo y R. Olivares-Alva. 2008. Análisis de las sequías hidrológicas en la cuenca del río Bravo (sección mexicana). En: *Memorias del IV Seminario Internacional del Uso Integral del Agua*. SEMARNAT/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)/Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Morelos.

Pérez-Canedo, F. 2008. La corriente del río Nazas, una historia en cuatro avenidas. *El Siglo de Torreón*. Edición del 17 de septiembre de 2008.

Pichardo, E. y J.L. Moreno. 2010. Coahuila bajo el agua. *Zócalo Saltillo*. Edición del 6 de julio de 2010.

Portilla Ochoa, E., A.I. Sánchez Hernández y D. Hernández Meza. 2006. El impacto de los huracanes en la biodiversidad del estado de Veracruz. En: *Inundaciones 2005 en el estado de Veracruz*. A. Tejeda Martínez y C. Welsh Rodríguez (eds.). Universidad Veracruzana, Veracruz, pp. 101-119.

Postel, S. 2005. *Liquid assets: the critical need to safeguard freshwater ecosystems*. Worldwatch Institute, Washington.

Postel, S. y B. Richter. 2010. *Ríos para toda la vida*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México.

Reice, S.R. 2001. *The silver lining: the benefits of natural disasters*. Princeton University Press, Princeton.

Schwinning, S. y J. Ehleringer. 2001. Water used trade-offs and optimal adaptations to pulse driven arid ecosystems. *Journal of Ecology* 89:464-480.

SEMA. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2014. Especies de fauna de Coahuila. En: <*http://www.sema.gob.mx/SRN-DC-RN-LIS-FAUNA.html*>, última consulta: 17 de noviembre de 2015.

SMN. Servicio Meteorológico Nacional. 2010. Normales climatológicas: 1951-2010, Ramos Arizpe. En: <*http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales5110/NORMAL05140.TXT*>, última consulta: 17 de noviembre de 2015.

SPP e INEGI. Secretaría de Programación y Presupuesto e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1983. Síntesis geográfica de Coahuila. SPP/INEGI, Aguascalientes.

Tilman, D. y A. El Haddi. 1992. Drought and biodiversity in grasslands. *Oecologia* 89(2):257-264.

Villanueva Díaz, J., J. Cerano Paredes, J. Estrada Ávalos *et al*. 2010. Precipitación y gasto reconstruido en la cuenca baja del río Nazas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1:25-37.

Villarreal-Quintanilla, J.Á. y J. Encina-Domínguez. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes. *Acta Botánica Mexicana* 70:1-46.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Contaminación en los cuerpos de agua

Celso Manuel Valencia Castro

La introducción de sustancias químicas o de otros agentes al medio ambiente de Coahuila, representa una verdadera amenaza para la vida vegetal o animal. Dichas incorporaciones se dan como resultado de actividades industriales, agrícolas, ganaderas y urbanas, que contribuyen a la contaminación de aire, agua y suelos. No obstante, el problema está escasamente documentado y la información disponible es tangencial y poco sustentada, o es demasiado general.

Uno de los impactos más importantes considerado en el Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017, es el grave deterioro y degradación provocados por la actividad minera de carbón en el norte del estado, ya que "existen regiones con impactos ambientales significativos, como es el caso de la Carbonífera donde la actividad minera impacta amplias áreas, modificando las condiciones naturales y creando pasivos ambientales difíciles de restaurar" (Gobierno del Estado 2012:2).

Casi 3 millones de hectáreas destinadas a la explotación del carbón en los municipios de Juárez, Múzquiz, Progreso, Sabinas y San Juan de Sabinas, han sido afectadas con severos daños en el suelo, subsuelo, agua subterránea, flora y fauna (Rosales 2012).

La actividad carbonífera ha afectado también el caudal de agua y su calidad, en dos ríos tributarios del río Bravo: el San Rodrigo y el Sabinas; este último es probablemente el más impactado, ya que "ha perdido o disminuido el flujo de agua en algunos lugares por la formación de excavaciones mineras (llamadas 'tajos'), que al quedar a un nivel más bajo que su cauce, atrapan el agua que se filtra en el subsuelo" (Villarreal *et al*. 2006:6).

El río San Rodrigo presenta un grave deterioro provocado por la acumulación de rocas que se han establecido en sus riberas y planicies de inundación, que alteran el cauce y velocidad de su corriente y amenazan con desaparecer sus humedales (Terry 2013). Sólo en lo que se refiere a la flora riparia de los ríos Sabinas y San Rodrigo se afectaría a 243 especies, distribuidas en 193 géneros y 70 familias (Villarreal *et al*. 2006).

Asimismo, según el estudio de Ortiz Monasterio y colaboradores (1987), las cuencas de los ríos Nazas, Salado y Bravo han sido impactadas tanto por los desechos industriales como por los del drenaje urbano, y las industrias embotelladoras y alimentarias (cuadro 1) son las fuentes contaminantes comunes a todas ellas. Algunos de los

Valencia-Castro, C.M. 2017. Contaminación en los cuerpos de agua. En: *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*, vol. I. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México, pp. 527-528.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

impactos negativos se presentan en la ictiofauna y en plantas acuáticas, ambas extremadamente sensibles a los más sutiles cambios químicos y fisicoquímicos del agua (véase Pérdida de peces dulceacuícolas en la Comarca Lagunera, en esta misma obra).

Cuadro 1. Origen de los contaminantes en las cuencas del norte y sur del estado.

Industria	Cuenca		
	Nazas	Salado	Bravo
Papelera	•		•
Alimentaria	•	•	•
Embotelladora	•	•	•
Química	•	•	
Metalúrgica	•	•	
Textil	•		•
Fertilizantes		•	
Petroquímica		•	

Fuente: Ortiz-Monasterio *et al.* 1987.

Conclusión

Es fundamental crear organismos a nivel estatal y federal que estén orientados a la medición de contaminantes en agua, aire y suelo. Asimismo se debe promover y apoyar la investigación científica, a través de instancias como el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Coahuila (COECYT), para que no sólo se estudie el estado actual de los ecosistemas y su biodiversidad, sino también las mejores estrategias para evitar los impactos de las actividades contaminantes en el estado.

El cumplimiento de las leyes y normas relacionadas con el tema descrito en este capítulo es una condición necesaria para detener los efectos en cadena que ya ocurren, particularmente en lo que respecta a los humedales, que se encuentran fuertemente amenazados por las actividades minera y agropecuaria, entre otras.

Referencias

Gobierno del Estado. 2012. Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017. En: <*http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/MEDIO%20AMBIENTE.pdf.*>, última consulta: 22 de octubre de 2016.

Ortiz-Monasterio, F., I. Fernández, A. Castillo *et al.* 1987. *Tierra profanada: historia ambiental de México.* Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)/Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), México.

Rosales, J. 2012. En la impunidad daño ambiental en Coahuila por actividad minera. Agencia Unimedios. En: <*http://www.unimediosagencia.com/reportaje-en-la-impunidad-dano-ambiental-en-coahuila-por-actividad-minera/*>, última consulta: febrero de 2015.

Terry, W. 2013. *Importancia del río San Rodrigo y problemática que enfrenta*. Colección Bordeando el Monte 6. SEMA, Coahuila.

Villarreal, J.Á., M.Á. Carranza, E. Estrada y A. Rodríguez. 2006. Flora riparia de los ríos Sabinas y San Rodrigo, Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana* 75:1-20.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Compilación de las secciones:

Contexto físico:
Silvia Xiomara González Aldaco[1]

Contexto socioeconómico:
Olivia Carmina Milchorena Montes[2]

Marco jurídico e institucional:
María Teresa Cepeda Valdés[1]

Instrumentos y políticas públicas:
Alejandra Carrera Máynez[1]

Usos tradicionales y convencionales:
Olga Leticia Rumayor Rodríguez[1]
Adriana Antonio Bautista[3]

Oportunidades y Factores de presión:
Francisco Valdés Perezgasga[4]
Sandra Lizeth Salazar Puente[5]

Diversidad del pasado:
Francisca Isabel Morán Rosales[6]
Héctor Rivera Sylva[11]

Diversidad de ecosistemas:
Jesús Valdés Reyna[7]
Juan Antonio Encina Domínguez[8]

Diversidad de especies:
Hongos y plantas
Jesús Valdés Reyna[7]
Juan Antonio Encina Domínguez[8]

Invertebrados
María Teresa Valdés Perezgasga[9]
Fabián García Espinoza[9]

Vertebrados
José Gamaliel Castañeda Gaytán[10]
Sara Isabel Valenzuela Ceballos[10]

Diversidad genética:
Manuel Humberto Reyes Valdés[7]
Hermila Gaona Osuna[7]

Revisión técnica de textos:
Sara González, Yajaira García, Oscar Báez, Rafael Pompa, Saúl López, Ana Laura García, Inti Burgos, Ramón Cecaira, Esteban Benítez Inzunza, Gonzalo Pino.

Listas de especies:
Fueron validados a través de la plataforma Enciclovida; para obtener más información de cada especie, consultar *http://www.enciclovida.mx/*

[1]SEMA, Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza; [2]Facultad de Economía-Universidad Autónoma de Coahuila; [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; [4]Instituto Tecnológico de la Laguna; [5]Fundación Jimulco A.C.; [6]Victoria Regina Gestión y Consultoría Ambiental S.C.; [7]UAAAN, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; [8]Facultad de Ciencias Forestales-UANL; [9]UAAAN-Unidad Laguna; [10]Universidad Juárez de Durango; [11]Museo del Desierto.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Forma de citar:
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza. 2017. *La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado*. CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México.

Se terminó de imprimir en octubre de 2017
en Quintanilla Ediciones
Noruega 266, Residencial Los Parques. Saltillo, Coahuila
Se imprimieron 1 000 ejemplares
Familias tipográficas Optima y Gandhi Serif

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

CONABIO

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Gobierno de Coahuila

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA