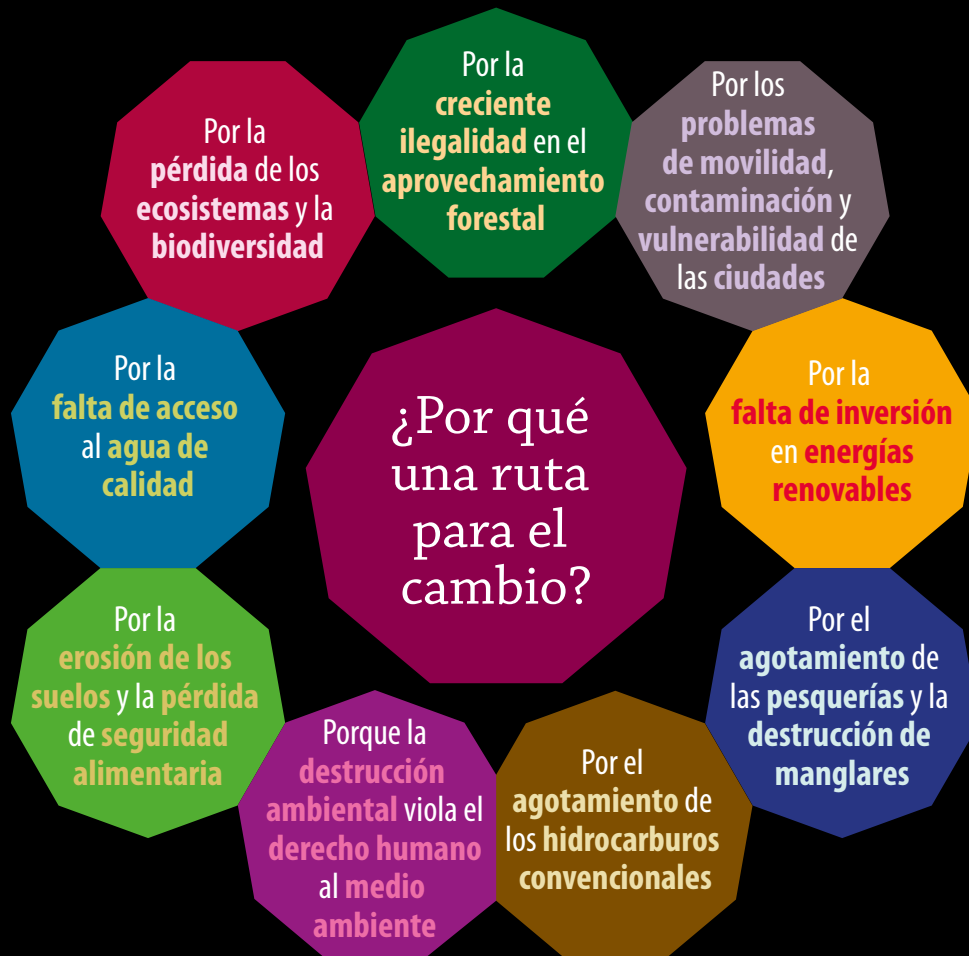


Crisis ambiental en México

Ruta para el cambio

Leticia Merino Pérez
Coordinadora



**Crisis ambiental en México.
Ruta para el cambio**



Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers
RECTOR

Dr. Leonardo Lomeli Vanegas
SECRETARIO GENERAL

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa
SECRETARIO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

Dra. Leticia Merino Pérez
COORDINADORA DEL SEMINARIO UNIVERSITARIO DE
SOCIEDAD, MEDIO AMBIENTE E INSTITUCIONES
(SUSMAI)

Secretaría de Desarrollo Institucional
Universidad Nacional Autónoma de México

Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio

Leticia Merino Pérez
COORDINADORA



Universidad Nacional Autónoma de México

2019

Catalogación en la publicación UNAM. Dirección General de Bibliotecas

Nombres: Merino Pérez, Leticia, editor.

Título: Crisis ambiental en México : ruta para el cambio / Leticia Merino Pérez, coordinadora.

Descripción: Primera edición | México : Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Desarrollo Institucional, 2019.

Identificadores: LIBRUNAM 2052581 | ISBN 978-607-30-2333-7.

Temas: México - Condiciones ambientales. | Degradación ambiental - México. | Política ambiental - México. | Protección ambiental - México.

Clasificación: LCC GE160.M6.C75 2019 | DDC 363.700972—dc23

Este libro ha sido dictaminado por pares académicos y sometido a aprobación del Comité Editorial de la Secretaría de Desarrollo Institucional de la UNAM

Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio

Primera edición: 2 de octubre de 2019

D.R. © 2019, Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Alcaldía de Coyoacán, C.P. 04510,
Secretaría de Desarrollo Institucional
Ciudad Universitaria, 8°. Piso de la Torre de Rectoría
Alcaldía de Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México

ISBN de la obra: 978-607-30-2333-7

Esta edición y sus características son propiedad de la
Universidad Nacional Autónoma de México
Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

Impreso y hecho en México/ Made and printed in Mexico

Corrección de estilo: Cecilia Navarro
Diseño y portada: Pedro Molinero
Coordinación técnica: Simone Burat

A las niñas y los niños de México,
a los que están y a los que vienen.



Contenido




Agradecimientos	11
Prólogo <i>Exequiel Ezcurra</i>	13
Introducción <i>Leticia Merino Pérez y Alejandro Velázquez</i>	19
La problemática del agua en México <i>Marisa Mazari Hiriart y Adalberto Noyola Robles (coordinadores)</i> <i>Ana Burgos, Pedro Moctezuma Barragán, Elena Burns, Oscar Monroy,</i> <i>José Agustín Breña, Antonio Hernández Espriú y Ana Cecilia Espinosa</i>	27
Agricultura, alimentación y suelos <i>Helena Cotler Avalos, Héctor Robles Berlanga,</i> <i>Elena Lazos Chavero y Jorge Etchevers</i>	53
Agroecología y agrobiodiversidad <i>Alejandro Casas y Mariana Vallejo</i>	103
Las condiciones de la biodiversidad: diagnóstico y política pública. <i>María del Coro Arizmendi (coordinadora)</i> <i>Ana Escalante, Maya Rocha Ortega, Alex Córdoba Aguilar,</i> <i>Rafael Lira Saade, Oswaldo Téllez Valdés, Patricia Dávila Aranda,</i> <i>Carlos Muench, Gerardo Ceballos, Andrés García y Pedro Álvarez-Icaza</i>	123
Hacia una política forestal sustentable e incluyente. Los bosques de México, problemas y propuestas. <i>Gonzalo Chapela y Leticia Merino</i>	163

Perspectivas sobre los mares y costas de México. Una nueva agenda para el desarrollo sustentable y sostenible <i>José Rubén Lara, Salomón Díaz Mondragón y Eduardo Peters</i>	191
La transición energética en México. Hacia un nuevo paradigma en la generación y el uso de la energía <i>Adrián Fernández Bremauntz y Luisa Sierra Brozon</i>	209
Catorce propuestas para atender los problemas asociados a las actividades mineras en México <i>Francisco Cravioto Lagos y Marisol M. Aburto Zepeda</i>	223
Derecho humano al medio ambiente y sus obligaciones: evolución reciente de la relación entre los derechos humanos y el medio ambiente <i>Rodrigo Gutiérrez</i>	255
Conclusiones <i>Leticia Merino Pérez</i>	265



Agradecimientos



La escritura, edición e impresión de este libro no habría sido posible sin el apoyo decidido y afectuoso del doctor Alberto Ken Oyama Nakawaga, Secretario de Desarrollo Institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México, quien hace tres años impulsó la creación del Seminario Universitario de Sociedad, Medio Ambiente e Instituciones (SUSMAI).


Desde las primeras sesiones de trabajo el SUSMAI se abrió a los aportes y la discusión con especialistas de otras instituciones, además de la UNAM. En la construcción de la “Agenda Ambiental 2018”, antecedente de este libro, que se presentó a los responsables del tema ambiental de las distintas campañas que contendieron por la presidencia y en las sesiones de trabajo del seminario han participado junto con las autoras y autores de esta obra, muchos otros colegas de diversas instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil, dependencias de gobierno y del legislativo. Entre ella merecen nuestro reconocimiento y agradecimiento: Iniciativa Climática, el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geo-espacial, la Universidad Autónoma de Zacatecas y la Universidad Autónoma Metropolitana. Gracias a todas y todos por sus aportaciones y por su confianza, por enriquecer el trabajo del Seminario y por contribuir en la elaboración de esta ruta para el cambio.

Gracias también al compromiso incondicional que a lo largo de tres años ha tenido Simone Buratti con el SUSMAI, y a Cecilia Navarro por ser la colega comprometida e incansable que es. El quehacer del SUSMAI ha generado distintos frutos, este libro entre ellos, nos ha permitido también construir comunidad, un resultado invaluable.



Prólogo

Exequiel Ezcurra



Las advertencias han sido claramente planteadas por algunas de las mentes más lúcidas de nuestra época: Stephen Hawking declaró, un año antes de su muerte en 2017, que al ritmo de consumo y crecimiento actual la especie humana no podría sobrevivir sobre la tierra por más de 600 años. Noam Chomsky nos ha advertido en repetidas ocasiones que el uso insustentable del planeta y el peligro nuclear cuestionan seriamente la viabilidad de la vida humana en un plazo de uno, o unos pocos, siglos. Estudios recientes confirman lo alarmante de la situación global: de toda la biomasa de mamíferos en el planeta, el sesenta por ciento está conformada por ganado en corrales de engorda, el treinta y seis por la biomasa de humanos, y solo el cuatro por ciento por especies animales de vida silvestre. Estamos contemplando una de las grandes extinciones planetarias, y pocos parecen preocuparse por ello, o siquiera haberse dado cuenta. Nunca, en los 4,000 millones de años de evolución de los seres vivos sobre la tierra, ha habido una especie capaz de determinar, ella sola, el futuro de toda la biosfera. Buena parte, si no la mayoría de nuestros migrantes que marchan en busca de nuevos horizontes son migrantes ambientales: la falta de agua y el deterioro hídrico en el oriente de la Ciudad de México, por dar solo un ejemplo, son impulsores primordiales de la migración hacia otros estados de la República o a los Estados Unidos. Igualmente, a pesar de un respiro de unos 10-15 años, la calidad del aire continúa en ominoso deterioro sobre nuestras ciudades. El implacable aumento del parque vehicular y la falta de actualización de las normas de calidad del aire son, según el Instituto Nacional de Salud Pública, responsables de la muerte de 20 mil mexicanos cada año por cáncer de pulmón, infarto cerebral, padecimientos cardiacos y enfermedades respiratorias.

Y sin embargo, a pesar de su trascendental importancia, el tema ambiental aparece trágicamente alejado de las discusiones políticas actuales. En las pasadas elecciones nacionales fue angustiante observar qué poco intervienen las consideraciones ambientales en plataformas y campañas. Y para los que estamos preocupados por la viabilidad futura de la nación, nos surge la pregunta sobre cómo podemos lograr que gobierno y pueblo vean la magnitud del desafío que todos

compartimos, en vez de concentrarse en defender solo sus intereses inmediatos y locales. Tratando de formular una respuesta a esa pregunta, un grupo de mexicanos intelectualmente inquietos, comprometidos con el sueño de un futuro viable, decidieron editar este libro. Bajo la coordinación editorial de Leticia Merino y alejados de la perspectiva de partidos políticos, los autores de cada capítulo se lanzan a pensar en grande, generosamente, acerca del destino y el futuro de México más allá de la coyuntura partidista.

El desafío que se plantean no es una utopía fácil. Vivimos tiempos difíciles y angustiantes. La violencia y la corrupción se han enseñoreado en México y muchos se preguntan qué caso tiene preocuparse por el futuro del ambiente cuando el horror inmediato se asoma cotidianamente a la puerta de nuestra casa. Por qué esforzarse por labrar un porvenir en armonía con el mundo natural cuando el presente se ve tan desoladoramente carente de esperanza. Por qué preocuparse por plantas o animales amenazados de extinción cuando decenas de miles de jóvenes mueren cada año en una espiral de violencia que parece cada vez más demencial. Por qué preocuparse por la conservación de especies silvestres cuando muchas personas son asesinadas por el solo hecho de ser mujeres, migrantes o estudiantes. Los mexicanos estamos angustiados, y esa angustia nos imposibilita pensar, más allá de un futuro político, en un futuro ambientalmente viable. Los autores de este libro nos dicen que es necesario hacer algo ya, pronto, porque en esta desesperanza se nos va el país.

Estamos confrontando una disyunción profunda entre una visión de ganancias privadas a corto plazo como motor central del desarrollo, sin importar el impacto sobre el patrimonio social en el largo plazo, contrapuesta a una visión de beneficios públicos en el largo plazo, que no sacrifique la viabilidad futura de toda la sociedad a cambio de beneficios privados inmediatos. Bajo esta perspectiva, la sustentabilidad ambiental y la crisis social son facetas de un mismo conflicto.

La historia de depredación ambiental y violencia social no es nueva, convive con nosotros desde la Colonia y la Independencia. Primero, con la esclavización de los pueblos indígenas para la explotación minera y los trabajos forzados. La construcción del Tajo de Nochistongo, una obra demencial creada por el virreinato para destruir la naturaleza lacustre de la cuenca de México y tratar de convertirla en un mal remedo de la meseta Castellana, costó —solo ella— 30,000 vidas. Después, el sistema de grandes concesiones de tierras, que llevó a sangrientos conflictos territoriales, como la Guerra de Castas contra los mayas independientes o la guerra contra los Yaquis, y finalizó con la Revolución Mexicana, un gran alzamiento contra la inmensa injusticia de las haciendas porfiristas.

La llegada del siglo xx no acabó con esa larga historia de depredación social y destrucción de nuestros recursos naturales. A pesar de algunos atisbos esperanzadores, de algunas llamaradas de sensatez, de algunos líderes sensibles, el trasfondo a lo largo de los pasados 100 años ha sido la aceptación de los privilegios de unos pocos por sobre los derechos de las mayorías. La tragedia de la tala de las selvas durante las décadas de 1960 y 1970 es un ejemplo claro de cómo los intereses de la industria agroalimentaria podían impulsar la destrucción del trópico mexicano a favor de una supuesta modernidad en la que no tenían cabida las comunidades campesinas que habían sabido cuidar de sus bosques por siglos. Para darle legalidad al despojo, fue creada una Comisión Nacional de Desmontes, cuyo rol era promover la destrucción de la naturaleza como meta estratégica de la nación.

A pesar de haberse incorporado el discurso ambiental a la gestión pública con la creación de una Secretaría de Medio Ambiente, el progreso ha sido lento. La explosión en 1984 de la planta de gas de San Juan Ixhuatepec en la Ciudad de México dejó un saldo de 600 muertos y 2,000 heridos. Nunca se había considerado el riesgo de tener una instalación industrial de alta peligrosidad en medio de una zona socialmente marginada y

densamente poblada. A pesar de las declaraciones y promesas de que algo así jamás volvería a ocurrir, siete años más tarde, en 1991, se presentó un incendio en la formuladora de plaguicidas Anaversa en Córdoba, Veracruz, uno de los accidentes industriales más graves de México, con escurrimiento de pesticidas a los principales ríos de la región y más de 1,500 muertes posteriores a causa de la contaminación resultante.

Los eventos climáticos extremos —cada vez más intensos a causa del cambio climático global— impactan siempre con mayor fuerza a los sectores más desprotegidos y vulnerables. En 1995 el huracán Paulina arrasó con las precarias edificaciones en laderas y barrancas de Acapulco, dejando un saldo de 400 personas muertas y 300,000 personas sin hogar. La Comisión Nacional del Agua desarrolló en ese entonces un estudio en el que anunció que una tragedia de esa magnitud no se repetiría en 1,000 años. Sin embargo, volvió a ocurrir 18 años después: el 14 de septiembre de 2013 el Huracán Manuel azotó a Acapulco con consecuencias trágicamente similares. Dos semanas después, el 30 de septiembre de 2013, el secretario de Medio Ambiente escribió que “la frecuencia e intensidad de los desastres naturales [...] exigen de todas las naciones y la sociedad en su conjunto un cambio de actuación que incremente nuestra seguridad y capacidad de adaptación a las nuevas condiciones del planeta”.

La amarga verdad, sin embargo, es que las consideraciones de riesgo ambiental para la sociedad civil no han pesado tanto sobre las decisiones de gobierno como lo han hecho los intereses económicos: en septiembre de 2014, un grave incidente de derrame de residuos mineros de cobre sobre el río Bacanuchi, afluente del río Sonora, puso nuevamente en evidencia la fragilidad de muchos de nuestros desarrollos urbano-industriales y la vulnerabilidad de los más pobres. Se produjo una tragedia ambiental cuyas consecuencias apenas empezamos a vislumbrar, ocasionada por la ausencia de un proceso de manejo riguroso de residuos mineros en condiciones de elevado riesgo ambiental, y exacerbada por las intensas lluvias

que trajo el huracán Odile al noroeste de México. La cuenca entera del río Sonora, fuente de vida para el norte del estado, se encuentra ahora irreversiblemente dañada, y el daño pone en peligro el futuro de la población en una región donde los conflictos por el agua están ya causando inmensos antagonismos sociales.

A pesar de esta desgarradora evidencia, el Gobierno federal decidió de todas maneras autorizar el proyecto minero de Los Cardones, en Baja California Sur, que planea extraer oro, en la cabecera de la cuenca que abastece a la ciudad de La Paz, tratando la roca con cianuro: toneladas de cianuro, suficientes para matar a toda la población de México. A pesar de que el proyecto se encuentra temporalmente suspendido (no cancelado) los habitantes de la Paz siguen mirando con angustia hacia la sierra, su fuente de agua y vida, y se preguntan qué pasará en el futuro cuando entre nuevamente un huracán de gran intensidad en la península y descargue su fuerza sobre las presas llenas de cianuro. Las autoridades ambientales nos dicen a los ciudadanos, una vez más, que el riesgo en estas nuevas autorizaciones está analizado y calculado, y que una tragedia como la de Buenavista del Cobre, en Sonora, jamás volverá a ocurrir en México. Lo cierto, sin embargo, es que el análisis de impacto y riesgo en nuestra legislación ambiental es terriblemente deficiente y permite que se autoricen proyectos sin las condiciones mínimas de control que el peligro inherente a algunas actividades demanda. Comunidades, pueblos y ciudades viven bajo la aterradora espada de Damocles de la discrecionalidad de la autoridad ambiental y de un sistema de toma de decisiones opaco y soberbio que no sabe rendir cuentas a la sociedad.

Las decisiones de gobierno en materia ambiental están enmarcadas en la creencia ciega, jamás demostrada, de que las ganancias privadas en un plazo breve y acelerado son un impulsor vital de la riqueza de la nación y que algo debe sacrificarse del capital natural y de la viabilidad futura del país en aras de un supuesto desarrollo económico. Sobre la base de una ley ambiental débil y





confusa, los permisos se otorgan en nombre del progreso, ignorando las preocupaciones y los reclamos de la sociedad civil, y la impunidad reina cuando las catástrofes ambientales ocurren. Los que pagan al final las consecuencias son siempre los sectores sociales más vulnerables y los recursos naturales más frágiles y más accesibles a la depredación. Así hemos perdido el 90% de nuestras selvas originales y los grandes lagos del altiplano, junto con buena parte de los manglares que protegen nuestras costas y la mayor parte de nuestros acuíferos. Con una población empobrecida, sin bosques y sin agua, vemos la violencia y la depredación crecer y nos preguntamos qué hacer.

Como sociedad, como país, necesitamos razones para construir una esperanza. Necesitamos experiencias que nos abran las puertas de un futuro viable. La crisis ambiental se creó lentamente; en algunos casos, tiene siglos de crecer poco a poco entre nosotros. Por muchos años la hemos ignorado, sin darnos cuenta de que es otra faceta de la desigualdad social y de la impunidad frente a la depredación. Revertir esta crisis nos llevará también muchos años. Debemos regenerar nuestro tejido social, repensar el sistema educativo, dar oportunidades a quienes no las tienen, y esperanza a todos los que sienten la misma angustia por el futuro.

México está lleno de experiencias conmovedoras, lleno de comunidades que han decidido apropiarse de su destino y buscar un futuro mejor, tanto en lo social como en lo ambiental. Los pescadores de Cabo Pulmo, por ejemplo, que supieron reinventarse como una comunidad conservacionista y oponerse al desarrollo depredador de su costa y sus arrecifes. O los ejidatarios de San Juan Nuevo, en Michoacán, que han sabido crecer económicamente mientras sus bosques crecen con ellos. O los habitantes de Saltillo, Coahuila, que voluntariamente pagan en su recibo de agua el costo de la conservación de la Sierra de Zapalinamé y sus manantiales. O las cooperativas pesqueras del Pacífico norte, defensoras acérrimas de sus recursos marinos y de su autonomía en el

único sector desde Alaska hasta El Cabo donde se sigue pescando sustentablemente langosta y abulón. O los coras y los huicholes que defienden la cuenca del río San Pedro, el único río del Pacífico que todavía desciende libre hasta el mar y alimenta los manglares de Marismas Nacionales, el humedal más importante y más productivo del Pacífico mexicano.

Podría seguir llenando páginas con experiencias similares, todas igualmente hondas y estre-mecedoras. ¿Qué lleva a un pescador de almejas a acariciar una ballena y a partir de allí cambiar el destino de su comunidad? ¿Qué fuerza impulsa al habitante de un río a decidirse a protegerlo de la minería tóxica o de las industrias contaminantes? ¿Qué conciencia profunda lleva a los habitantes de una ciudad, como tantas otras, a proteger sus sierras, sus bosques, sus manantiales?

Creo que tiene que ver con el “sentido de lugar”, esa sensación de pertenencia a una comarca, un grupo social, un paisaje, incluso una añoranza; esa capacidad que tienen algunas personas de pensar en el bien público y en el futuro de su comunidad, de su sociedad, como elementos centrales de decisión y de vida; esa convicción ética profunda que nos impulsa sacrificar beneficios individuales inmediatos a favor de una visión de beneficios públicos en el largo plazo.

No habrá futuro viable sin un ambiente saludable, pero tampoco lo habrá sin un respeto por los derechos de las personas que cuidan esas aguas, esas tierras, esos bosques, y viven de ellos. La modernidad no es un asunto de consumo exacerbado y ganancias de corto plazo; es una pregunta profunda de quiénes somos, cómo convivimos, a quién nos debemos y cómo imaginamos nuestro propio futuro.

Nuestro desafío generacional es construir un porvenir de justicia y compasión, de respeto hacia la otredad y la diversidad cultural. Pero también es construir un futuro en el que tenga cabida la inmensa riqueza del mundo natural, el heterogéneo, riquísimo caudal de vida del cual provenimos. Proteger nuestros bosques, nuestros mares, nuestras costas, nuestros ríos, es también parte de la construcción de una esperanza.

Y, como plantean los autores a lo largo de las páginas de este libro, es nuestra obligación como científicos y ciudadanos comprometidos con los problemas del mundo real hacer que nuestros políticos volteen a ver los grandes desafíos que yacen agazapados detrás de esa agenda ambiental que de a ratos parece tan ausente. Porque, al final de cuentas, la justicia ambiental es una parte medular de esa justicia social tan postergada y que México necesita tan urgentemente.



Introducción

*Leticia Merino Pérez*¹

*Alejandro Velázquez*²



Este trabajo responde a la voluntad de la Universidad Nacional Autónoma de México por refrendar su compromiso con el futuro en el contexto del cambio político, social y económico que vive México. Partimos de la certeza de que, en este proceso, la dimensión ambiental de la vida social y la actividad económica, así como la conservación de los sistemas naturales constituyen un eje central del futuro. Desde 2016 un grupo interdisciplinario de 40 investigadores de la UNAM, el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, la Universidad Autónoma Metropolitana, la Universidad Autónoma de Zacatecas, el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura e Iniciativa Climática, nos hemos dado a la tarea de construir una síntesis del conocimiento sobre los temas socioambientales más acuciantes. Resultado del trabajo de equipo fue la *Agenda Ambiental 2018*, parte central del quehacer del Seminario Universitario en Sociedad Medio Ambiente e Instituciones (SUSMAI, <http://susmai.unam.mx>), auspiciado por la Secretaría de Desarrollo Institucional de la UNAM, cuya meta es constituir un espacio de análisis, balance y difusión académica y ciudadana de los retos ambientales contemporáneos que enfrenta México y que deben abordarse de manera impostergable.

A lo largo del primer semestre de 2018, presentamos la Agenda Ambiental a los equipos de campaña de las coaliciones que compitieron en la elección de julio de ese año, buscando hacer de su conocimiento los problemas ambientales de mayor gravedad y presentar propuestas de política pública para enfrentarlos. Consideramos que estas presentaciones fueron el inicio de un diálogo que esperamos enriquecer con esta publicación. La Agenda Ambiental tuvo una generosa acogida por parte de los medios de comunicación; gracias a ello creemos haber contribuido al desarrollo de la conciencia y preocupación de la ciudadanía, cuya participación es fundamental en el impulso de políticas públicas que busquen

1 Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.

2 Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México.

revertir el deterioro creciente de los ecosistemas y las condiciones de precaria calidad ambiental en que viven la mayoría de los mexicanos. Esperamos que estas interacciones entre ciudadanos, comunicadores, políticos y académicos se mantengan y fortalezcan, dando un nuevo sentido a nuestro quehacer como académicos.

El presente trabajo retoma y abunda en los temas de la Agenda Ambiental: las formas de uso y gestión del agua, la biodiversidad, la agrobiodiversidad, los bosques, las costas y los mares, la energía, las actividades extractivas, la agricultura, los suelos y la seguridad alimentaria y las condiciones de los ecosistemas y recursos naturales que los sustentan. En este análisis y desde la visión de los especialistas en distintas áreas, destacamos riesgos, retos y áreas de oportunidad; avanzamos en propuestas para las políticas y la acción ciudadana. Buscamos con este nuevo trabajo brindar mayor fundamentación y elementos a quienes requieran y busquen la comprensión de los numerosos problemas socioambientales que hoy enfrentan la sociedad y el gobierno de México.

Este volumen es producto del conocimiento y compromiso de un grupo interdisciplinario, interinstitucional y diverso de autores, que generosamente han invertido numerosas horas de trabajo en este proyecto. A todos ellos nuestro profundo agradecimiento. Como en la Agenda Ambiental, la perspectiva y búsqueda de este libro es apostar al logro de la conservación y sustentabilidad junto con los ciudadanos —particularmente los más vulnerables— y no a expensas de ellos, introducir la dimensión ambiental en la visión y construcción de un futuro con mucho mayor justicia, respeto e inclusión social. El deterioro socioambiental y el patrón de la distribución de sus impactos en detrimento de los grupos de mayor pobreza obedece a una larga trayectoria de actividades y políticas económicas, de patrones de asentamiento y consumo y de política de desarrollo urbano cuyas acciones y omisiones han sacrificado la visión de largo plazo como guía del uso de los territorios y recursos naturales, en aras de un cre-

cimiento económico con beneficios concentrados en muy pocas manos.

La debilidad del Estado para regular las actividades económicas y el crecimiento urbano, mitigar sus impactos e invertir en la restauración y protección de los ecosistemas y recursos, atendiendo a la vez a la justicia social, ha sido constante en la historia de México. Durante la primera mitad del siglo xx, la política con mayor trascendencia territorial y social fue sin duda la de Reforma Agraria, que concedió y reconoció derechos sobre gran parte de las tierras y aguas del país a grupos campesinos y a comunidades indígenas, a la vez que estableció el carácter inalienable de estos derechos. Esta política —en especial durante el gobierno de Lázaro Cárdenas— sentó bases para el uso y gobierno de los territorios rurales por parte de grupos campesinos e indígenas. Si bien el reparto agrario tuvo una orientación fundamentalmente agrícola, otorgaba al campesinado el papel de actor clave en la suficiencia alimentaria y hacía de los ejidos y comunidades agrarias y de su organización, las estructuras de decisión sobre gran parte del territorio y los recursos naturales del país. Durante este periodo se dio también un impulso a la conservación, estableciendo Parques Nacionales —bajo régimen de propiedad pública— en zonas importantes por su valor emblemático y escénico. Se decretaron también vedas al aprovechamiento forestal en las áreas forestales de las cuencas donde se ubican los principales centros urbanos del país, las que se buscaba proteger reconociendo su contribución a la provisión de agua (Merino y Segura, 2005).

Entre los años 1940 y 1980 la política económica del país tuvo un marcado giro, orientándose a la búsqueda del desarrollo industrial nacional y el impulso a la agricultura de exportación en manos privadas. La economía tuvo importantes tasas de crecimiento sostenido durante tres décadas, promoviendo la sustitución de importaciones. En esos años se abandonó el reparto agrario y se desarrollaron grandes obras de irrigación, sobre todo en el noroeste. La agricultura campesina del centro y sur del país se dedicó fundamentalmen-

te al cultivo de granos básicos, para el consumo nacional, con precios controlados por el gobierno federal, contribuyendo así a mantener bajos el costo de la vida y los salarios de los trabajadores de la industria. Durante este periodo se impulsó masivamente la llamada “revolución verde”, basada en el uso de paquetes de semillas “mejoradas”, fertilizantes y herbicidas que incrementaron la productividad agrícola, junto con la dependencia de los productores campesinos hacia este paquete tecnológico. Su aplicación indiscriminada se tradujo en la contaminación creciente de los suelos y cuerpos de agua, mientras que la política agrícola y de control de precios generó también la descapitalización y la quiebra de gran parte de los productores campesinos.

Otra política con importantes implicaciones territoriales y ambientales durante ese periodo fue el establecimiento de concesiones forestales por periodos de 25 años, buscando promover la producción forestal de gran escala. En los bosques templados las concesiones se impusieron en tierras de ejidos y comunidades que de este modo perdieron el control de su principal patrimonio, sus tierras y bosques. En las décadas de 1960 y 1970 se implementaron políticas de colonización y reparto de tierras de los bosques tropicales, hasta entonces de propiedad pública. En las selvas se impulsaron la ganadería extensiva y la agricultura, buscando aplicar la tecnología de la revolución verde a las condiciones del trópico húmedo. Esta política inconcebible en la actualidad, que planteaba convertir los trópicos en el granero del país, resultó en la pérdida de casi tres millones de hectáreas de selvas transformadas en potreros, en los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca y Quintana Roo (Toledo et al., 1989). La expansión ganadera no se contuvo sino hasta finales de la década de 1980. Por otra parte, la explotación intensiva de los campos petroleros en los estados de la cuenca del Golfo de México se tradujo en deforestación, pérdida de terrenos agrícolas y contaminación de las costas. En síntesis, la política de crecimiento económico bajo el modelo designado como “desarrollo estabilizador” tuvo

importantísimos costos ambientales, basándose en un uso de los sistemas naturales como fuentes de recursos abundantes, casi ilimitados. El eventual deterioro de la naturaleza se manejó como un costo justificado del crecimiento económico, visto como incuestionable destino para el país.

En la década de 1970 se retomó el modelo de política de conservación de Reservas de la Biósfera (RB) impulsadas por la UNESCO y por algunos académicos mexicanos. En México las RB no han sido decretadas a partir de expropiaciones, sino que han sido establecidas en áreas que son mayoritariamente propiedad de comunidades agrarias y ejidos, donde si bien no se modifica el status formal de la tenencia de la tierra, se alteran significativamente los derechos de propiedad en tanto los dueños de los recursos pierden las capacidades de uso y decisión sobre los territorios incluidos en las áreas dedicadas a la conservación. Este modelo ha sido fuente de repetidos conflictos entre las autoridades ambientales y las poblaciones afectadas por los decretos de creación de las áreas naturales protegidas. Entre las reservas decretadas con este esquema están la de la Biósfera de Montes Azules, en Chiapas, y Mapimí y la Michilía, en Durango.

A mediados de los años 1980 se abandonaron los propósitos de fomentar la industria nacional y el mercado interno, en favor de la liberalización económica, la reducción del gasto público y la articulación a los mercados globales. El evento más relevante de este nuevo periodo fue la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) con los Estados Unidos y Canadá. Para llegar a la firma del TLCAN se realizaron importantes modificaciones a la legislación relacionada con los recursos naturales, favoreciendo su mercantilización y su adjudicación a las actividades competitivas internacionalmente y concediendo condiciones altamente favorables a la inversión transnacional. El primer gran cambio legislativo fue la modificación del artículo 27 constitucional que buscando crear mercados de tierras, permitió la venta de tierras ejidales e incluso la disolución de los ejidos. En el mismo sentido se modificaron

la Ley de Aguas Nacionales y la Ley Minera. La Ley de Aguas Nacionales de 1992 (aún vigente) creó un activo mercado de concesiones de agua, que ha llevado a la existencia de más de 500,000 concesiones, muchas de ellas en zonas vedadas y sobreexplotadas; 70% de esas concesiones están en manos de 7% de los concesionarios. Por su parte la Ley Minera concedió a la minería el carácter de “actividad de utilidad pública (...) preferente sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno” (artículo 6 de la Ley Minera), favoreciendo abiertamente a las corporaciones concesionarias, frente a los dueños de las tierras y actuando incluso por encima de las actividades de conservación.

El neoliberalismo y la globalización económica han acelerado los procesos de deterioro ambiental presentes en México desde el periodo del desarrollo estabilizador. Los impactos del agotamiento de los recursos naturales, la contaminación de ecosistemas y la emergencia de procesos de deterioro global como el de cambio climático, son cada vez más contundentes. En este contexto surgieron iniciativas internacionales como el Informe Brundtland de las Naciones Unidas, que en 1987 acuñó el término de “desarrollo sustentable” y la celebración de la “Cumbre de la Tierra” en Río de Janeiro en 1992, donde se establecieron la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica. En 1997 se firmó el Protocolo de Kyoto, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. A pesar de su importancia, las instituciones ambientales globales han tenido hasta hoy un peso secundario en la política internacional, que contrasta con las capacidades de otras instituciones de gobernanza global como la Organización Mundial de Comercio, el Fondo Monetario Internacional, el Banco Mundial o el Consejo de Seguridad de la ONU. A diferencia de esas instituciones, las decisiones de las organizaciones globales ambientales carecen de carácter vinculante.

México no fue ajeno a estas tendencias: en 1982 se creó la Secretaría de Desarrollo Urbano

y Ecología (Sedue) y se promulgó la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). En 1987 se reformaron los artículos 27 y 73 constitucionales, estableciendo la obligación del Estado para favorecer el equilibrio ecológico y facultando al Congreso de la Unión para legislar en materia de protección al ambiente. En 1989 se creó la Comisión Nacional del Agua (Conagua), originalmente a cargo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) como entidad del gobierno federal responsable de la administración del agua y la protección de las cuencas hidrológicas. En 1992 la Sedue se convirtió en la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), que albergaba el Instituto Nacional de Ecología (INE), responsable de la normatividad ambiental, y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa). En respuesta al creciente reconocimiento de la riqueza biológica del país, también en 1992 se creó la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) y se retomó vigorosamente la política de conservación con el decreto de nuevas Áreas Nacionales Protegidas (ANP) en 10 millones de hectáreas. A partir de 1982 se impulsó el programa de “desarrollo forestal”, que favoreció la devolución a las comunidades y ejidos afectados de los derechos de uso de los bosques hasta entonces concesionados, promoviendo la creación de empresas comunitarias en distintas regiones del país, algunas de las cuales se convirtieron en modelos internacionales de desarrollo sustentable. (Merino L., 2004; Bray D. y L. Merino, 2004; Bray D., L. Merino y D. Barry, 2005).

La influencia de la Conferencia de Río se tradujo en un peso político relativamente mayor a los temas ambientales, que en México se reflejó en la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap, 1994-2000). La Semarnap buscó integrar los temas de normatividad ambiental entonces a cargo de Sedesol, y la gestión de recursos naturales (agua, bosques y pesquerías), responsabilidad de la SARH y la Secretaría de Pesca. Esta Secretaría impulsó también una serie de instrumentos de gestión

como: la regulación para la protección de la vida silvestre, el ordenamiento ecológico del territorio, la evaluación de impacto ambiental, los estudios de riesgo, las normas oficiales mexicanas, la regulación directa de materiales y residuos peligrosos y la auditoría ambiental, que expresan un énfasis en la acción regulatoria de la política pública. (Guevara Sanginés, 2005). La Semarnap retomó la política de desarrollo forestal comunitario con la creación del Programa de Conservación y Manejo Forestal (Procymaf), referencia internacional como política de impulso a la conservación y manejo sustentable de los bosques basado en la participación de las comunidades locales. La política de conservación tuvo un fuerte impulso con la creación de 17 nuevas áreas con una superficie conjunta de 2 millones y medio de hectáreas y la creación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp).

A partir de diciembre del año 2000, con el cambio de gobierno, la gestión de la actividad pesquera pasó a ser responsabilidad de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa)³. La separación de las actividades productivas pesqueras de las políticas ambientales y de gestión de los recursos naturales expresa una tensión presente y no resuelta en el ejercicio público mexicano, entre el interés por la protección ambiental y el impulso de las actividades productivas. Durante la administración 2000-2006 se impulsó el uso de instrumentos económicos para la gestión ambiental como los esquemas de pago por servicios ambientales. Estas políticas obedecen al reconocimiento del valor funcional de los ecosistemas como proveedores de “servicios” insustituibles como la provisión de agua, la regulación climática ante el proceso de calentamiento global, la polinización y provisión de germoplasma, entre otros. Con esta visión se creó en 2001 la Comisión Nacional Forestal (Conafor), con un presupuesto dos veces mayor al de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

(Semarnat). La acción de la Conafor se centró en hacer reforestaciones y en el programa de pago por servicios ambientales. Aunque el Procymaf se mantuvo durante esta administración, la atención a la construcción de experiencias y capacidades locales de manejo forestal recibió menor atención.

Desde la década de 1980 México ha participado activamente en la elaboración de acuerdos internacionales sobre temas ambientales: es signatario del Protocolo de Montreal para la protección de la capa de ozono y el Protocolo de Helsinki, relativo a las emisiones de azufre (1987), el Protocolo de Sofía, relativo a óxidos de nitrógeno (1988), el Convenio de Basilea, para regular el tránsito fronterizo de desechos peligrosos (1989), el Convenio de Rotterdam, sobre el comercio internacional de sustancias químicas peligrosas (2004), el Convenio de Estocolmo, para proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes (2003), el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (1994), el Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (1992), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre, el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, del Convenio sobre la Diversidad Biológica (1999), el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y equitativa en los beneficios que genera su uso (2014), la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (1996) y la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (2015). Si bien estos acuerdos tienen valor jurídico en México, pocas veces han sido considerados como instrumentos para la construcción de la sustentabilidad del país y su implementación no se cumple a cabalidad. La suscripción de acuerdos ambientales internacionales ha servido, en cambio, para legitimar al gobierno mexicano en foros internacionales y ante la opinión pública nacional. Este fue el caso del énfasis del presidente Calderón en el cumplimiento de grandes metas de reforestación —con escasa

3 La Semarnap se transformó en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Semarnat.

orientación de producción sustentable— que se manejó como estrategia de legitimación frente a los escasos resultados de su administración en otros temas, particularmente en la guerra contra el narcotráfico.

Durante la administración 2006-2012 se profundizaron algunas de las tendencias en materia de política ambiental presentes desde el 2000, entre ellas la limitación presupuestal, expresión de la escasa relevancia que el Estado Mexicano concede al tema. Los recursos con que cuenta la Semarnat son más reducidos que los de la mayoría de las secretarías del gobierno federal. En 2016 la asignación presupuestal a la Semarnat ascendió a 55,770 millones de pesos, equivalente a 51% del presupuesto de ese año de la Sedesol y 65% del de la Sagarpa. En el año 2000 este presupuesto representaba 0.25% del Producto Interno Bruto (PIB), once años después este porcentaje se había reducido a 0.18%. Adicionalmente, la distribución del presupuesto de la Secretaría muestra fuertes sesgos: en 2004, 57% de los recursos se destinaban a la Conagua; 8%, a la Conafor; 2%, a la Conanp; 4%, a la Profepa y 2% a actividades de gestión. En 2016, 73% del financiamiento de la secretaría se invirtió en la Conagua; 2.43%, en la Conanp; 14%, en la Conafor; 1.7% en la Profepa, y solo 1.18% en las tareas de gestión.

Se abandonaron las políticas de ordenación territorial nacional, estatal y municipal, además de que los ordenamientos de la expansión urbana y la regularización de núcleos agrarios han sido temas ausentes. En este campo, la LGEEPA y la Ley General de Asentamientos Humanos fueron sustituidas por la Ley General de Asentamientos Humanos, mientras que en lo que se refiere a ordenamiento territorial y desarrollo urbano se le restaron capacidades a la Semarnat.

En la política pública el tema ambiental ha sido fuertemente sectorializado y, como se ha mencionado, carece de la fuerza política necesaria para incidir en la acción de los sectores agropecuario, de pesca, extractivo, turístico, energético e incluso hidráulico. La gestión ambiental mantiene además un fuerte centralismo, que impone a los

núcleos agrarios, cooperativas pesqueras y productores campesinos políticas y medidas ajenas a las condiciones regionales y locales, burocratiza excesivamente la gestión local, desconoce las capacidades regionales y locales e inhibe su desarrollo. La descentralización de la política ambiental y de las políticas con impactos territoriales es una necesidad imperativa para el avance de la sustentabilidad en México. Se requiere una política basada en la construcción de capacidades locales y regionales técnicas y de gobernanza, mucho más profunda que el mero cambio de domicilio de las instituciones federales que ha propuesto la presente administración.

En contraste, se mantuvo la actividad mediática como línea de acción importante de la Semarnat, que en su balance de fin del sexenio pasado presumía: la extensión de las ANP en 91 millones de hectáreas de tierra y mar, omitiendo mencionar que en 63 de ellas ha permitido la minería a cielo abierto; el compromiso con la Agenda 2030 y los Acuerdos de París, a pesar de que no existía institución responsable de implementarlas ni se habían reportado avances en el cumplimiento de sus metas como lo han hecho muchos países del mundo. La Semarnat se preciaba de proteger a las doce vaquitas marinas sobrevivientes y las 137 parejas de águilas reales cuyos hábitats han sido destruidos por la sobreexplotación pesquera, forestal, agrícola y minera, solapadas por la acción y omisión públicas. Lo que sí cumplió cabalmente la Semarnat fue el compromiso que su extitular⁴ expresó a inicios de la pasada administración de que la política ambiental no sería una restricción para el crecimiento económico. No solo permitió actividades turísticas de gran escala y el sobreconcesionamiento, sobreexplotación y contaminación del agua, sino que fue omisa frente a actividades de gran impacto ambiental y social como la minería de cielo abierto, la extracción de gas lutita mediante fractura hidráulica (*fracking*) y el avance de las plantacio-

4 Juan José Guerra Abud, miembro del Partido Verde Ecológico de México.

nes agroindustriales de soya transgénica, aguacate y palma africana, entre otros cultivos, que se expanden a costa de la destrucción de las selvas y los bosques del país.

Los trabajos que presentamos documentan los impactos de las políticas y actividades en los ecosistemas que sostienen la vida. Dan también cuenta de los efectos de estos impactos en las condiciones de vida de la población, y de los procesos de despojo que han sufrido los grupos más vulnerables y aquellos que dependen en mayor medida de los recursos naturales. Como en la *Agenda Ambiental 2018*, los autores han trabajado propuestas para revertir estas tendencias, formuladas a partir del conocimiento de las problemáticas y del diálogo con los actores políticos y sociales que inciden en estas complejas realidades.

Mariza Mazari y Adalberto Noyola coordinan el primer capítulo, dedicado al tema del agua, en el que participan Ana Burgos, Pedro Moctezuma Barragán, Elena Burns, Oscar Monroy, José Agustín Breña, Antonio Hernández Espriú y Ana Cecilia Espinosa. En él se describe la política de concesiones, dando cuenta de problemas de enorme gravedad como el abandono del tratamiento de las aguas y la ausencia de medidas de monitoreo, control y remediación de la contaminación de los cuerpos de agua y los acuíferos, además de abordar aspectos legales, institucionales y presupuestales del sector.

Helena Cotler, Héctor Robles, Elena Lazos y Jorge Etchevers analizan las implicaciones de los avances de la agricultura industrial, basada en monocultivos que requieren un alto uso de insumos químicos; la pérdida y contaminación de suelos, la contaminación de acuíferos y la pérdida de seguridad alimentaria, en un país que presume, en el discurso oficial, de ser un país líder en la exportación de alimentos. Los autores, haciendo eco de las recomendaciones de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de la Organización de las Naciones Unidas (FAO), proponen el apoyo a los pequeños y medianos agricultores como estrategia viable y necesaria para avanzar en el camino de la sustentabilidad y la seguridad alimentaria.

El tercer capítulo, escrito por Alejandro Casas y Mariana Vallejo, se refiere a la agrobiodiversidad presente en México, herencia de las prácticas y conocimientos de incontables generaciones de pobladores de Mesoamérica. Los autores también documentan los retos que enfrenta la conservación de este legado y las consecuencias globales y locales de su eventual pérdida.

En el cuarto capítulo, que coordinó Coro Arizmendi y en el que participan Ana Escalante, Maya Rocha Ortega, Alex Córdoba Aguilar, Rafael Lira Saade, Oswaldo Téllez Valdés, Patricia Dávila Aranda, Carlos Muench, Gerardo Ceballos, Andrés García y Pedro Álvarez-Icaza, se da cuenta de distintas expresiones del enorme patrimonio biológico del país y de las iniciativas para su conservación y uso sustentable.

Gonzalo Chapela y Leticia Merino abordan la problemática de las regiones forestales de forma propositiva, considerando temas como derechos humanos, sobrerregulación de la actividad forestal, extracciones ilegales, relevo generacional e impulso de la producción forestal comunitaria sustentable.

José Rubén Lara, Salomón Díaz Mondragón y Eduardo Peters analizan en el sexto capítulo los problemas de acidificación del océano, la sobre-pesca, la eutroficación y contaminación que amenazan la vida marina, y que resultan de la acción de factores globales (incremento de la temperatura global), agravados por factores regionales y locales como: la sobre-pesca, el desecho de plásticos, microplásticos y fertilizantes en los mares, resultado de la ausencia de normatividad y regulaciones ambientales en distintos sectores y del apoyo oficial que durante décadas ha recibido la pesca industrial, en detrimento de las cooperativas pesqueras y pescadores ribereños.

En el séptimo capítulo, Adrián Fernández y Luisa Sierra Brozón exponen las implicaciones globales y locales, ambientales y económicas que para el país tiene la permanencia de la matriz energética basada en el uso de hidrocarburos. Consideran los riesgos de la resistencia al cambio en este sector estratégico, ubican áreas de oportunidad economi-

cas, ambientales y sociales, y avanza propuestas innovadoras de transición hacia la sustentabilidad.

En el capítulo octavo Francisco Cravioto y Marisol Aburto documentan la rápida expansión de la minería, una de las actividades impulsadas a partir del TLCAN en el territorio nacional, con impactos sociales y ambientales devastadores. Revisan también los numerosos conflictos socioambientales que enfrentan a corporaciones mineras con comunidades locales que defienden sus territorios. Este trabajo analiza los impactos ambientales de la extracción minera, basada cada vez más, en la técnica de “tajo a cielo abierto”. Se detallan las limitadas contribuciones de la minería al PIB, al empleo y a la recaudación fiscal, como elementos para la evaluación de esta actividad de cara a una estrategia de soberanía, justicia y sustentabilidad para el país, y se proponen me-

didias de política pública y modificaciones legislativas para sustentarlas.


Finalmente, la reflexión de Rodrigo Gutiérrez sobre el derecho humano a un medio ambiente sano considera las bases jurídicas y las estrategias legislativas para lograr su reconocimiento ante las violaciones cotidianas a este tipo de derechos humanos.

A lo largo de las décadas y en la gran mayoría de los casos, en la política ambiental y en las políticas relacionadas con el manejo de los territorios y recursos naturales los criterios de equidad, justicia y vulnerabilidad han estado ausentes o han sido tratados como obstáculos para lograr la conservación. En el proceso de transformación por el que México ha apostado, la justicia ambiental y la equidad deben ser asumidas como dimensiones de la sustentabilidad y motores para su avance.



La problemática del agua en México

*Marisa Mazari Hiriart y Adalberto Noyola Robles (Coordinadores)
Ana Burgos, Pedro Moctezuma Barragán, Elena Burns, Oscar Monroy,
José Agustín Breña, Antonio Hernández Espriú, Ana Cecilia Espinosa*



1. Introducción

El agua, elemento fundamental para la vida, es un recurso natural renovable; sin embargo, dada la tasa a la cual está siendo usada por las sociedades se ha tornado en un recurso no renovable (Gleick et al., 2004). El agua es también un bien natural común -en el sentido de ser usado simultáneamente por distintos usuarios y por comunidades de usuarios-, del cual dependen las poblaciones urbana y rural, las actividades productivas y de servicios, y sobre el cual existen intereses de mercado y de corporaciones privadas para las que el agua es básicamente un bien mercantil.

Es muy importante tener en cuenta que en México la Constitución decreta el derecho humano al agua: “Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines” (artículo 4 de la Constitución, 2012).

México y el mundo enfrentan una crisis por el agua que ha dado lugar a que el concepto de seguridad hídrica sea considerado en agendas políticas, económicas, sociales y académicas. La seguridad hídrica es la capacidad instalada en territorios específicos para asegurar el abasto de agua en cantidad y calidad para satisfacer las necesidades domésticas y productivas, y a la vez contar con un control razonable del riesgo hídrico, mediante la prevención, adaptación o mitigación de los efectos destructivos del exceso de agua por lluvias torrenciales y su escasez por sequías (Grey y Sadoff, 2007). El consenso global sobre la seguridad hídrica es un elemento central de la agenda global 2030 de Naciones Unidas que define los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El sexto objetivo establece la necesidad de “garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, (UN, <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg6>). Este objetivo es subyacente y

transversal a otros once de los diecisiete objetivos que conforman dicha agenda internacional.

La condición de seguridad hídrica en un lugar particular depende de diversos factores y circunstancias (Sadoff y Muller, 2010; Martínez-Austria, 2013; Peña, 2016), entre ellos patrones de precipitación y temperatura que regulan la captura del agua y las pérdidas por evapotranspiración, junto con la condición de los suelos, la vegetación y los acuíferos que determinan el movimiento del agua tanto superficial como subterránea. Las amenazas de sequías y lluvias torrenciales más frecuentes y difíciles de predecir se traducen en incertidumbre y riesgo para las regiones y grupos sociales más vulnerables del país. Otro tipo de factores que inciden en la seguridad hídrica son la demanda de agua requerida por la población y por diversas actividades productivas, así como la oferta de agua a partir de las fuentes disponibles mediante infraestructura y tecnología adecuadas para su aprovechamiento y distribución.

La seguridad hídrica depende no solo de condiciones ambientales y de infraestructura sino de factores sociales, institucionales y políticos, englobados en una gobernanza adecuada. Algunos son: la regulación y normatividad del acceso al recurso; la organización de los usuarios del agua, y el capital social con que cuentan los usuarios y las sociedades para dirimir conflictos por el agua, con base en redes de colaboración y confianza que se entretajan en espacios sociales apropiados para enfrentar los retos de distribuir de manera equitativa un recurso escaso. Estos aspectos representan condiciones fundamentales para el uso y manejo sostenible de este recurso crítico.

Muy diversos factores intervienen en el logro de la seguridad hídrica, lo que hace de ella un reto de alta complejidad y máxima prioridad, cuya atención requiere el trabajo conjunto de equipos académicos interdisciplinarios (Biswas, 2006) y la participación de actores civiles, sociales y económicos. Además, la seguridad hídrica rural es fundamental para la seguridad alimentaria, en tanto que hace posibles las actividades productivas agropecuarias de subsistencia, así como las

orientadas a la producción para los mercados de distintas escalas. Los territorios rurales son altamente vulnerables a eventos hidrometeorológicos extremos, vulnerabilidad que se agudiza ante la ausencia de estrategias locales, regionales y nacionales de adaptación y mitigación al cambio climático, basadas en la organización social y en el soporte institucional.

El abasto de agua potable en cantidad y calidad y las condiciones de saneamiento son fundamentales para alcanzar el derecho humano a una vida digna y un ambiente sano, un compromiso internacional suscrito por México y con validez jurídica en el país. En este contexto, la escasez de agua es un problema común a nivel mundial, tanto en países desarrollados como en desarrollo, situación que propicia el reúso del agua y el recurrir a fuentes de agua de menor calidad para satisfacer la demanda (Gray, 2008). El reúso de agua es una buena práctica, siempre y cuando el agua residual sea tratada adecuadamente hasta lograr que su aprovechamiento no implique riesgos para la salud pública.

El agua puede reutilizarse en cierto número de casos en serie, uno después de otro, a través de los cuales su calidad se va deteriorando. En cada etapa puede ubicarse un proceso de tratamiento específico para garantizar su reúso adecuado. Esta diversidad de usos potenciales abre oportunidades para integrar un manejo racional del recurso, considerándolo como un bien escaso, con diferentes costos en función del nivel de calidad que presente (Noyola, 2016). Este enfoque, con el apoyo financiero, administrativo y tecnológico adecuado y con la aceptación social constituye una manera de garantizar niveles satisfactorios de abasto de agua en zonas de escasez, sin limitar otras actividades productivas, de servicios o recreación que requieren agua. Tal estrategia requiere una alta dosis de innovación y adaptación, distinta a muchas soluciones convencionales (Noyola et al., 2010).

En México los acuíferos abastecen dos terceras partes del consumo humano del agua y la mitad de lo requerido para actividades industriales; la

producción agrícola se basa en una tercera parte en fuentes subterráneas (Conagua, 2011). La importancia de estos reservorios de agua es enorme para la seguridad hídrica del país. Los acuíferos, definidos como formaciones geológicas que almacenan agua y permiten su circulación en el subsuelo en cantidades significativas, constituyen una fuente indispensable para satisfacer las necesidades urbanas, rurales, industriales y agrícolas. En general, representan fuentes hídricas con un mayor volumen almacenado que los cuerpos de agua superficiales; es decir, tienen mayor capacidad de almacenamiento y extensión superficial, son menos vulnerables a la contaminación y son más resilientes a cambios climáticos extremos. La contaminación y agotamiento de los acuíferos puede controlarse, minimizarse, pero sobre todo, prevenirse si se implementan programas y políticas que permitan entender, monitorear, explotar, proteger y remediar los acuíferos de una manera sostenible, diferente de lo que hasta ahora se ha realizado en México. Para lograrlo es necesario contar y basar las decisiones en información confiable, utilizando las nuevas tecnologías, como la percepción remota.

Cuando diversos actores tienen necesidades de suministro, el esquema más adecuado para la gestión integral del recurso hídrico, máxime si el recurso es escaso, es mediante una gobernanza basada en un plan hídrico a nivel de cuenca hidrográfica. Este plan debe incluir propuestas concertadas de proyectos para el manejo sustentable de los acuíferos y aguas superficiales, mantener la calidad del agua requerida para los diversos usos y su asignación adecuada conforme a los diferentes requerimientos de los actores ubicados en la cuenca principalmente, y fuera de ella si luego de los usos locales hubiera agua excedente. Tanto en la elaboración del diagnóstico, como en el plan y su aplicación, debe participar la sociedad organizada dentro de la figura del consejo de cuenca.

En el ámbito de la gobernanza del recurso, el marco legal e institucional vigente en México desde principios de los años 1990 no ha logrado prevenir ni corregir la grave crisis del agua, que

tiene expresiones en todas las entidades, poniendo en riesgo el desarrollo del país. Este marco, en sintonía con la liberalización de los mercados, ha buscado convertir las obligaciones del Estado en oportunidades para la inversión y ha pretendido lograr el cuidado del recurso a través de mecanismos mercantiles. En México y en el mundo, este marco está demostrando sus limitaciones. El intento de gobernar desde el mercado ha resultado en una distribución del agua profundamente desigual, dando pie a crecientes conflictos en torno al acceso al agua. Distintos actores ligados a proyectos extractivos, agroindustriales, de desarrollos inmobiliarios y turísticos ejercen una fuerte presión sobre los recursos hídricos de distintas cuencas, en ocasiones a expensas de las necesidades de la población. Muchos de estos proyectos llegan a operar por encima y fuera del estado de derecho, generando dinámicas de acaparamiento, despojo, y marginación hídrica, en un contexto de corrupción.

Frente a los límites de este modelo, varios grupos de la sociedad civil en México promueven un nuevo marco legal e institucional, centrado en los derechos humanos y de los pueblos. Esta corriente debe fortalecerse mediante mecanismos efectivos de acceso a la información y planeación participativa, impulsando esquemas de contraloría y defensoría ciudadana, que hagan factible una gobernanza participativa y eficiente del agua.

2. Las condiciones del agua en México

El Programa Nacional Hídrico 2014-2018 (PNH) publicado por la Conagua (2014) contenía un diagnóstico del sector visto desde la perspectiva oficial, que incluía una serie de estrategias y líneas de acción importantes para soportar la toma de decisiones. Sin embargo, se trataba de enunciados cortos sin ningún planteamiento para su realización. Al término de su vigencia, es evidente que la mayor parte de los planteamientos del PNH no se atendieron ni cumplieron. Una de las lecciones evidentes de tal situación es que se

requieren ajustes importantes al diseño institucional de la administración gubernamental del sector, acompañados de los ordenamientos legales que apoyen una mejor gestión del agua. Dentro de tales ajustes debe considerarse la apertura y la incorporación de los diversos actores involucrados en aspectos de planeación, toma de decisiones y acompañamiento en la operación, que fortalezcan la institucionalidad de la gestión del agua.

En esta sección se abordan elementos adicionales para integrar un diagnóstico desde una perspectiva académica, con la intención de contribuir a construir propuestas más completas e incluyentes.

2.1. Gestión del agua y seguridad hídrica

La seguridad hídrica tiene carácter estratégico para un pueblo, ciudad, región o país, pues abarca de manera transversal dimensiones críticas para la vida en sociedad (Peña, 2016). Considerando la dimensión humana, el agua fue declarada como un derecho humano por las Naciones Unidas en el año 2010 y en México este derecho fue incluido como tal en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en el año 2012, inclusión que está aún lejos de ser atendida. En cuanto a la dimensión económica, las actividades de producción agrícola, industrial, minera y turística requieren enormes cantidades de agua de calidad adecuada, para los distintos procesos productivos, determinantes en el desarrollo económico de una región. En este contexto son cada vez más que evidentes las dificultades para contar con agua en la cantidad suficiente y la calidad necesaria para el conjunto de la población y las actividades que se llevan a cabo. En la dimensión social, las disputas por el agua entre usuarios y usos en conflicto agudizan tensiones sociales, además de poner en evidencia la relación entre el escaso acceso al agua, desigualdades sociales y falta de oportunidades para el desarrollo. En la dimensión ecológica, la alteración de suelo y

vegetación, la extracción de agua limpia, el vertimiento de aguas residuales son factores que conducen directamente a la transformación de ecosistemas, lo que propicia círculos viciosos de deterioro ambiental generalizado. Finalmente, en la dimensión del riesgo, los cambios globales han incrementado la incertidumbre ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos que provocan sequías y grandes excedentes de agua. Estos fenómenos naturales constituyen amenazas que exacerban las dificultades preexistentes para lograr la seguridad hídrica.

Dada la alta complejidad y el carácter estratégico del manejo del agua, la forma idónea para construir la seguridad hídrica en cada comunidad, ciudad o región de México es la gestión integral del agua por cuencas hidrográficas (Cotler, 2004; Rodríguez-Barrientos, 2006; Burgos y Bocco, 2015). Muchas experiencias en países desarrollados y en desarrollo han mostrado que la gestión participativa de cuencas permite mejorar la preservación, administración y toma de decisiones sobre los recursos hídricos de una cuenca, a la vez que facilita acuerdos y criterios de justicia para quienes conviven en ella, incluyendo los ecosistemas y la vida silvestre. Sin embargo, la gestión de cuencas en México es una deuda pendiente (Cotler, 2004; Burgos y Bocco, 2014).

El país enfrenta problemas complejos en la administración del agua, que demandan formas de atención diferentes a las que se han venido aplicando. A la fecha, ni la gestión de cuencas, ni el logro de la seguridad hídrica han recibido el estatus de tema estratégico en la política pública federal, estatal o municipal, por lo que no se ha actuado para lograr su implementación. Adicionalmente, la estructura normativa e institucional de la gestión del agua no ha permitido responder a los retos mencionados, ya que en ella no existen espacios intersectoriales incluyentes efectivos, donde participen los distintos actores involucrados en la gestión del agua y las cuencas, de manera informada. Se requieren con urgencia cambios legales y de diseño institucional que promuevan espacios de deliberación, negociación y toma de

decisión en torno a la apropiación y preservación de los recursos hídricos en las distintas cuencas.

Los rezagos estructurales se observan en la precaria atención de los servicios básicos de agua y saneamiento, cuya responsabilidad atribuye la Constitución (artículo 115) a los municipios, pero además en la carencia de capacidades institucionales para prevenir, atender y remediar los efectos adversos de eventos hidrometeorológicos extremos como sequías y lluvias torrenciales que puedan impactar sus territorios. En estos casos, la falta de seguridad hídrica es un obstáculo de gran magnitud para impulsar procesos de desarrollo local, particularmente en el medio rural, donde se pone de manifiesto su orfandad y debilidad institucional. Las dependencias gubernamentales suelen señalar la dispersión rural y la alta relación costo/beneficio como las causas de la baja atención a la seguridad hídrica en municipios y localidades rurales. Además, al recorrer estas zonas se encuentra un muestrario de infraestructura inacabada, abandonada o sin operar. Ello resulta de errores técnicos, producto de la incompetencia, negligencia o corrupción en la administración de fondos públicos, junto con la incapacidad de los gobiernos y comunidades locales para hacerse cargo de su operación y mantenimiento.

En la actualidad, en México y en el mundo, distintas experiencias han generado mayor conocimiento y aprendizaje social sobre las formas de avanzar hacia la gestión de cuencas y el logro de la seguridad hídrica en distintos contextos ecológicos y sociales. Se ha avanzado también en la conformación de una sociedad civil más consciente del valor ecológico, social y económico del agua; propensa a la acción colectiva para la preservación de los recursos hídricos. También han surgido grupos académicos y técnicos mejor dotado en términos teóricos, conceptuales y aplicados para facilitar la apropiación social del conocimiento y contribuir al diseño de soluciones. Falta, sin embargo, mayor apertura de los sectores político, científico, social y empresarial, a la par de una descentralización de capacidades y recursos, con el fin de reconocer la gestión par-

ticipativa de las cuencas y el logro de la seguridad hídrica, como un asunto necesariamente colectivo y democrático, de negociación y búsqueda del bien común.

En el ámbito nacional, por décadas ha prevalecido la visión de dar atención prioritaria a las grandes ciudades, donde se concentra la mayor parte de la población. No obstante, este esquema no ha logrado que los habitantes de las ciudades cuenten de manera continua con agua suficiente ni con la calidad necesaria y ha dejado en situación casi de abandono a los centros de población pequeños. A pesar de esta política de atención de centros urbanos, existe un problema con la confianza que su población tiene en los servicios de agua. Esta actitud generalizada ha llevado a que un alto porcentaje de sus habitantes consuma agua embotellada. La compra de agua embotellada es de tal magnitud que México se encuentra en el primer lugar en cuanto al volumen de consumo de agua embotellada per cápita en el mundo y es el segundo consumidor mundial por volumen total del consumo (Delgado Ramos, 2014). Esta situación repercute en la economía familiar, particularmente en los estratos socioeconómicos bajos. Ante este panorama, desde la sociedad civil y organizaciones no gubernamentales (ONG) han surgido alternativas para que la población desatendida cuente con agua y pueda mejorar su calidad para utilizarla en actividades domésticas. En este campo destacan las iniciativas para la captación de agua de lluvia, como una fuente de abastecimiento para familias que viven en zonas sin infraestructura de abastecimiento de agua y que carecen de un sistema de potabilización.

Para lograr la seguridad hídrica para la población mexicana es necesario analizar la creciente demanda para diversos usos, la incertidumbre en la variación espacio-temporal, así como los procesos relacionados con fuentes contaminantes que alteran los ecosistemas, afectando tanto la cantidad como la calidad del recurso. En México, el monitoreo de la cantidad y calidad del agua es insuficiente, lo que repercute en las condiciones ambientales y de salud de la población. El dile-

ma de la cantidad y calidad del agua con efectos directos en la salud pública (Cofepris, 2008) es un tema cada vez más complejo, debido a un incremento continuo en la demanda y una mayor diversidad de contaminantes que alteran su calidad. La información sobre la calidad y otros indicadores del agua, que debiera ser del conocimiento público es poco accesible y limitada, no quedando del todo claro ni la cantidad de agua que se usa, ni para qué uso se destina, ni el tipo de agua residual que se genera, ni el contenido de diversos compuestos o microorganismos ajenos a los sistemas acuáticos afectados.

Para la interacción entre agua y salud es necesario desarrollar soluciones desde una visión integral de ecosalud, con la que se pueden lograr mejores interacciones entre la población y el medio ambiente, a fin de mantener ecosistemas y población saludables (Oglethorpe et al., 2008; Boischio et al., 2009; Charrón, 2014). Dada la relevancia del agua como elemento integrador en cualquier ecosistema —natural, rural, urbano—, su alteración por contaminación, explotación intensiva, modificación de los sistemas tanto de agua superficial como subterránea resultará en impactos negativos en el bienestar y salud de la población, en las actividades productivas y en la convivencia de los grupos involucrados.

Se ha demostrado el impacto positivo de la inversión en agua y saneamiento en la salud pública. En varios países en desarrollo, las acciones en el sector pueden ser costo-efectivas al evitar años de vida ajustados por discapacidad (*DALY: disability-adjusted life year*) de la población. Se ha estimado que tales acciones presentan una relación costo-beneficio muy favorable. Este ahorro resulta de: a) beneficios directamente relacionados con la salud, es decir, costos de atención a la salud y de otros tipos que son evitados al presentarse menos casos de enfermedades gastrointestinales; b) beneficios económicos indirectos relacionados con la salud y que se asocian a incrementos en la productividad y c) beneficios no relacionados con la salud, como el tiempo invertido al no contar con instalaciones de agua y de saneamiento cercanas.

Económicamente, este último factor es el que presenta el mayor impacto (Hutton et al., 2007).

El sector salud en México enfrenta la paradoja de no haber resuelto los problemas sanitarios básicos relacionados con enfermedades infecciosas gastrointestinales y enfrentar un incremento en las enfermedades crónico-degenerativas, asociadas en algunos casos con compuestos derivados de actividades industriales y agrícolas. Esta situación implica serios riesgos para la salud de la población, tanto a corto como a largo plazo.

Los parámetros microbiológicos actualmente utilizados e incluidos en la normativa aplicable dan una visión parcial y deficiente para asegurar la inocuidad del agua de consumo. Además, la descarga y el reúso de aguas residuales conlleva riesgos adicionales debido a la potencial presencia de patógenos no controlados, de antibióticos que generan resistencia de bacterias, de compuestos de tipo inorgánico como metales pesados, compuestos orgánicos como residuos de productos de aseo personal y doméstico, derivados de combustibles, de disolventes industriales, de plaguicidas y de plásticos que actúan como disruptores endocrinos, conocidos como contaminantes emergentes.

México no cuenta con la capacidad necesaria para el tratamiento de las aguas residuales generadas, ni aplica soluciones tecnológicas para la remoción de los contaminantes emergentes. En estas condiciones, el reúso del agua para riego representa un riesgo adicional para la población. De hecho, México es el segundo país en el mundo, después de China, que utiliza agua residual cruda para riego en más de 180,000 hectáreas y agua residual tratada en aproximadamente 70,000 hectáreas (Jiménez, 2006).

El propósito de tratar las aguas residuales es evitar la contaminación de los cuerpos de agua a los que son vertidas y la consecuente protección a la salud ambiental, o bien reusar el agua. Sin embargo, si los procesos de tratamiento son deficientes, se incrementa la probabilidad de encontrar microorganismos como virus, algunas bacterias, protozoarios y huevos de helminto, que son tolerantes a los procesos de tratamiento de aguas

residuales convencionales y que constituyen un riesgo para la salud pública una vez que las aguas son descargadas desde las plantas de tratamiento (Maier et al., 2009). Por lo tanto, conocer la calidad de agua de reúso y monitorear la eficiencia de los procesos de tratamiento, así como aplicar nuevas tecnologías para la desinfección en diversas etapas, favorecerán la descarga y reúso de agua de forma más segura.

El manejo adecuado del agua implica la interacción social con el agua, como un tema de equidad, de reducción de la pobreza, con estrategias para mejorar las condiciones de vida y salud, lo que representa para México un problema crítico del siglo XXI. Éste es un compromiso internacional plasmado en la Agenda 2030 y los ODS de la ONU, entre los que se incluye agua limpia y saneamiento (ODS 6), propiciar ciudades sostenibles (ODS 11), compromiso que el gobierno mexicano se comprometió a cumplir.

2.2. Agua subterránea

Los acuíferos son formaciones geológicas donde se almacena agua y constituyen la principal —y muchas veces la única— fuente del recurso, particularmente en regiones semiáridas y áridas.

Como resultado del crecimiento poblacional y de las actividades económicas, la extracción intensiva del agua subterránea ha provocado una pérdida del volumen de agua global almacenado en los acuíferos y ha contribuido de manera importante al incremento de los niveles del mar (Pokhrel et al., 2012). No obstante, el uso intensivo del agua subterránea no se debe directamente al incremento poblacional o al aumento de las actividades agrícolas per se, sino a los planes deficientes de gestión y manejo hidrológico (Llamas y Martínez-Santos, 2005), que no han integrado de manera eficaz el uso de las nuevas tecnologías de monitoreo y análisis, el impulso de la recarga de acuíferos, las metodologías de frontera y los requerimientos futuros de los usuarios, con las condiciones geológicas, hidráulicas, sociales,

demográficas e industriales, políticas y económicas que afectan a un acuífero en lo particular. La gestión deficiente de las aguas subterráneas genera problemas asociados con:

- ▶ La subsidencia, compactación, y fractura del terreno.
- ▶ Degradación de la calidad química del agua en niveles que implican riesgo.
- ▶ Inversión del gradiente hidráulico natural.
- ▶ Decrecimiento en el flujo base de ríos y arroyos.
- ▶ Disminución del caudal en manantiales y humedales.
- ▶ Alteración ambiental de ecosistemas dependientes del agua subterránea.
- ▶ Abatimientos excesivos en pozos.
- ▶ Extracción por arriba de la tasa de recarga natural de un sistema de agua subterránea (sobreexplotación).

En México, se estima que el 62% del consumo humano, 52% del abasto para las actividades industriales y 34% del agua que se usa con fines agrícolas dependen de los sistemas de agua subterránea (Conagua, 2016). Estudios recientes ubican al país en el sexto lugar mundial con mayor extracción de acuíferos, solo por debajo de la India, China y Estados Unidos (Wada et al., 2012). Solo en la última década, el volumen de agua subterránea extraído en todo México se estima entre 8 y 14 km³/año.

La Conagua (2016) reporta 653 unidades de manejo del agua subterránea que sostienen el ~40% del volumen que se dedica a usos consuntivos, ubicadas en 37 regiones hidrológicas, que a su vez se agrupan en 13 regiones hidrológico-administrativas. De estos acuíferos, 105 están en condiciones francas de sobreexplotación, 32 presentan suelos salinos y agua salobre y 18 exhiben intrusión marina en entornos costeros.

El principal mecanismo de recarga de los acuíferos mexicanos es la infiltración de la precipitación, estimada en un ~6% de los ~800 mm promedio anuales de lluvia, lo que implica que el

país cuenta con $\sim 447 \text{ mm}^3$ anuales de agua dulce renovable, de los cuales solo $\sim 92 \text{ mm}^3$ se consideran recarga efectiva de los acuíferos mexicanos.

La evaluación y gestión de un acuífero depende en gran medida de las herramientas disponibles para caracterizarlo. Tanto el monitoreo de las aguas subterráneas como su interacción con las actividades humanas (bombeo, recarga artificial controlada y no controlada) resultan vitales para la generación de mejores estrategias de gestión del agua subterránea, ya que en función de esta información deben tomarse decisiones fundamentales como el otorgamiento de concesiones o el establecimiento de medidas de protección.

La legislación mexicana actual ha permitido mejorar el desarrollo de estudios técnicos (i.e. NOM-011-CONAGUA-2015) encaminados a establecer y difundir la disponibilidad media anual de los acuíferos en México de manera pública. Esto constituye un avance significativo que ha permitido conocer la magnitud de la explotación de los acuíferos más importantes en nuestro país, a la vez que ha permitido normalizar el contenido mínimo indispensable que un estudio técnico de aguas subterráneas debe contener. Pese a esto, existen limitaciones que será necesario abordar en el corto plazo para evitar sesgos en el análisis de las disponibilidades subterráneas de las que depende la aprobación (o no) de nuevas concesiones por parte de la autoridad hídrica.

A pesar de los avances, persiste el desconocimiento de aspectos centrales de las aguas subterráneas. De entrada, se desconoce cuánta agua se encuentra almacenada en los acuíferos del país y cuáles han sido sus tendencias de los pasados años e incluso décadas. En el mismo sentido, si bien se cuenta con mapas de algunos acuíferos representados en dos dimensiones, aún se carece de información acerca de la tercera dimensión (profundidad) y tampoco se conoce la variación espacial de las propiedades básicas de muchos acuíferos.

La modernización del monitoreo de los recursos hídricos por medio del uso de técnicas de percepción remota es obligada. Es importante

que en el corto plazo se utilicen estas fuentes de información a fin de desarrollar nuevas y mejores estrategias de gestión del agua en función de la disponibilidad real de los recursos hídricos y las necesidades nacionales.

Con base en lo anterior, se identifican áreas de oportunidad para avanzar en el análisis de la disponibilidad y vulnerabilidad del agua subterránea en México:

- ▶ Las áreas de balance deben basarse en los límites geológicos e hidrodinámicos de los acuíferos, y no en límites administrativos.
- ▶ Se requiere incrementar el nivel de instrumentación y monitoreo de los niveles piezométricos y los parámetros hidro y geoquímicos de los principales acuíferos en México, con el fin de conocer la variación espacio-temporal de los niveles de agua de una manera más precisa, robusta y significativa.
- ▶ Se requieren mayores esfuerzos y recursos tecnológicos para que el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA) sea verdaderamente una base de datos pública, confiable y actualizada que refleje las condiciones reales de extracción, con un enfoque geoespacial.
- ▶ En gran parte de los acuíferos de México se deben realizar investigaciones hidrogeológicas fundamentales empleando nuevas metodologías analíticas y de modelación que resulten en una más precisa evaluación de la calidad y disponibilidad del recurso.

La comunidad científica nacional debe realizar alianzas y colaboraciones con el sector público, privado y con la sociedad civil, con el fin de abordar las siguientes preguntas fundamentales, para las cuáles hoy se carece de respuestas:

- ▶ ¿Cuánta agua se encuentra almacenada en el subsuelo, tanto en las zonas no saturadas (humedad del suelo) como en las zonas saturadas (acuífero)?

- ▶ ¿Qué proporción del volumen almacenado es renovable?
- ▶ ¿Qué proporción del volumen almacenado se está extrayendo realmente?
- ▶ ¿Qué proporción del volumen almacenado se puede extraer sin consecuencias negativas de largo plazo?
- ▶ ¿Qué volumen de agua subterránea es necesario para que se mantengan los procesos ecológicos que tienen lugar en los ecosistemas acuáticos superficiales y en los ecosistemas terrestres?
- ▶ ¿Cómo cambian en el tiempo los volúmenes disponibles y requeridos como resultado del cambio climático y la aplicación de acciones de adaptación?
- ▶ ¿Qué tan vulnerables son estos acuíferos a las presiones o eventos externos como el aumento del nivel del mar, la contaminación antropogénica y la demanda de las actividades extractivas?

2.3. Tratamiento de aguas residuales y reúso

Como se mencionó con anterioridad, en México el tratamiento de las aguas residuales, municipales e industriales tiene un fuerte rezago. Si bien se han alcanzado coberturas aceptables en materia de suministro de agua (92.5% de la población) y drenaje (73%) o disposición en fosas sépticas (18%), estos avances no han sido acompañados por el tratamiento del caudal de aguas residuales conducidas en las redes de drenaje, dejando trunco el sistema de abastecimiento–recolección–tratamiento–disposición final.

En este contexto, el necesario tránsito hacia un desarrollo sustentable viene a incorporar nuevos elementos anteriormente ausentes en la toma de decisiones en el sector agua. Por un lado, la necesidad de recuperar agua residual para ser incorporada en varios usos no potables, ante la creciente escasez del recurso en grandes zonas del país y, por otro, el objetivo de reducir la emisión de ga-

ses de efecto invernadero (GEI) mediante un adecuado manejo de las aguas residuales que evite la emisión de metano y óxido nitroso por descargas crudas a cuerpos de agua (Noyola et al., 2013).

Un dato revelador es que en el país solamente se reportan como tratadas 129 m³/s (57%) de los 212 m³/s de aguas residuales municipales colectadas, ya sea en redes de drenaje o en fosas sépticas (Conagua, 2016). El resto, más las aguas no colectadas (aproximadamente 20 m³/s), se vierten crudas en los cuerpos de agua o en el terreno. A lo anterior se agrega el hecho de que existe una deficiente operación en una gran cantidad de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, lo que resulta en importantes caudales con deficiente o nulo tratamiento.

Un estudio sobre la situación de la infraestructura de tratamiento de efluentes municipales, desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, revela que solo 54% de las plantas menores a 100 litros/segundo funcionan; sin embargo, menos del 50% de éstas lo hacen de manera adecuada (es decir, aproximadamente 25% del total). En cuanto a las plantas mayores, el 82% se encuentra operando, aunque solamente el 41% lo hace de acuerdo con las eficiencias esperadas. Como resultado, más del 50% por ciento de las plantas de tratamiento municipales en México presentan una calificación global de pésimo a mal funcionamiento (Morgan-Sagastume, 2016). Ni el impacto negativo a los ecosistemas causado por las descargas de aguas residuales crudas ni el daño a la salud pública han sido elementos suficientes para que el adecuado tratamiento de las aguas residuales sea considerado como una prioridad gubernamental y de la sociedad.

El agotamiento y la contaminación de los acuíferos y fuentes superficiales de agua son consecuencia de la búsqueda de los máximos beneficios en el corto plazo como criterio rector de su última administración y manejo. En la actualidad, en distintas regiones del mundo se ha concluido que no se puede ni se debe seguir considerando al agua como un recurso renovable, pues mediante el ciclo natural ésta no se renueva a la velocidad

que las actividades humanas la requieren, tanto en cantidad como en calidad. Ante este nuevo paradigma, México no cuenta con una política consistente que desde una gestión de cuencas busque conservar y ampliar los volúmenes de reserva subterránea y superficial y desde ahí distribuirlos a la población y a otros usuarios. Si bien el Plan Nacional Hídrico 2014-2018 (Conagua, 2014) considera que la contaminación de los cuerpos de agua incide en la escasez de agua para consumo humano y representa un fuerte riesgo sanitario para la población, las políticas aplicadas no priorizan el tratamiento ni el reúso del agua residual. Para la Conagua y demás autoridades del agua, la solución a privilegiar es seguir extrayendo agua de pozos cada vez más profundos y trasvasar agua de cuencas en donde se considera que hay abundancia, sin considerar los efectos que esa práctica ocasiona en los ecosistemas y en las comunidades afectadas. A ello se añade la inexistencia de una política clara que busque el tratamiento y reúso del agua tratada destinada a la agricultura y la industria.

Fuera de la aplicación en riego agrícola, mayoritariamente con aguas residuales no tratadas, las experiencias de reúso controlado son aún escasas en México, a pesar del potencial que representa el aprovechamiento del recurso después de un primer uso. Es de esperar que en el marco del desarrollo sustentable y ante la amenaza de los efectos del cambio climático, el tratamiento de las aguas residuales avance en respuesta a la necesidad creciente de disponer de volúmenes de agua que de otra forma no podrán ser suministrados.

Para posibilitar este cambio se requerirá de nueva infraestructura para el manejo y tratamiento de aguas residuales y de adecuaciones a la existente. En particular, las nuevas plantas de tratamiento por construir en regiones donde hay presión por el recurso hídrico deberán concebirse considerando las oportunidades de reúso presentes en su entorno. Los trenes de proceso deberán ser integrados por operaciones y procesos unitarios que alcancen una calidad definida para el reúso destinado, y no únicamente para cumplir con una normativa de descarga al ambiente. Este

enfoque diferente debe ser incorporado desde la ingeniería conceptual del sistema de tratamiento. Estos cambios representan también oportunidades para seleccionar tecnologías adaptadas a los casos particulares, reconociendo las limitaciones técnicas y económicas que con frecuencia se presentan en la gestión del agua del país.

El manejo sustentable del agua requiere soluciones integrales, en muchos casos descentralizadas, que acerquen la oferta a la demanda, y en donde se valore al agua como un recurso de múltiples usos escalonados (Noyola, 2016). En particular, las inversiones mayores por hacer en las diversas obras de infraestructura requeridas por los servicios de captación, potabilización, abastecimiento, drenaje, tratamiento, reúso y evacuación final del agua deberán contemplar la aplicación de tecnologías innovadoras y adaptadas a las condiciones locales. De este modo pueden lograrse economías en el costo físico de los sistemas, así como en su operación y mantenimiento, lo que hará factible su sostenimiento mediante cuotas razonables, a la medida de la capacidad de pago de los usuarios.

La instalación de grandes colectores de drenaje y grandes plantas de tratamiento, es decir, el enfoque convencional, no es necesariamente la solución más adecuada en muchos casos. La integración de distritos de reúso urbanos, industriales, agrícolas y sus posibles combinaciones, debe ser una prioridad en zonas con escasez de agua, buscando acercar la fuente de agua tratada a los usuarios. En ese sentido, el tratamiento y reúso *in situ* abre amplias posibilidades de manejo racional. La escala de este tipo de aplicaciones puede variar entre una casa habitación individual hasta una colonia o barrio, pasando por condominios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos e industrias. Además de su flexibilidad, los sistemas de recolección y tratamiento *in situ* pueden favorecer las acciones de reúso en el mismo predio o en zonas aledañas. Un esquema conceptual del manejo del agua para zonas urbanas favorece la existencia de dos sistemas de recolección y tratamiento de efluentes: uno descentralizado o *in situ* y otro centralizado o convencional.

En México la manera de regular el uso del agua de manera justa para toda la población es mediante su manejo por cuencas a través de los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares (cap. 13, Ley de Aguas Nacionales), donde se acuerden los planes hídricos que busquen la preservación y recuperación del ciclo del agua junto con los demás recursos naturales y la biodiversidad, buscando dar una digna calidad de vida a todos los habitantes de una región. Los Consejos de Cuenca, integrados por los diferentes sectores de ciudadanos y de gobierno, deben operar abiertamente para que los diversos proyectos y políticas para el manejo del agua (preservación de las fuentes de agua, en calidad y en cantidad, captación, almacenamiento, distribución, uso, reúso) sean discutidos y acordados con base en el consenso por todos los actores involucrados.

Para el uso sustentable del agua se debe hacer la planeación del país por cuencas bajo estos principios básicos:

1. Conservar y usar los recursos de la cuenca prioritariamente dentro de la cuenca. Esto implica que cada cuenca se desarrollará de acuerdo con sus recursos, considerando que, de haber excedentes, podrían intercambiarse con otras cuencas, pero sin limitar su desarrollo por extracción de sus recursos y su exportación.
2. En cuencas con disponibilidad limitada de agua, ésta debe dedicarse prioritariamente al consumo humano directo o a través de alimentos; el resto de las actividades deberán abastecerse a partir del tratamiento y reúso de agua.

Con base en lo anterior, para recuperar y mantener las reservas de agua dentro las cuencas se pueden identificar dos estrategias y varias acciones:

- ▶ Reducir la extracción del acuífero mediante:
 - El control de pérdidas en la red de agua potable.

- Una demanda industrial y doméstica más eficiente (considerando la medición y cobro uso eficiente, tratamiento y reúso).
- La armonización de la demanda agrícola y urbana y favoreciendo el riego con agua residual urbana tratada.
- ▶ Aumentar la recarga de los acuíferos:
 - Natural (favorecer su retención aumentando las áreas de recarga).
 - Artificial a partir de lluvia (captura, tratamiento, inyección y almacenamiento).
 - Artificial con aguas residuales domésticas (segregación, tratamiento e inyección).

Estas acciones deben emprenderse de inmediato en el país, pues las reservas de agua alrededor de las principales poblaciones están en claro riesgo, ya sea por contaminación o por sobreexplotación.

Para una política exitosa de tratamiento de aguas residuales no se deben repetir las acciones que han demostrado ser infructuosas y costosas. No debe permitirse más el mezclar todas las aguas residuales y enviarlas a través de drenajes a plantas de tratamiento alejadas de los sitios donde se genera la descarga y se ubican las oportunidades de reúso (Monroy et al., 2012). Este esquema produce altos caudales de agua muy diluida, de composición variable, con contaminantes de diversos orígenes, acarreado alto contenido de arenas y residuos ajenos al agua. Todos estos factores encarecen el tratamiento al tener que construir amplias redes de drenaje, plantas de tratamiento complejas y de gran tamaño. En consecuencia, son pocas las plantas municipales que funcionan adecuadamente en estas condiciones. Una opción importante es tratar las aguas residuales de forma segregada y descentralizada. Por segregación se entiende el tratamiento por separado de las aguas domésticas, las industriales y los escurrimientos urbanos para evitar contaminar las primeras con materia recalcitrante presente en las dos últimas. A su vez, tanto las aguas domésticas como

las industriales pueden ser separadas de acuerdo con su origen y composición.

2.4. Gobernanza y marco legal

Las reformas constitucionales posteriores a la Ley de Aguas Nacionales, a los artículos 1 (2011), 2 (2001) y 4 constitucionales (1999, 2011, 2012), así como la Observación 15 del Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC, Consejo Económico y Social de la ONU, 2003) exigen un nuevo marco legal e institucional centrado en los derechos, la coadyuvancia ciudadana-gubernamental, el respeto por la autodeterminación de los pueblos, la equidad, la sustentabilidad, la salud y la soberanía alimentaria, el acceso a la información, la exigibilidad de los derechos, el apoyo para defensores y políticas fiscales y presupuestales que garanticen fondos públicos para cumplir con el derecho humano al agua.

La Observación 15 al PIDESC, aprobada en Ginebra, Suiza, en 2002, define las obligaciones de los Estados parte en relación con el derecho al agua. Exige que los Estados examinen la legislación y las políticas existentes para hacerlas compatibles con las obligaciones relativas al derecho al agua, y que se deroguen, enmienden o cambien las que no sean congruentes con las obligaciones emanadas del Pacto. En el *Anexo* se enumeran algunas de las principales obligaciones que tendrán que ser consideradas en las leyes y políticas del agua.

Además de los mandatos constitucionales y de instrumentos internacionales, la reciente Ley General de Responsabilidades Administrativas (artículos 52-64) tipifica y sanciona prácticas comunes que tendrán que erradicarse del sector agua, y Ley General del Sistema Nacional AntiCorrupción permitirá que instancias de contraloría ciudadana (artículo 21) cuenten con las facultades requeridas para detección temprana y prevención de la corrupción en el sector (Coordinadora Nacional Agua para Tod@s Agua para la Vida, 2017).

México se encuentra en un proceso de transición hacia un nuevo marco jurídico en materia de agua, habiéndose incorporado ya varias de las reformas constitucionales requeridas: artículo 1, reconociendo la primacía de derechos humanos, en 2011; artículo 2, reconociendo el derecho a la autodeterminación de los pueblos indígenas, en 2001; y muy en particular, el reconocimiento del derecho humano al agua a través de reformas al artículo 4, publicadas en el *Diario Oficial de la Federación* el 8 de febrero 2012. La implementación de esta reforma requiere a su vez que la ley correspondiente establezca las bases para el acceso equitativo y sustentable al agua, a través de la participación ciudadana junto con la de los tres niveles de gobierno. Para ello, se especifica en el tercer transitorio del artículo reformado, que el Congreso de la Unión tendría que aprobar una nueva Ley General de Aguas en 360 días. Más de cinco años después no se cuenta aún con dicha Ley General, aunque sí hubo en 2015 un intento por parte de la Conagua de presentar un texto ante el Congreso, intención que frenó un grupo de ONG y ciudadanos desearios de participar en la solución de las crisis del agua, mediante una propuesta alterna conocida como Iniciativa Ciudadana de Ley General de Aguas (ICLGA).

2.4.1 Diagnóstico y análisis del marco legal e institucional federal

La actual Ley de Aguas Nacionales (1992, 2004) fue aprobada, junto con las reformas al artículo 27 constitucional y nuevas leyes en lo forestal, el agro y la minería, como preámbulo para la firma del Tratado de Libre Comercio. Esta Ley reconoce a la Conagua (creada en 1989) como autoridad única sobre el agua; reemplazó el complejo sistema de derechos al agua vigente hasta entonces por un sistema único de concesiones sujetas a dinámicas de libre compra y venta y permitió la concesión de obras hidráulicas, garantizando así que la prioridad de los desarrolladores y operadores de estas obras fuera la recuperación de inversiones y utilidades.

En este marco legal, las atribuciones de la Conagua son las siguientes:

- ▶ Determinar el volumen de agua disponible en cada cuenca y acuífero y otorgar concesiones, según sus propios criterios. Las concesiones de las aguas nacionales son objetos de libre compra y venta, con la obligación de informar a la Conagua para mantener actualizado el Registro Público de Derechos al Agua.
- ▶ Concesionar la ocupación de cauces, barrancas y lechos lacustres como zonas federales.
- ▶ Concesionar la construcción y operación de obras hidráulicas a particulares, garantizando la recuperación de sus inversiones, sin procedimientos para las evaluaciones independientes de costos, beneficios e impacto ambiental de dichas obras.
- ▶ Cobrar derechos, y negociar reducciones o exenciones.
- ▶ Vigilar y sancionar descargas con contaminantes fuera de los límites permitidos.
- ▶ Convocar y coordinar instancias de participación (Consejos de Cuenca, Comités Técnicos de Aguas Subterráneas) y acreditar a los representantes con derecho a participar en ellos.
- ▶ Arbitrar conflictos.

Es de señalar que Conagua puede ejercer las dos primeras atribuciones, y con ello causar, sin consecuencias, diversos problemas, como sobreconcesionar, promover severas inequidades en el acceso (acaparamiento-marginación), desconocer los derechos de pueblos indígenas y núcleos agrarios a sus fuentes históricas del agua, permitir el clandestinaje o la falta de instalación de medidores, urbanizar zonas inundables o que obstaculicen el libre flujo de agua en los cauces.

La Auditoría Superior de la Federación ha señalado las graves deficiencias en el desempeño de la Comisión Nacional del Agua en torno a los siguientes temas (ASE, 2015a, 2015c, 2017):

1. Regular el acceso a aguas superficiales y subterráneas (año auditado 2016):
 - Dada la contaminación de las aguas superficiales, el 80% del agua de calidad proviene de acuíferos.
 - La extracción de aguas subterráneas equivale a 160% de la recarga, con una sobre-extracción de 5,631 millones m³/año.
 - 60 millones de mexicanos dependen de acuíferos sobreexplotados por su agua.
 - El 71% del volumen concesionado no cuenta con medidor.
 - La Conagua realizó inspecciones de volúmenes extraídos en solo 1.7% de las 275,300 concesiones de aguas subterráneas; en 551 acuíferos (84%) no se realizó ninguna inspección de extracción (en 2014 solo realizó 24 visitas de inspección en el Valle de México).
 - En 2015, la Conagua otorgó 1,124 concesiones en 306 cuerpos de agua con déficit. De 104 acuíferos con déficit de agua, solo 42 cuentan con decreto de veda. Desde 2004 solo se ha logrado el decreto de una veda. Además, a pesar de que otros 239 acuíferos requieren de un reglamento debido a su limitada disponibilidad, en 2016 no se logró aplicar ninguno de estos instrumentos de control, en buena medida debido al tortuoso procedimiento administrativo y legal.
2. Garantizar la calidad del agua (auditoría de 2013):
 - 40% de las cuencas evaluadas estaban contaminadas con sustancias diversas incluyendo metales tóxicos y sustancias radiactivas.
 - En los 191 cuerpos superficiales de agua considerados en serio proceso de deterioro, la Conagua solo realizó 28 estudios de calidad.
 - La Conagua solo realizó 298 visitas de inspección de descargas a acuíferos. En

- 551 acuíferos no se realizó ninguna visita de inspección de descargas.
- En el Valle de México hubo solo 2 visitas de inspección de descargas durante el año 2015.
3. Asegurar el pago de derechos (auditoría de 2013):
 - De las concesiones obligadas a pagar derechos, solo 4.8% cumplieron, logrando una recaudación de 15 mil millones. El presupuesto federal fue 69 mil millones para el sector. Es importante señalar que no pagan derechos al agua los usuarios agrícolas que representan el 77% del volumen total de agua utilizado en el país (los cuales se concentran en zonas áridas del centro y norte del país, y cuya producción está orientada principalmente a la exportación) y las termoeléctricas, que representan 5% del uso total.
 4. Gestionar y lograr la buena aplicación de recursos públicos:
 - Túnel Emisor Oriente (auditado en 2015, ASF, 2016). Esta obra fue asignada sin licitación, sin proyecto ejecutivo terminado y sin manifestación de impacto ambiental, con un presupuesto total de \$9.5 mil millones de pesos. La construcción comenzó en 2008, para entrar en operación a mediados de 2012. En febrero de 2016, la Conagua informó que el avance del TEO era de 60%. Al final del 2016, ya se había gastado \$26.2 mil millones de pesos, a los que se agregaron \$4.4 mil millones para 2017, y unos \$1.7 mil millones adicionales para 2018, para un costo final superior a \$32.3 mil millones, es decir, 340% del costo total originalmente autorizado.
 5. Presupuesto 2017 (Presupuesto de Egresos 2017, 2016; Montoya, 2016):
 - El presupuesto federal para 2017 propuesto por la Conagua y aprobado por la Cámara de Diputados redujo los recursos asignados para infraestructura de agua y saneamiento en zonas urbanas y rurales de \$12.5 mil millones asignados en 2016 (y montos similares en años anteriores) a solo \$3.4 mil millones, lo cual representa una reducción de 73%. Además, asignó \$3.2 mil millones para la infraestructura hidráulica del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de México (dado que estaba en manos de una Asociación Pública-Privada se tenía la opción de reducir el monto de recursos públicos aportados, a favor de una mayor aportación por parte del socio privado).
 6. Promover la participación (Cámara de Senadores, 2017).
 - En 2017, el presupuesto federal propuesto por la Conagua y aprobado por la Cámara de Diputados eliminó los recursos para el funcionamiento de los Consejos, Comisiones y Comités de Cuenca y Comités Técnicos de Aguas Subterráneas, espacios de concertación entre usuarios del agua, sectores de la sociedad y la autoridad, establecidos en los Artículos 13 Bis y 14 de la Ley de Aguas Nacionales (su presupuesto en 2016 había sido 38.6 millones de pesos).
 7. Demostrar capacidad administrativa responsable (ASF, 2015b):
 - En 2016, la ASF observa que la Conagua no ha definido responsabilidades para procesos institucionales; no ha atendido los riesgos que afecten el logro de metas; no ha identificado las causas raíz que impiden el cumplimiento de las políticas institucionales; no ha implantado mecanismos adecuados para verificar la información y no ha utilizado los resultados de las auditorías para mejorar sus procesos. La Auditoría Superior de la Federación concluye que: “Es imperativo que la autoridad en la materia realice cambios estructurales en sus procesos y procedimientos para garantizar la dis-

ponibilidad del vital líquido para las generaciones presentes y futuras”. Para el caso del Valle de México señala: “... Persiste la sobreexplotación y deterioro de los recursos hídricos del Valle de México, debido a las deficiencias en la administración de los recursos por parte de la Conagua, lo que representó un riesgo para garantizar el vital líquido a los 23 millones de habitantes de la región (...). El problema podría agravarse si la autoridad no se replantea la forma de administrar el agua”.

2.4.2. Diagnóstico y análisis del marco legal e institucional estatal y municipal

La reforma al artículo 115 constitucional (1983) responsabiliza a los gobiernos municipales de la gestión del agua potable, alcantarillado y saneamiento, bajo esquemas determinados por las leyes estatales, las cuales comparten las siguientes características:

- ▶ Se promueve la formación de organismos operadores, para que los ingresos por el cobro del agua, alcantarillado y saneamiento sean administrados independientemente de las finanzas municipales, con el fin de lograr la “sustentabilidad financiera,” la cual incluye garantizar utilidades a potenciales socios privados.
- ▶ El presidente municipal en turno designa al gerente del organismo operador, así como a los integrantes de su Consejo de Administración. Al no haber procesos vinculantes de planeación ni acceso público a la información sobre la infraestructura, cada trienio resulta en una dinámica de “borrón y cuenta nueva”.
- ▶ No existen mecanismos para garantizar una distribución equitativa del agua ni para prohibir condicionantes políticos o económicos para su acceso.
- ▶ Las finanzas de los organismos operadores de agua y saneamiento son vulnerables a

“cobros” y “préstamos” del presidente municipal en turno.

- ▶ Las comisiones estatales del agua organizan las obras hidráulicas municipales y regionales, en torno a la promoción de dinámicas de urbanización, zonas industriales y actividades extractivistas en la entidad.
- ▶ Los recursos federales requieren de aprobación y contraparte estatal, lo cual permite el condicionamiento partidista al acceso, así como la imposición de megaobras o tecnologías inadecuadas para las capacidades financieras y técnicas del municipio.
- ▶ Dado que no se sanciona la discriminación contra de poblaciones urbanas periféricas, y agencias o delegaciones municipales con poblaciones marginales, el acceso a recursos públicos para infraestructura se limita generalmente a la cabecera municipal.
- ▶ Relacionado con lo anterior, en zonas rurales o urbanas marginalizadas se permite (explícitamente, o por omisión) la existencia de sistemas comunitarios construidos, administrados y financiados por los propios usuarios—dando facultades al gobierno municipal o estatal de tomar control sobre estos sistemas cuando lo considere conveniente.

Los estados de Puebla, Veracruz, Quintana Roo, Sinaloa, Baja California, la Ciudad de México y el Estado de México han presentado o aprobado una nueva generación de leyes locales que buscan cumplir con los requerimientos de las empresas que exigen garantizar la recuperación de utilidades sobre sus inversiones. Estas leyes incluyen:

- ▶ Permitir las asociaciones público-privadas para el agua y saneamiento, y en su caso, para la infraestructura y los seguros frente al riesgo de inundaciones.
- ▶ Permitir que un gobierno municipal controle los sistemas comunitarios en su jurisdicción, y que el gobierno estatal adquiera el control sobre la infraestructura muni-

cial y que dichas autoridades entren en arreglos privatizantes.

- ▶ Obligar a las autoridades municipales y estatales a buscar acuerdos con el sector privado para el financiamiento de la infraestructura requerida.
- ▶ Establecer que el agua es un servicio que se presta a cambio de una contraprestación (pago).
- ▶ Asegurar que las tarifas estén determinadas en un espacio protegido de presiones por parte de los usuarios (generalmente el Congreso Estatal) y que garanticen la recuperación de las inversiones, utilidades, gastos y fondos de reserva de los socios privados.
- ▶ Garantizar fondos públicos para completar las tarifas cuando rebasen la capacidad de pago de los usuarios.
- ▶ Permitir el recorte del servicio de agua y de drenaje en caso de retrasos en el pago.
- ▶ Permitir que la empresa establezca las cuotas para el restablecimiento del servicio.
- ▶ Prohibir, incluso con el uso de la fuerza pública, intentos de protestar contra obras o acciones por parte de las autoridades del agua.

3. Propuestas

Frente al enorme reto que representa el manejo sustentable del agua en México es imperativo desarrollar e implantar nuevos sistemas legales, administrativos, sociales y tecnológicos que consideren las limitaciones y posibilidades propias de las diversas regiones del país, aplicando una alta dosis de innovación, adaptación y participación ciudadana. Para asegurar que las inversiones en el sector logren un beneficio real y de largo plazo es indispensable actuar decididamente en el campo de las políticas públicas, de tal forma que se fomente una gestión profesional, efectiva y eficiente en el manejo del recurso hídrico a nivel de cuencas, con participación real de la sociedad.

Con base en los elementos de diagnóstico presentados, se pueden formular las siguientes propuestas para ser consideradas en una renovada política de manejo del agua en México.

3.1. Gestión y seguridad hídrica

Dado que seguridad hídrica y desarrollo están íntimamente ligados, urge la definición de políticas públicas pertinentes, acordes y adaptadas a los diferentes contextos y condiciones regionales. La gestión de cuencas y la gobernanza del agua han sido reconocidas internacionalmente como los marcos más adecuados para incidir en la construcción de un futuro hídrico sostenible (De San Juan, 2015).

A partir del diagnóstico presentado, surgen los siguientes lineamientos generales para encauzar cambios en México desde el quehacer gubernamental:

1. Posicionar el alcance de la seguridad hídrica como un tema estratégico y urgente en las agendas de los distintos órdenes de gobierno, en los ámbitos social, económico, y ambiental.
2. Fortalecer el entendimiento de la cuenca hidrográfica como el espacio físico y social idóneo para el diagnóstico, planeación, ejecución y seguimiento de decisiones y acciones para el manejo de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, con vistas a conciliar el desarrollo y la preservación ambiental, así como promover la adaptación al cambio climático.
3. Actualizar y adaptar la legislación para promover una gestión de cuencas efectiva, con la participación de actores sociales en esquemas multiescalares de participación ascendente (desde la escala local, a la estatal y nacional), con respeto a los territorios locales desde las pequeñas cuencas, y la promoción de la colaboración y coordinación armoniosa entre sectores e institucio-

nes en los organismos de cuenca a mayores escalas.

4. Incorporar el agua en las zonas rurales como tema urgente y abordarlo como un eje transversal dentro de las estrategias para el desarrollo local en territorios rurales vulnerables, particularmente en las entidades federativas con mayores rezagos y pobreza rural; articular lo rural-urbano entre asentamientos que comparten la misma cuenca.
5. Articular mecanismos de financiamiento a corto, mediano y largo plazo que sean eficientes y transparentes para mejorar la infraestructura y las tecnologías del agua en asentamientos urbanos y rurales.

En general, se requiere mayor voluntad para aportar conocimientos e inteligencias diversas, e integrarse en estructuras organizadas, informadas y participativas tendientes a la deliberación y gobernanza del recurso. La visión estratégica y una mayor voluntad de acción conjunta, darían el impulso para transitar un largo camino hacia mejores arreglos institucionales, aprendizaje social, generación de información científica aplicada y relacionada con los problemas que se enfrentan en relación con el agua, y construcción de vínculos para alcanzar la seguridad hídrica en diferentes cuencas de México. Esta es la apuesta que se requiere para anticipar los problemas hídricos críticos que se viven actualmente y que se avecinan en un número creciente de localidades.

Ante la evidencia de que en las pasadas tres décadas no se ha avanzado en los temas relacionados con el agua y la salud al ritmo que la problemática requiere, es necesario actualizar diferentes aspectos y actuar a la brevedad para dar una respuesta adecuada a las necesidades. Las medidas necesarias van desde un monitoreo basado en los parámetros más adecuados, tanto en relación con el agua como con aspectos relacionados con la salud, pasando por la aplicación de la tecnología adecuada, la actualización legislativa y normativa, hasta un cambio de actitud de la población.

Además, se deberá avanzar en el cumplimiento de la legislación y normatividad, ya que esto representa una parte fundamental de la solución a la serie de problemas ambientales y de salud pública que enfrenta el país.

3.2. Agua subterránea

México enfrenta grandes desafíos en relación con el agua subterránea. Para enfrentarlos, deberá abordar retos técnicos complejos, a partir de equipos interdisciplinarios e interinstitucionales con la participación de funcionarios gubernamentales, el sector académico, la iniciativa privada, los usuarios del agua y la sociedad en su conjunto. En este contexto, México deberá abordar en el corto y mediano plazo rezagos en materia hidrogeológica, con objeto de mejorar el modelo actual de gestión del agua subterránea. En los próximos años las autoridades mexicanas en materia de agua deberán considerar el impulsar, promover, gestionar, destinar recursos, desarrollar y divulgar las siguientes líneas prioritarias en materia hidrogeológica:

1. Recarga gestionada. Actualmente se cuenta con legislación que permite la inyección de agua en el subsuelo, pero ningún acuífero mexicano regional se ha beneficiado con prácticas de gestión de la recarga, mientras que en otros países estos proyectos se realizan habitualmente desde hace al menos 20 años. Aunque hay algunas iniciativas a corto plazo y pruebas piloto aisladas, es fundamental desarrollar un plan de gestión de la recarga en México, que priorice, calendarice y especifique las acciones a seguir para aquellos acuíferos que, por su importancia estratégica, deban de someterse a acciones de recarga artificial.
2. Monitoreo automatizado de acuíferos. Es necesario invertir más recursos en perforar y automatizar pozos de observación que brinden información espacial robusta,

en tiempo real vía telemétrica, de los niveles piezométricos y algunos parámetros hidroquímicos. Esto mejorará el entendimiento de la respuesta hidrodinámica de los principales acuíferos del país, por extracciones y recargas y permitirá tomar mejores decisiones en torno a políticas de veda y restricciones en el bombeo. Se puede tomar como ejemplo la red de monitoreo en tiempo real establecida por el *Texas Water Development Board* (disponible en <https://waterdatafortexas.org/groundwater>, última visita, noviembre de 2017).

3. Remediación efectiva, atención a la vulnerabilidad y protección del agua subterránea. Es necesario caracterizar ambientalmente los acuíferos con mayor afectación en México e implementar estrategias de remediación de frontera. Actualmente, muchos acuíferos contaminados se evalúan de manera simplista y se aplican técnicas únicas de remediación obsoletas y poco efectivas (i.e. bombeo y tratamiento). Es fundamental jerarquizar por orden de importancia los acuíferos que deben ser remediados y se tendrán que integrar estudios hidrológicos, toxicológicos y de riesgo a la salud que permitan tomar las mejores decisiones. Además, será necesario establecer programas de monitoreo a largo plazo, mapas de vulnerabilidad y/o riesgo a la contaminación (Hernández-Espriú et al., 2014), perímetros y planes de protección de agua subterránea, que permitan la mitigación y prevención de la contaminación, así como la regulación de actividades industriales y agrícolas en pozos, acuíferos y zonas de alta vulnerabilidad o riesgo. Lo ideal sería contar con mapas de vulnerabilidad actualizados, vinculados a bases geoespaciales de acceso libre a través de sistemas geográficos en Internet.
4. Nexos agua-energía no convencional. Caracterizar la variación espacial de la línea base de la calidad del agua (superficial y

subterránea) y establecer las disponibilidades de agua actuales y futuras. Prohibir extracciones del agua subterránea para realizar fracturamientos hidráulicos (FH). Es fundamental que toda la información generada (volúmenes de agua, terminación de los pozos, composición del fluido fracturante) se centralice en una base de datos pública y de acceso gratuito. Para eso, se recomienda que esta nueva administración federal canalice recursos para la creación de un laboratorio hidro y geoquímico nacional. Esto permitirá monitorear los contaminantes existentes y emergentes en los cuerpos de agua subterránea que impliquen un riesgo para la población y para los ecosistemas.

5. Replanteamiento del modelo de gestión en la Cuenca de México. Es evidente que el modelo de gestión actual de la Cuenca de México no es sostenible en el largo plazo. Los problemas cada vez más graves de subsidencia, compactación del terreno, fracturamiento superficial, inversión del gradiente hidráulico y degradación de la calidad microbiológica y química indican claramente que no debe continuar el nivel de estrés en que la cuenca se encuentra actualmente. Es necesario desarrollar capacidades para diversificar nuevas fuentes de agua para uso y consumo humano, que, en conjunto con proyectos de gestión de la recarga, permitan la recuperación paulatina de los acuíferos y disminuyan las tasas de subsidencia actuales. El programa gubernamental de perforación de pozos profundos (> 2 km), es una excelente iniciativa, pero sería un grave error no aprovechar las perforaciones (existentes y futuras) para estudiar a fondo el comportamiento hidrológico del acuífero profundo en calizas, con criterios ampliamente usados en la industria petrolera (i.e. caracterización de yacimientos, petrofísica moderna, modelado estático 3D), y solo considerar estos nue-

vos pozos para incorporar más volumen de agua a la red de distribución. El nuevo modelo de gestión en la cuenca tiene que incluir: 1) la actualización de estudios hidrogeológicos y programas ambiciosos de monitoreo en áreas vecinas (i.e. Valle del Mezquital, Hernández-Espriú et al., 2016) y 2) la instauración de un nuevo centro de investigación encargado exclusivamente de estudiar y monitorear la subsidencia, fracturamiento (natural e inducido, local y regional), compactación y deformación del terreno, con técnicas directas e indirectas. También será indispensable reinterpretar la respuesta hidráulica del acuífero, acompañada por el análisis detallado de sus propiedades geotécnicas, geofísicas y petrofísicas.

3.3. Tratamiento de agua y reúso

1. Colocar el rezago de la cobertura de tratamiento de aguas residuales como prioridad en la agenda gubernamental, en particular a nivel municipal, y fomentar la participación ciudadana organizada e informada tanto en zonas rurales como urbanas.
2. Ante las responsabilidades que asigna el artículo 115 constitucional, en el ámbito municipal la Federación deberá favorecer y hacer factible la conformación de consorcios operadores de sistemas de suministro y tratamiento del agua que den servicio a los municipios que los constituyan. Con ello se podrá dotar de capacidades de gestión administrativa y técnica a municipios que por sí solos no pueden proveer un adecuado servicio a su población. En los casos en que no aplique esta medida es importante fortalecer las capacidades legales, financieras y técnicas de las autoridades municipales para operar eficientemente los sistemas de abastecimiento de agua, desalojo y tratamiento de aguas residuales.
3. Analizar la creación de órganos estatales que apoyen a los gobiernos municipales y sus organismos operadores en lo relacionado con el manejo de las aguas residuales en su demarcación. Este apoyo debe contemplar aspectos técnicos, de ingeniería, de gestión y operación de la infraestructura de los sistemas de agua. Con ello se propiciará una gestión profesional y eficiente de los organismos operadores, al amparo de los cambios en la conducción política local.
4. Para el abastecimiento de agua es necesario no solo llegar a más usuarios, sino también lograr un incremento en la calidad y garantizar la potabilidad del agua y la continuidad en el servicio. En el mismo sentido, se debe considerar su sustentabilidad con planeación a largo plazo y no solo la construcción de la infraestructura, mediante el fortalecimiento de las capacidades operativas y de gestión de los organismos responsables del servicio.
5. Retirar de la Conagua el papel de inspección y fiscalización del cumplimiento de la normativa de descargas de aguas residuales como “autoridad del agua” en los artículos 86 y 95 de la Ley de Aguas Nacionales. Esta responsabilidad puede recaer en la Profepa.
6. En el nuevo texto de Ley de Aguas Nacionales se deberá indicar que los planes hídricos de cada cuenca buscan la sustentabilidad entendida como un cambio de paradigma en el manejo y aplicación de los recursos (Monroy y Moctezuma, 2016). Los proyectos sustentables no solo deben ser rentables sino también incluyentes, de ahí que se requiere revisar el conjunto de las actividades económicas, sociales y tecnológicas asociadas. La sustentabilidad del agua se asegurará con base en la protección y conservación de sus fuentes y con políticas acordes para su uso, en las que se fomente la armonización entre las actividades productivas y la urbanización que se desarrollen en cada cuenca.

7. Desarrollar dentro del Programa Nacional Hídrico un plan de reúso del agua con proyectos priorizados. Cada uno de ellos deberá considerar tres grandes aspectos: a) el problema técnico, es decir, definir la calidad de agua mínima necesaria para determinado reúso y la correspondiente integración de un tren de tratamiento capaz de lograr esa calidad con los menores costos; b) la vertiente económica en cuanto a lograr una estructura de tarifas que recupere el costo real del servicio de tratamiento y suministro de agua tratada; y c) la aceptación (apropiación) de los usuarios o de la sociedad involucrada.
8. Entender el servicio de agua y saneamiento no solo en términos de infraestructura, sino como un derecho ciudadano, cuya implementación requiere de perspectivas interdisciplinarias y de participación intersectorial, sobre todo en las áreas de salud pública, ambiente, desarrollo urbano y rural y reducción del nivel de pobreza. Para ello debe adoptarse un sistema de pago real por servicio que contemple políticas de subsidios justificados para los usuarios más pobres.
9. Desarrollar tecnologías alternativas adecuadas a las realidades de la región: soluciones propias con base en investigación y desarrollo nacionales.

3.4. Gobernanza y marco legal

A la luz de la reforma constitucional de marzo 2012, la nueva Ley General de Aguas deberá sentar las bases para la coadyuvancia ciudadana y gubernamental orientada al logro del acceso equitativo y sustentable al agua. En este apartado se presentan los principales elementos de la Iniciativa Ciudadana de la Ley General de Aguas (ICLGA), producto de un largo proceso de discusión iniciado en 2013, en el que han participado al menos 420 investigadores de 26 estados de la

República, en el marco de la Red Temática del Agua del CONACYT (RTA).

Dado que la reforma al artículo 4º constitucional convierte a la ciudadanía en coadyuvante para garantizar el derecho al agua de modo equitativo y sustentable, dentro de la RTA se acordó presentar una propuesta de Ley General de Aguas generada desde el ámbito ciudadano dentro de los 360 días requeridos por el transitorio al artículo 4º. La ICLGA se hizo pública el 7 de febrero de 2013. En febrero de 2015, se presentó la ICLGA a un grupo de senadores y diputados, quienes asumieron la responsabilidad de presentarla sin someterla a negociaciones partidistas. La iniciativa fue presentada al pleno del Senado el 22 de febrero de 2015, con la firma de 22 Senadores de 4 partidos. A continuación, se presentan las doce principales propuestas de la Iniciativa Ciudadana:

1. Establecer una Agenda Nacional del Agua, a cumplir en 15 años, bajo las bases de agua para los ecosistemas, agua de calidad para todos y agua para la soberanía alimentaria. Así mismo, enfrentar la contaminación, la destrucción de las cuencas y aguas subterráneas, la vulnerabilidad evitable por inundaciones, sequías y el cambio climático, así como la corrupción, la impunidad y la criminalización de defensores del agua y los territorios.
2. Amplia coadyuvancia ciudadana-gubernamental para la planeación y gestión, en varios ámbitos:
 - Reemplazar a la Conagua por el Consejo Nacional de Cuencas y Agua, construido desde las microcuencas, subcuencas, cuencas y regiones hasta lo nacional, con una participación abierta y con representatividad por unidad territorial y por sistema de manejo asociado con los derechos de todos los actores involucrados.
 - Democratizar las comisiones estatales de agua y saneamiento, integrando Consejos Estatales compuestos por representantes territoriales.

- Democratizar los organismos municipales mediante la creación de Consejos de Administración compuestos por representantes territoriales de todos los actores involucrados.
 - Fortalecer los sistemas comunitarios como mecanismos esenciales para cumplimiento del derecho humano al agua, los derechos de pueblos indígenas y la defensa del territorio.
 - Construir Contralorías Ciudadanas Autónomas que vigilen el buen funcionamiento de las instancias de planeación y gestión y que sean útiles para enfrentar intereses que amenacen el agua y territorio.
3. Crear Planes Rectores de Cuenca como instrumentos de planeación territorial con observancia de los derechos humanos y de los pueblos, que reconozcan las jurisdicciones de pueblos originarios y que defiendan las áreas de importancia hídrico-ambiental. En estos planes se deberá replantear el sistema de concesiones, así como impulsar programas, políticas y obras requeridas para restaurar las cuencas, apoyando los planes de soberanía y sustentabilidad alimentaria y energética, sin descuidar las acciones de adaptación al cambio climático.
 4. Establecer nuevos instrumentos de prevención y protección como:
 - El dictamen de impacto socio-hídrico, que fortalezca las manifestaciones de impacto ambiental.
 - El dictamen de análisis costo-beneficio socio-hídrico ambiental, teniendo en cuenta la operación de todo el ciclo de vida de la infraestructura, así como los costos ambientales y sociales.
 - La declaración de “cuencas en estrés hídrico extremo” y el reconocimiento de áreas de importancia socio-hídrico-ambiental.
 - Protección de zonas federales, incluyendo la revisión y en caso necesario, revocación de concesiones que impidan el buen funcionamiento de las cuencas.
 5. Crear un sistema de información, monitoreo y alerta de cuencas y aguas, coordinado por el Consejo Nacional de Cuencas involucrando al Servicio Meteorológico Nacional, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, (INIFAP), la Comisión Nacional Forestal (Conafor), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), los organismos operadores de agua y saneamiento y las entidades responsables del agua a nivel federal, estatal y municipal. Esta política implicaría la integración de todos los sistemas de monitoreo climático, hidrométrico y de aguas subterráneas en el país en un solo sistema.
 6. Reconstruir el sistema de derechos a las aguas nacionales, privilegiando:
 - Concesionar solo el volumen ecológicamente aprovechable, según determinaciones de investigaciones avaladas por el respectivo Consejo de Cuencas y Aguas. Los títulos de concesión no serían transferibles.
 - Destinar el agua prioritariamente al uso doméstico, a los servicios públicos básicos y la soberanía alimentaria, seguido por las prioridades determinadas por el Consejo de Cuencas y Aguas.
 - Garantizar el acceso equitativo a un volumen acordado por el Consejo.
 - Restaurar los derechos de los pueblos originarios, respetando la integridad de sus tierras y aguas.
 - Renovar las concesiones para usos no prioritarios en términos de tiempo cortos (anuales), según la disponibilidad y el cumplimiento de las condicionantes de acceso.
 - Realizar inspecciones oficiales y monitoreo independiente, con financiamiento

garantizado y acceso público a los resultados.

7. Priorizar la construcción y mantenimiento de la infraestructura hídrica requerida para garantizar los derechos al agua y a la seguridad hídrica en las políticas tributarias y en los presupuestos a nivel nacional, estatal y municipal. El cumplimiento del derecho al agua requiere políticas tributarias-fiscales progresivas para combatir las inequidades que pueden comprometer la estabilidad en ciertas regiones del país.
8. Construir la Contraloría Social del Agua (CSA) como un organismo desconcentrado del Consejo Nacional de Cuencas, de composición mayoritariamente ciudadana, con el fin de erradicar la corrupción y la impunidad en el desempeño de la función pública del agua. Tendría autonomía presupuestaria (financiada con el 10% del cobro de derechos a aguas nacionales) y de decisión, así como capacidad vinculante. La Auditoría Superior de la Federación tendría la obligación de investigar irregularidades

detectadas por la CSA en las evaluaciones anuales de servidores públicos. Aplicaría las sanciones correspondientes incluyendo la revocación del mandato a funcionarios y miembros de la propia CSA que incumplan, emitan autorizaciones irregulares o desvíen recursos. La CSA formaría parte del Sistema Nacional de Fiscalización promovido por la ASF.

9. Crear la Procuraduría del Agua y Ambiente, constitucionalmente autónoma (con una unidad en cada cuenca, financiada con 5% de los derechos del agua), responsable de inspeccionar y sancionar violaciones de la normatividad.
10. Generar la Defensoría Pública del Agua y Ambiente, con recursos públicos para abogados especializados para realizar litigios estratégicos frente a quienes resulten responsables de la sobreexplotación y contaminación del agua y de las cuencas, según recomendaciones de Contraloría del Agua y Consejo Ciudadanizado de Cuenca.

Anexo

Tema	Obligaciones (entre paréntesis en número del párrafo que corresponde en el documento de referencia)
Derecho a participar	El derecho a participar en los procesos de decisión que puedan afectar el ejercicio del derecho al agua debe ser parte integrante de toda política, programa o estrategia con respecto al agua (48). No se (se debe) exclu(ir) a las mujeres de los procesos de adopción de decisiones sobre los recursos y los derechos en materia de agua (14a).
Acceso y control sobre fuentes tradicionales	Debe protegerse el acceso a las fuentes tradicionales de agua en las zonas rurales de toda injerencia ilícita y contaminación (14 c). El acceso de los pueblos indígenas a los recursos de agua en sus tierras ancestrales tendrá que ser protegido de toda transgresión y contaminación ilícitas. Los Estados deben facilitar recursos para que los pueblos indígenas planifiquen, ejerzan y controlen su acceso al agua (14 d).
Agua como bien social y cultural	“... Lo adecuado del agua no debe interpretarse... simplemente en relación con cantidades volumétricas... El agua debe tratarse como un bien social y cultural , y no fundamentalmente como un bien económico” (11).
Priorización del derecho al agua en presupuestos públicos	“El Pacto impone a cada Estado Parte la obligación de adoptar las medidas necesarias hasta el máximo de los recursos de que disponga (41). Los Estados Partes tienen el deber de avanzar con la mayor rapidez y efectividad posibles hacia la plena realización del derecho al agua (18). La adopción de medidas regresivas con respecto al derecho al agua está prohibida por el Pacto.” (19). Es preciso abordar con carácter urgente la cuestión del suministro de agua potable a las instituciones de enseñanza que actualmente carecen de ella. (14 b).

Tema	Obligaciones (entre paréntesis en número del párrafo que corresponde en el documento de referencia)
Costo del agua no debe poner en riesgo otros derechos	“La equidad exige que no recaiga en los hogares más pobres una carga desproporcionada de gastos de agua en comparación con los hogares más ricos (27). Deben adoptarse las medidas necesarias para: a) ... el suministro de agua a título gratuito o a bajo costo; y c) suplementos de ingresos... Los costos y cargos directos e indirectos asociados con el abastecimiento de agua deben ser asequibles y no deben comprometer ni poner en peligro el ejercicio de otros derechos reconocidos en el Pacto. Cuando... una persona adeuda el pago de agua, deberá tenerse en cuenta su capacidad de pago. En ninguna circunstancia deberá privarse a una persona del mínimo indispensable de agua. ” (56).
No discriminación	El agua y los servicios e instalaciones de agua deben ser accesibles a todos de hecho y de derecho... sin discriminación alguna... (12).
Violaciones al derecho al agua	Son violaciones del derecho al agua : La interrupción o desconexión arbitraria o injustificada de los servicios; Los aumentos desproporcionales o discriminatorios; La contaminación y disminución del agua (44).
Acceso a información	Deberá proporcionarse... un acceso pleno e igual a la información sobre el agua, los servicios de agua y el medio ambiente que esté en posesión de las autoridades públicas o de terceros. (48)
Derecho a consulta	Antes de que un Estado Parte o un tercero haga algo que interfiera con el derecho al agua de una persona, las autoridades pertinentes deberán (asegurar): a) la oportunidad de una auténtica consulta con los afectados; b) el suministro oportuno de información completa sobre las medidas proyectadas.
Derecho a defensoría	Toda persona o grupo que haya sido víctima de una violación del derecho al agua deberá contar con recursos judiciales o de otro tipo efectivos... Los defensores del pueblo, las comisiones de derechos humanos... deberán poder ocuparse de las violaciones del derecho (55). Los Estados Partes deben respetar, proteger, facilitar y promover la labor realizada por los defensores de los derechos humanos y otros miembros de la sociedad civil con miras a ayudar a los grupos vulnerables o marginados a ejercer su derecho al agua (59).

Fuente: www.escri-net.org/es/recursos/observacion-general-no-15-derecho-al-agua-articulos-11-y-12-del-pacto-internacional

Referencias

Conagua. 2014. *Programa Nacional Hídrico 2014-2018*.

México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua.

Gestión y seguridad hídrica

Biswas, A. K. 2006. Gestión de la calidad de aguas en América Latina: Situación actual y perspectivas del futuro. *Revista-Territorio y Desarrollo Local*. 6: 43-50.

Boischio, A., A. Sánchez, Z. Orosz, y D. Charrón. 2009. Health and sustainable development: challenges and opportunities of ecosystem approaches in the prevention and control of dengue and Chagas disease. *Cad Saude Publica*. 25(1): 149-54.

Burgos, Ana y Gerardo Bocco. 2014. La gestión del agua y el aporte de la geografía al enfoque de cuencas hidrográficas en México. En: Pérez Correa, F. (coord.), *Gestión Pública y Social del Agua en México*. México: UNAM, pp. 21-33.

Burgos, A. y G. Bocco. 2015. La cuenca hidrográfica como espacio geográfico. En: Burgos, A., G. Bocco y J. Sosa-Ramírez (coords.), *Dimensiones Sociales en el Manejo de Cuencas*. México: CIGA-UNAM, pp. 11-29.

Charrón, D. 2014. *Ecohealth research in practice. Innovative applications of an ecosystem approach to health*. Ontario: IDRC, p. 282.

Cofepri. 2008. Agua de calidad bacteriológica. http://201.147.97.103/wb/cfp/cfp_calidad_bacteriologica/_rid/321?page=4.

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 2012. *Diario Oficial de la Federación*, 5 de febrero de 1917. Última reforma publicada el 9 de agosto de 2012.
- Cotler, H. 2004. *El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. México: INE.
- Delgado Ramos, G. C. 2014. *Apropiación de agua, medio ambiente y obesidad: los impactos del negocio de bebidas embotelladas en México*. México: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades/UNAM, pp. 21-53.
- De San, J. A. S. R. 2015. Referentes conceptuales para la integración de un modelo de gobernanza del agua. *Revista Lebre* 7: 21-35.
- Dourojeanni, A. 1994. La gestión del agua y las cuencas en América Latina. *Revista de la CEPAL* 53: 111-127.
- Gleick, P. H., N. L. Cain, D. Haasz, Ch. Henges-Jeck, C. Hunt, M. Kiparsky, M. Moench, M. Palaniappan, V. Srinivasan, G. H. Wolff. 2004. *The world's water. The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington: Island Press, p. 362.
- Gray, N. F. 2008. *Drinking Water Quality. Problems and Solutions*. Cambridge, Gran Bretaña: Cambridge University Press, p. 520.
- Grey, D. y C. W. Sadoff. 2007. Sink or swim? Water security for growth and development. *Water Policy* 9(6): 545-571.
- Jiménez, B. 2006. Irrigation in Developing Countries Using Wastewater. *International Review for Environmental Strategies*. 6(2): 229-250.
- Maier, R., I. L. Pepper y C. P. Gerba. 2009. *Environmental Microbiology*. China: Academic Press.
- Maldonado Aranda, S. 2012. Drogas, violencia y militarización en el México rural: el caso de Michoacán. *Revista Mexicana de Sociología*. 74(1): 5-39.
- Martínez-Austria, P. F. 2013. Los retos de la seguridad hídrica. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 4(5): 165-180.
- Oglethorpe, J., C. Honzak, y C. Margoluis. 2008. *Healthy people, healthy ecosystems: A manual for integrating health and family planning into conservation projects*. Washington: WWF.
- Peña, H. 2016. *Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe*. Serie Recursos Naturales e Infraestructura 178, Santiago de Chile: CEPAL-GTZ, p. 55.
- Pérez Rasgado, F. 2014. *Tipología del municipio mexicano para su desarrollo integral*. México: Instituto Nacional de la Administración Pública, p. 544.
- Raghavendra, N. S. y P. C. Deka. 2015. Sustainable development and management of groundwater resources in mining affected areas: A review. *Procedia Earth and Planetary Science*. 11: 598-604. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeps.2015.06.061>.
- Ramos-Gutiérrez, L. y M. Montenegro-Fragoso. 2012. Las centrales hidroeléctricas en México: presente, pasado y futuro. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 3(2): 103-121.
- Rodríguez Barrientos, F. 2006. Cuencas hidrográficas, descentralización y desarrollo regional participativo. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*. 7(12): 113-125.
- Sadoff, C. y M. Muller. 2010. *La gestión del agua, la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático: efectos anticipados y respuestas esenciales*. Estocolmo, Suecia: Global Water Partnership, p. 102.
- Environmental Protection Agency. 1998. *National Primary Drinking Water Regulations: Disinfectants and Disinfection Byproducts*. Washington: EPA Federal Register Document 63(241), p. 136.
- WHO. 2001. *Macroeconomics and Health: Investing in Health for Economic Development*. Ginebra: Commission on Macroeconomics and Health.
- Hutton G., L. Haller y J. Bartram. 2007. Global cost-benefit analysis of water supply and sanitation interventions. *Journal of Water and Health*. 5(5): 481-502.

Agua subterránea

- Conagua. 2016. *Estadísticas del agua en México*.
- Dalin, C., Y. Wada, T. Kastner, y M. J. Puma. 2017. Groundwater depletion embedded in international food trade. *Nature*. 543: 700-704. doi:10.1038/nature21403.
- Famiglietti, J. S. 2014. The global groundwater crisis. *Nat. Clim. Change*. 4: 945-948.
- Fan, Y., H. Li y G. Miguez-Macho. 2013. Global patterns of groundwater table depth. *Science*. 339: 940-943.

- Gleeson, T, Y. Wada, M. F. P. Bierkens y L. P. H. van Beek. 2012. Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature*. 488: 197-200.
- Gleeson, T. y G. Ferguson. 2012. Vulnerability of coastal aquifers to groundwater use and climate change. *Nat. Clim. Change*. 3: 342-345.
- Gleeson, T., K. M. Befus, S. Jasechko, E. Luijendijk y M. B. Cardenas. 2016. The global volume and distribution of modern groundwater. *Nat. Geosci*. 9: 161-168.
- Hernández-Espriú, Antonio, J. Antonio Reyna-Gutiérrez, Emilio Sánchez-León, Enrique Cabral-Cano, Jaime Carrera-Hernández, Pedro Martínez-Santos, Sergio Macías-Medrano, Giacomo Falorni y Davide Colombo. 2014. The DRASTIC-Sg model: an extension to the DRASTIC approach for mapping groundwater vulnerability in aquifers subject to differential land subsidence, with application to Mexico City. *Hydrogeology Journal*. 22(6): 1469-1485.
- Hernández-Espriú, A., C. Arango-Galván, A. Reyes-Pimentel, P. Martínez-Santos, C. Pita de la Paz, S. Macías-Medrano, A. Arias-Paz y J. A. Breña-Naranjo. 2016. Water Supply Source Evaluation in Unmanaged Aquifer Recharge Zones: The Mezquital Valley (Mexico) Case Study. *Water*. 9(1): 1-25.
- Jasechko, S., J. W. Kirchner, J. M. Welker y J. J. McDonnell. 2016. Substantial proportion of global streamflow less than three months old. *Nat. Geosci*. 9: 126-129.
- Jasechko, S. et al. 2017. Global aquifers dominated by fossil groundwaters but wells vulnerable to modern contamination. *Nat. Geosci*. 9: 126-129.
- Konikow, L. F. 2011. Contribution of global groundwater depletion since 1900 to sea-level rise. *Geophys. Res. Lett.* 38: L17401, doi:10.1029/2011GL048604.
- Llamas, Manuel Ramón y Pedro Martínez-Santos. 2005. Intensive groundwater use: silent revolution and potential source of social conflicts. *J Wat Res Plann.* 131: 337-341.
- Pokhrel, Y. N., N. Hanasaki, P. J.-F. Yeh, T. Yamada, S. Kanae y T. Oki. 2012. Model Estimates of Sea Level Change due to Anthropogenic Impacts on Terrestrial Water Storage. *Nature Geoscience*. 5: 389-392.
- Scanlon, B. R. et al. 2006. Global synthesis of groundwater recharge in semiarid and arid regions. *Hydrol. Process*. 20: 3335-3370.
- Siebert, S. et al. 2010. Groundwater use for irrigation – a global inventory. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 14: 1863-1880.
- Taylor, R. G. et al. 2013. Ground water and climate change. *Nature Clim. Change*. 3: 322-329.
- Wada, Y., L. P. H. van Beek, C. M. van Kempen, J. W. T. M. Reckman, S. Vasak y M. F. P. Bierkens. 2010. Global depletion of groundwater resources. *Geophys. Res. Lett.* 37: L20402, doi:10.1029/2010GL044571.
- Wada, Y., L. P. H. van Beek y M. F. P. Bierkens. 2012. Nonsustainable groundwater sustaining irrigation: A global assessment, *Water Resour. Res.* 48: W00L06, doi:10.1029/2011WR010562.

Tratamiento de aguas

- Conagua. 2016. *Estadísticas del agua en México, edición 2016*. México: Semarnat.
- Monroy, Oscar, Jorge Legorreta y Eugenio Gómez. 2012. Hacia la sustentabilidad hidráulica en el Valle de México, *Reporte Macroeconómico de México*, v. III, 5: 6-10. <http://observatorio.azc.uam.mx>
- Oscar Monroy Hermosillo. 2013. Manejo sustentable del agua en México, *Revista Digital Universitaria*. 14(10): 15. ISSN 1607-6079. www.revista.unam.mx/vol.14/num10/art37/index.html.
- Monroy, O y B. P. Moctezuma. 2016. Organizaciones ciudadanas para garantizar agua para todos, siempre: Comisiones de Cuenca. En: Chávez-Jiménez D., M. C. Núñez-Madrado y C. Rodríguez-Soto (ed.). *Universidad Pública, organización comunitaria y ambiente*, México: Universidad Autónoma del Estado de México. ISBN 978-607-422-780-2
- U. Rojas-Z., C. Fajardo-O., I. Moreno A. y O. Monroy. 2017. Greywater treatment in an aerobic SBR: sludge structure end kinetics. *Wat. Sc. y Technol.* 76(6): 1535-1544. doi: 10.2166/wst.2017.341
- LAN, Ley de Aguas Nacionales, Ley publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1992.
- Noyola A., L. Heller y H. Otterstetter. 2010. *Determinantes ambientales y sociales de la salud. Los desafíos para la universalización del saneamiento básico*. Estados Unidos: McGraw Hill Interamericana.
- Noyola A. 2016. Uso Seguro del Agua para Reuso, Procesos biológicos para el tratamiento de aguas residuales destinadas al reúso (cap. 5). En: Tello, P., P. Mijaylova

- y R. Chamy (eds), *Programa Hidrológico Internacional*, Uruguay: UNESCO y AIDIS, p. 77-89.
- Noyola A., J.M. Morgan y L.P. Güereca. 2013. *Selección de tecnología para el tratamiento de aguas residuales municipales. Guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas*. México: Instituto de Ingeniería/ UNAM.
- Morgan-Sagastume J.M. 2016. Análisis del estado de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en la República Mexicana, *Gaceta del Instituto de Ingeniería de la UNAM*. 116: 12-13.
- Gobernanza y marco legal**
- ASF. 2017. Auditoría de desempeño: 16-5-16B00-07-0415 415-DE de la Conagua, en materia de Protección de las Aguas Subterráneas, 9 junio 2017. Ciudad de México. Disponible en http://informe.asf.gob.mx/Documentos/Auditorias/2016_0415_a.pdf.
- ASF. 2015a. Auditoría de desempeño: 13-0-16B00-07-0144, DE-138 de la Conagua, en materia de Preservación del Agua en Cantidad. México D.F.
- ASF. 2015b, Gobernabilidad del agua, Auditoría 458. Auditoría Superior de la Federación, 2015. www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2015/Documentos/Auditorias/2015_458.pdf.
- ASF. 2015c. Sustentabilidad Hídrica del Valle de México. Auditoría núm. 473. México D.F.
- ASF. 2016. Construcción del Túnel Canal General. Auditoría de Inversiones Físicas: 15-5-16B00-04-0456 456-DE. México D.F.
- Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2017. 2016. Cámara de Diputados. DOF. 11 de noviembre 2016. Ciudad de México. www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5463184&fecha=30/11/2016.
- Montoya, Miguel Ángel. 2016. *La Conagua en el Proyecto de Presupuesto de Egresos 2017: Entre el atropello brutal al presupuesto de las entidades federativas y la defensa de los intereses privados*. Documento no publicado.
- Cámara de Senadores. 2017. Proposición con punto de acuerdo por el que se solicita la comparecencia del titular de la Conagua a fin de que informe la situación actual de los Consejos de Cuenca, Sistema de Información Legislativa de la Segob. 7 septiembre 2017. Ciudad de México. http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2017/09/asun_3568865_20170907_1504636179.pdf.
- ONU. 2003. *Cuestiones sustantivas que se plantean en la aplicación del pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales, Observación general N° 15*. Ginebra, Suiza: Consejo Económico y Social. www.acnur.org/t3/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf?view=1.
- Coordinadora Nacional Agua para Tod@s. 2017. La Contraloría Ciudadana Autónoma del Agua. Mecanismo de participación ciudadana en el Sistema Nacional Anti-Corrupción, y base para el ejercicio de facultades ciudadanas previstas en la Iniciativa Ciudadana de Ley General de Aguas, 2017. Documento no publicado.



Agricultura, alimentación y suelos

*Helena Cotler Avalos, Héctor Robles Berlanga,
Elena Lazos Chavero y Jorge Etchevers*



Introducción

• En qué momento dejamos de producir de manera diversificada y pasamos a un modelo de agricultura industrializada que afecta nuestra alimentación y deteriora nuestros suelos? ¿Cuándo y cómo se perdió la importancia de la agricultura campesina familiar para la política nacional de desarrollo? ¿Cuándo decidimos dejar de comer del campo mexicano e importar alimentos industrializados? ¿Cómo podemos iniciar la recuperación de nuestros suelos y pasar hacia un modelo de agricultura sustentable?

Si bien podemos hacernos estas preguntas para el caso mexicano, también podemos formularlas para el sistema agroalimentario mundial. En el año 2000, casi la totalidad de los jefes de estado y gobiernos del mundo concordaron en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, particularmente en lograr reducir a la mitad la población en pobreza y el hambre mundial para el 2015. Inclusive, en Doha en 2001, los países miembros de la Organización Mundial del Comercio (OMC) convinieron en negociaciones clave para cumplir los objetivos en términos de seguridad alimentaria y desarrollo rural. Sin embargo, quince años después, los avances han sido exiguos para la mayor parte de la población mundial. En contraste, en este periodo, las compañías agroalimentarias han tomado el control de los sistemas agroalimentarios, desplazando la importancia de la agricultura campesina (McMichael, 1992; Heffernan y Constance, 1994; Rubio, 2003; Mazoyer y Roudart, 2005; Bartra, 2009; McMichael, 2009; Holt-Giménez y Shattuck, 2011; Lazos, 2012; Merlet, 2017), a pesar de que en 2014, la FAO declarara el año de la agricultura familiar.

Las estadísticas muestran que 500 millones de pequeños productores agrícolas sostienen a alrededor de dos mil millones de personas, es decir, a un tercio de la población global. Estos millones de campesinos casi no utilizan fertilizantes químicos ni pesticidas, no compran semillas y cultivan principalmente con utensilios manuales y tracción animal (Mazoyer y Roudart, 2005: 10). Aún así, una tercera parte de la población mundial sufre de malnutrición y alrededor de 850 millones

de personas sufren de hambre crónica. Las desigualdades de infraestructura como de productividad y de ingresos entre pequeños y grandes productores son enormes. Mientras que algunos millones de agricultores en los países primordialmente desarrollados producen anualmente más de 1000 toneladas de cereal por trabajador; cientos de millones de campesinos producen una tonelada de cereal por trabajador al año (Mazoyer et Roudart, 2005: 10). Estas diferencias han provocado una reducción en los precios reales que junto con la liberalización del comercio agrícola internacional y las políticas agrícolas tan negativas hacia los pequeños productores han pauperizado a millones de familias campesinas, cuyos miembros están condenados tanto al éxodo como a una alta vulnerabilidad frente a una hambruna (Mazoyer y Roudart, 2005). Devereux (1993) y Sen (1983) explican que estos riesgos son aún mayores en países carentes de instituciones y prácticas democráticas, aumentando la vulnerabilidad de la población (Wisner et al., 1994).

La implementación de una agricultura industrializada, con alto consumo de pesticidas y fertilizantes, ha causado extensos impactos ambientales negativos en los suelos, lo cual ocasiona una gran amenaza para mantener una agricultura sostenible y saludable (Vanwalleghem et al., 2017). Una primera estimación global de la tasa de degradación de suelos sugiere que nos quedan solo 60 años de suelo fértil. Las tasas de pérdida de los suelos calculadas actualmente son entre 10 y 40 veces más altas que las de reposición de los mismos (www.weforum.org/agenda/2012/12/what-if-soil-runs-out/). Los suelos son fundamentales para la producción de alimentos, la regulación hidrológica, la preservación de la biodiversidad (Ibáñez et al., 2012; Blum 2005) y la regulación del clima, entre varios otros servicios ecosistémicos reconocidos (Dominati et al., 2010; Adhikari y Hartemink, 2016). Sin embargo, los suelos constituyen un recurso finito a escalas de tiempo humano, por lo que su pérdida significa la imposibilidad de continuar la actividad agropecuaria. Este papel clave de los suelos explica que, sin ser

mencionados, los suelos se encuentren en la base de siete de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS)¹.

Estructura agraria y contradicciones en el presupuesto especial concurrente

Héctor Robles Berlanga

En México se estima una superficie de 190 millones hectáreas de terrenos rurales (Inegi, 2017). La importancia de la atención a este sector radica en que, aparte de producir una cantidad importante de los alimentos que demandan los centros urbanos, en esas tierras están incluidas las 141 millones de hectáreas correspondientes a recursos forestales con que cuenta el país y la mayoría de las 132 reservas de la biosfera o áreas de protección de los recursos naturales e importantes centros arqueológicos. Las tierras de ejidatarios, comuneros y propietarios privados colindan con la mayoría de los 11,122 km de litorales marinos y con los 4,301 km de fronteras con Estados Unidos, Guatemala y Belice; por lo que son garantes de la soberanía nacional. Sus tierras son importantes por la contribución que hacen al acopio o cosecha de agua que requieren las ciudades. También se encuentran valiosos yacimientos de materias primas naturales y minerales necesarias para la industria. En síntesis, el campo mexicano es imprescindible para el desarrollo sustentable de la nación y no se puede permitir que se siga degradando rápidamente.

Respecto a la tenencia de las 190 millones de hectáreas de tierras rurales, 41% son propiedad privada en 1.9 millones de predios rurales, con una extensión media de 40.2 hectáreas por predio; 43.4% corresponde a la propiedad ejidal de 3.8 millones de ejidatarios y 697 mil posesionarios, cuyos predios tienen una extensión media de

1 Nos referimos a los ODS Fin de la pobreza, Hambre cero, Agua limpia y saneamiento, Reducción de las desigualdades, Ciudades y comunidades sostenibles, Acción por el clima y Vida de ecosistemas terrestres.

18.2 hectáreas; 9.1% corresponde a comunidades agrarias en manos de 993 mil comuneros con predios promedio de 17.4 hectáreas. A colonias agrícolas y terrenos nacionales les corresponden 12.3 millones de hectáreas. Finalmente poco más de 6 millones de hectáreas son áreas urbanas, carreteras, cuerpos de agua, cauces de ríos y arroyos, con lo que la superficie total del territorio es de 196.4 millones de hectáreas (cuadro 1).

De acuerdo con el Registro Agrario Nacional (RAN), existen 728 mil poseionarios con certificados vigentes. Los poseionarios son aquellos campesinos que tienen tierras ejidales en explotación y no han sido reconocidos como ejidatarios por las Asambleas ejidales comunitarias o el Tribunal Agrario. Se caracterizan por ser más jóvenes que los ejidatarios, 43.5 años en promedio; cuentan con parcelas más pequeñas, 3.1 hectáreas contra 9.5 que poseen los ejidatarios; muy pocos tienen derecho a las tierras de uso común, y el tamaño de sus solares también es menor. En síntesis, tienen una situación más precaria que los ejidatarios y en muchos ejidos se encuentran en disputa por quién gobierna el núcleo agrario.

Cabe mencionar que en muchos ejidos y comunidades existen tierras no parceladas (o, al menos, no parceladas formalmente) que corres-

ponden a las tierras de uso común. En su mayoría son tierras forestales y pastizales, cuyo uso sustentable y conservación exige un manejo de escalas mayores a las de las parcelas; por lo que su estatus colectivo no parcelado resulta fundamental en términos tanto ecológicos como sociales.

La estructura agraria actual en México presenta rasgos distintivos que deben ser discutidos pues le dan una connotación diferente a las formas de propiedad que se tenía en el siglo pasado. La claridad que se tenga a partir de este análisis permitirá diseñar e implementar políticas públicas que reconozcan esta realidad.

Hoy en día existen 7.6 millones de terrenos de grandes, medianos y pequeños productores agropecuarios y forestales (Inegi, 2017); el 0.2% corresponde a grandes productores y concentra el 14.7% del total de la superficie del país, lo que significa que cada gran productor tiene en promedio 94 hectáreas, mientras que los medianos y pequeños productores tienen 13 hectáreas en promedio cada uno.

En 2014, existían 2,861,092 unidades productivas en superficies de temporal (79.7% del total de la superficie agrícola) que ocupaban 4,380,152 hectáreas. El 70.5% de las unidades eran menores a 5 hectáreas, dedicadas principalmente a

Cuadro 1. Estructura agraria por régimen de propiedad.

Tipo de propiedad	Ejidos	Comunidades	Propiedad privada	Otras formas de propiedad	Total
Núcleos	29,690	2,392			32,082
Ejidatarios	3,837,208				3,837,208
Comuneros		993,915			993,915
Poseionarios	728,347				728,347
Propietarios privados			1,942,789		1,942,789
Total de sujetos agrarios	4,534,786	993,915	1,942,789		7,471,490
%	34.9	7.6	14.9		57.0
Superficie	82,559,747	17,299,057	78,135,791	12,317,005	190,311,600
%	43.4	9.1	41.0	6.5	100.0

Fuente: elaboración propia con información del RAN, datos al 31 de diciembre de 2016, e Inegi, resultados de la actualización del marco censal agropecuario 2016.

Cuadro 2. Superficie agrícola, de riego y de temporal de acuerdo con estratos de autoconsumo, transición y comercial (Sagarpa)

Estratos de superficie	Superficie (hectáreas)		Unidades de producción	
	ENA 2014	%	ENA 2014	%
Superficie agrícola de las UP de la ENA 2014	27,496,118	100.0	3,286,465	100.0
Superficie de riego	5,576,992	20.3	577,913	17.6
Hasta 0.2 hectáreas (autoconsumo)	1,202	0.02	13,820	2.4
Más de 0.2 hasta 5 hectáreas (transición)	800,078	14.3	383,023	66.3
Más de 5 hectáreas (comercial)	4,775,712	85.6	181,070	31.3
Superficie de temporal	21,919,126	79.7	2,861,092	87.1
Hasta 5 hectáreas (autoconsumo)	4,380,152	20	2,017,937	70.5
Más de 5 hasta 20 hectáreas (transición)	6,602,251	30.1	669,064	23.4
Más de 20 hectáreas (comercial)	10,936,723	49.9	174,091	6.1

Fuente: Sagarpa-Inegi, Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2014. Las sumas de unidades de producción con superficie de riego y superficie de temporal no dan 100% porque las unidades pueden tener ambos tipos de superficie/ UP: Unidades de Producción.

agricultura de temporal (Inegi-Sagarpa, Encuesta Nacional Agropecuaria, 2014, cuadro 2); mientras que el 85.6% de las unidades que cuentan con riego tienen superficies mayores a las 5 hectáreas. Existe una relación entre las unidades mayores de 5 hectáreas y el acceso a riego; y una relación entre las unidades menores de 5 hectáreas y la agricultura de temporal. Los primeros cultivan “commodities” o extensiones grandes de granos, concentran los activos productivos y los principales apoyos gubernamentales. Los segundos se caracterizan por sembrar principalmente maíz y frijol y recibir fundamentalmente subsidios de la vertiente social.

Estas enormes desigualdades entre grandes y pequeños productores tanto en superficie como en acceso al riego se tienen que considerar para el diseño de políticas agrícolas nacionales si queremos lograr un bienestar social entre la población rural y construir una soberanía alimentaria.

Antes de 1992, el ejido se componía fundamentalmente de los ejidatarios y sus familias, y personas que no tenían derechos sobre las tierras. Los ejidatarios tenían derechos a tierras de uso común, a la superficie parcelada y al asentamiento humano en más o menos las mismas

proporciones². Actualmente el mapa de los sujetos agrarios se ha diversificado, tornándose más complejo. Hoy es común encontrar al interior de un ejido: ejidatarios con todos los derechos a la superficie parcelada, tierras de uso común (TUC) y solares; ejidatarios con solo derechos a TUC; ejidatarios con derechos solo a tierras parceladas; poseionarios con certificados parcelarios, poseionarios sin documentos o con documentos comprados que se consideran propietarios privados, avecindados con títulos expedidos por el RAN y personas que viven en la zona urbana titulada y desincorporada en el ejido sin documentos. Esta diferenciación obliga a repensar a los ejidos y comunidades pues ahora comparten el mismo espacio un conjunto de sujetos rurales con derechos e intereses diferentes. Esta diversidad es un gran reto para la gobernanza de los núcleos agrarios.

Uno de los problemas estructurales del campo mexicano es el fraccionamiento y el minifundio³.

- 2 Las diferencias entre ejidatarios en cuanto al tamaño de la superficie y número de parcelas y solares se fueron construyendo con el tiempo, producto principalmente de la herencia familiar y la cesión de derechos.
- 3 Por minifundio entendemos la explotación agropecuaria cuya producción no alcanza a satisfacer las necesidades

De acuerdo con el Censo Agrícola Ganadero 2007 y el RAN, la mitad de los ejidatarios, 62% de los propietarios privados, 78.4% de los comuneros y 90% de los poseionarios poseen hasta 5 hectáreas o menos, y más de 20% de esos titulares de la tierra tienen su predio dividido en tres o más fracciones, muchas veces muy separadas entre sí. Estos datos no recogen todavía las subdivisiones de los predios de los pasados 10 años y recordemos que ahora se identifican 7.4 millones de titulares de la tierra, cerca de dos millones más que los que había en 1991. Es importante aclarar que no estamos en contra de las unidades de producción pequeñas ni tampoco consideramos que sean ineficientes; sin embargo, nos preocupa el constante fraccionamiento de la tierra que conduce a su inviabilidad y a la dispersión de los propietarios de la tierra. Reconocer el problema de la pulverización de la tierra conlleva a buscar como solución formas de organización de los productores que descansen en los lazos de solidaridad que existen en las localidades y a su vez permite mejorar algunas etapas del proceso productivo.

Los ejidatarios, propietarios privados y comuneros tienen en promedio 50 años y una cuarta parte de ella supera los 65 años. Es decir, una parte importante de los propietarios de la tierra se encuentra cerca de la fase final de su actividad productiva. En el caso de ejidos y comunidades, de acuerdo con la Ley Agraria, el derecho del suelo es indivisible, lo que ha dado lugar a que los conflictos por la posesión de una parcela producto de la indefinición o desacuerdo de herederos sean frecuentes. La edad se vuelve un elemento a considerar, pues de acuerdo con la esperanza de vida en áreas rurales —67 años— tendríamos un número importante de ejidatarios y comuneros —950 mil— que deberían definir en lo inmediato a sus sucesores.

Las mujeres en el campo participan en el desarrollo de nuestro país con su trabajo cotidiano,

básicas de la unidad que la trabaja y administra, por lo cual son indispensables bienes o dinero obtenidos fuera del predio para subsistir.

en el ámbito doméstico, agropecuario y artesanal, sin que hasta el momento se reconozca su aporte a la actividad nacional. Hace poco más de treinta años las propietarias de la tierra eran muy pocas, su número apenas rebasaba un punto porcentual, ahora representan cerca de 18%. Estamos hablando de 701 mil ejidatarias, 201 mil comuneras, 656 mil poseionarias y 318 mil propietarias privadas, es decir, un millón 877 mil mujeres actualmente son dueñas de la tierra (Robles, 2000).

Cuando se compara la propiedad privada con la propiedad ejidal por lo general se presentan como diametralmente distintas, lo cual no corresponde a la realidad (cuadro 3). En el país existen más similitudes que diferencias entre la propiedad ejidal y la privada: la edad promedio por sujeto varía en 1.5 años; la diferencia en el porcentaje de mujeres titulares de la tierra respecto al total de sujetos es de dos puntos porcentuales. En ambos tipos de propiedad, poco más de 80% de los titulares de la tierra se dedican principalmente al cultivo de maíz y frijol; en ambas formas de propiedad predominan los propietarios y ejidatarios con menos de 5 hectáreas; el promedio de superficie parcelada o de labor es diferente en 0.4 hectáreas; la variación de las superficies con posibilidad de riego es de 6%, y en ambos casos predominan las tierras de monte o agostadero (Inegi, 2007).

Las diferencias las encontramos en cuatro rubros: existe mayor desigualdad en la distribución de la superficie de labor en la propiedad privada, el índice de Gini⁴ es de 0.6379, diez puntos porcentuales mayor que el caso de los ejidatarios; el número de sujetos que tienen hasta cinco hectáreas es ligeramente mayor en los propietarios privados que en los ejidatarios, los porcentajes son 74.7 contra 67.4%, respectivamente.

4 El coeficiente de Gini es una medida de desigualdad elaborada por Corrado Gini. Este coeficiente es un número entre 0 y 1 donde 0 corresponde a la igualdad perfecta (p.e. todos tienen el mismo ingreso o toda la tierra) y 1 a la desigualdad perfecta (p.e. un individuo tiene todos los ingresos o toda la tierra y los demás no poseen nada). El índice es igual al coeficiente de Gini multiplicado por 100.

Cuadro 3. Comparativo de propiedad ejidal y privada.

Característica	Ejidal	Privada	Característica	Ejidal	Privada
Edad (promedio de años)	55.5	56.0	Pérdida por cuestiones climáticas %	80.3	76.8
Promedio tierras de labor (ha)	6.0	10.7	Alto costo de insumos y servicios %	32.4	33.1
Tierras de labor %	16.6	16.4	Difícil acceso al crédito %	22.7	20.0
Hasta 5 hectáreas %	67.4	74.7	Actividad agropecuaria o forestal %	82.4	77.2
Sujetos con un solo predio %	67.6	80.8	Apoyo gubernamental %	9.7	7.1
Superficie de riego %	14.6	20.4	Mujeres %	15.7	16.5
Solo utilizan tracción mecánica %	31.0	26.0	Hablantes de lengua indígena %	27.6	24.6
Solo utilizan herramientas manuales %	34.0	36.0	Sin escolaridad %	38.1	37.0
Venden al extranjero %	0.1	0.1	Primaria %	76.7	72.5
Venta local, regional o nacional %	60.2	55.7	Agua entubada %	77.7	75.6
Con crédito y seguro %	4.6	2.8	Drenaje conectado a una fosa séptica %	28.7	31.8
Actividad agrícola principal actividad %	88.7	84.1	Energía eléctrica %	93.4	93.3
Índice de Gini	0.5285	0.6379			

Fuente: Elaboración propia con información del Inegi. 2007. VIII Censo Agrícola Ganadero y IX Censo Ejidal.

Contradicciones presupuestales

Hasta ahora el gobierno ha organizado el conjunto de las políticas públicas en materia de desarrollo rural a través del Programa Especial Concurrante para el Desarrollo Rural (PEC). El PEC es un anexo técnico que aparece año con año en el Presupuesto de Egresos de la Federación en donde se reflejan los programas y presupuestos de cada dependencia más como una suma de acciones que como un conjunto integrado de políticas.

El seguimiento al PEC permite, entre otras cosas, observar en el tiempo las vertientes y los ramos que fueron más o menos apoyados; la distribución en las entidades federativas y los sectores de la población beneficiada; los programas que continuaron, desaparecieron o son de reciente creación, y las acciones gubernamentales favorecidas.

Del análisis de la información del ejercicio del presupuesto⁵, se obtiene un conjunto de caracte-

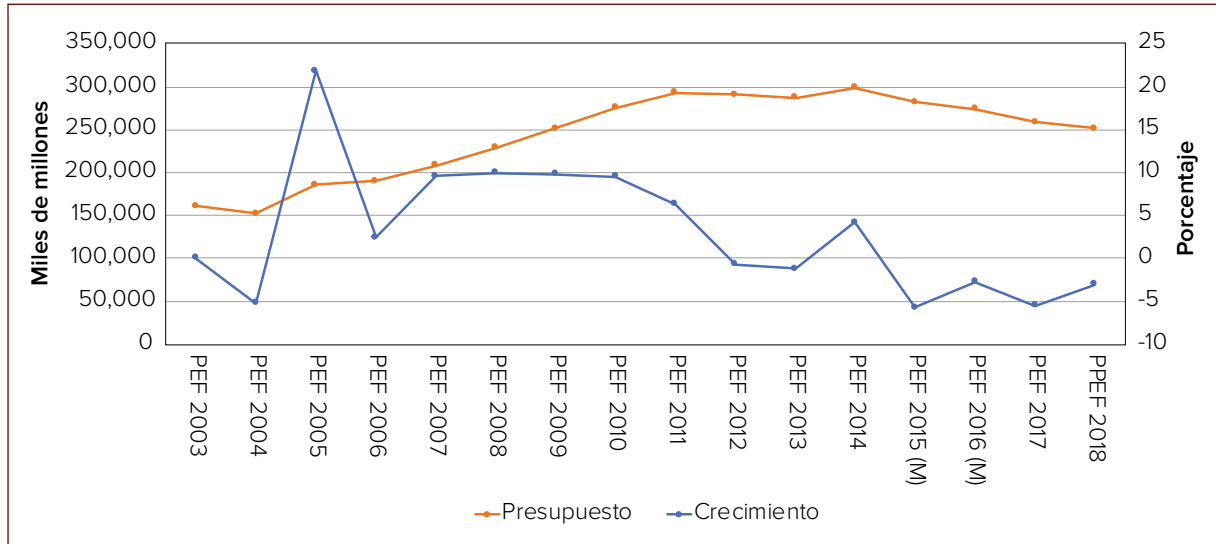
5 Este apartado se construyó con las bases de datos que genera la página web www.subsidiosalcampo.org.mx y del trabajo de Robles (2017).

rísticas determinantes de la política pública para el sector rural que permiten explicar por qué la situación del campo mexicano no ha mejorado, a pesar de que año con año se incrementó, en términos nominales y reales, el recurso público asignado al PEC.

El presupuesto de 2017 del PEC es prácticamente el mismo que en 2009 (figura 1). Además, se pueden identificar otras dos tendencias: en la primera, que va del 2007 al 2010, dicho presupuesto se mantiene constante y la segunda es la disminución de los recursos destinados al campo a partir de 2011 y hasta 2017, salvo en 2014, cuando se recupera ligeramente con respecto a los dos años anteriores.

A pesar de que el PEC se compone de más de 150 componentes o programas, son muy pocos los que tienen cobertura en la mayoría de los municipios. Del conjunto de los programas que existen, solo los programas de la vertiente social (Prospera, Adultos mayores y Seguro Popular) tienen presencia a nivel nacional, mientras que en el terreno de la competitividad solo Proagro Productivo (antes Procampo) reporta beneficiarios

Figura 1. Presupuesto Especial Concurrente 2003-2017.



Fuente: Elaboración propia con información del PEF 2003-2018.

en la mayoría de los municipios que componen el territorio nacional. En un estudio solicitado por el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria —CEDRSSA, 2012- sobre la evolución de la aplicación del PEC en las Unidades de Producción Rural, se encontró que en promedio los productores reciben 3.04 apoyos, destacando los de carácter social para los pequeños agricultores. Ante estos dos resultados, presencia baja a nivel municipal y bajo acceso a los programas, surge la pregunta sobre cuál es la necesidad de una estructura programática tan amplia si los posibles beneficiarios soloreciben muy pocos apoyos gubernamentales.

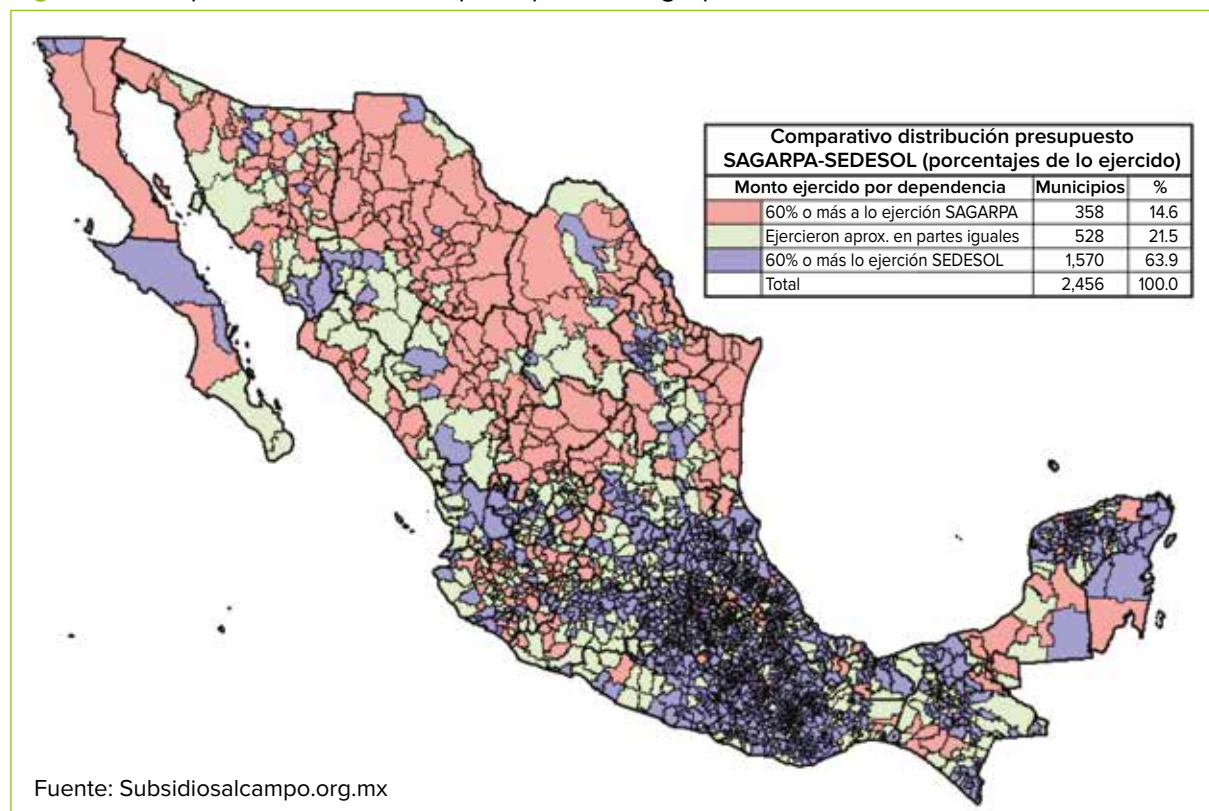
En el ámbito local, en 1570 municipios son más importantes los recursos que provienen de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), mientras que en 358 predominan los recursos de la ex Sagarpa, hoy Sader (figura 2). Estas cifras muestran que, en el sector rural, se pretende combatir la pobreza sobre la base de programas sociales y no generando mejores ingresos y empleo a partir del estímulo de las actividades productivas locales.

Se esperaría que el gobierno ofreciera un conjunto de bienes y servicios para que las Unidades de Producción articularan, a partir de la deman-

da, la oferta institucional. Del análisis de la información se encontraron grandes dificultades para la articulación de la política pública. Las razones son de tres tipos (Robles et al., 2016):

- Cuando se desplegó la acción del gobierno en el territorio nacional se encontró que son muy pocos los programas que coinciden en un municipio al mismo tiempo. Se calculó el Índice de Concurrencia Municipal (ICM) que trata de reflejar la presencia de los programas en un territorio específico. Si el valor fuera cercano a 1 indicaría que la mayoría de los programas llegan a ese municipio y si el valor es cercano a 0 diría que casi no hay apoyos gubernamentales. El resultado que nos arrojó a nivel nacional es de 0.1590. Este indicador muestra que la mayoría de los programas analizados no contaron con beneficiarios en un municipio dado, condición indispensable para que se dé la concurrencia o complementariedad de acciones.
- Los programas o componentes que apoyan actividades productivas tienen varios objetivos generales que no están orientados en un mismo sentido. Las prioridades de cada programa, dependiendo de la narrativa del objetivo,

Figura 2. Comparativo distribución presupuesto Sagarpa-Sedesol.



Fuente: Subsidiocalcampo.org.mx

pueden llevar a establecer acciones distintas y en ocasiones encontradas; por ejemplo, impulsar la productividad *versus* el aprovechamiento sustentable. Las especificidades de los objetivos pueden dificultar la articulación de la acción gubernamental, pues obligan a esas instituciones a solo atender ese objetivo: mejora de los ingresos monetarios y no monetarios *vis-a-vis* fortalecimiento de las capacidades y medios de los Organismos del Sector Social de la Economía.

c. Como se señaló anteriormente, la identificación precisa de la Población Objetivo es un requisito básico para una mayor efectividad de la política pública⁶. Al respecto, encontramos varios problemas:

- i. Los distintos programas se refieren a una misma población de maneras distintas: Unidades Económicas Rurales, productores agropecuarios o forestales, o personas físicas o morales.
- ii. Especificidad en definiciones de la población o regiones: indígenas, municipios de alta y muy alta marginación, zonas con recursos forestales. Lo anterior obliga a que algunos programas solo operen en una región particular o con una población específica.
- iii. Definiciones muy amplias que no permiten saber si la población tiene el problema: personas físicas o morales y personas que habitan núcleos agrarios.
- iv. Algunos apoyos van dirigidos a Población Objetivo que no necesariamente se dedica a actividades agropecuarias, forestales o pesqueras.

6 Al respecto, consultar las recomendaciones de las Evaluaciones de Diseño de los Programas Fomento a la Agricultura, a la Ganadería y a la Productividad Pesquera y Acuícola 2016 (Coneval).

La apertura de la recepción de solicitudes para acceder a los apoyos es muy disímil y presenta tiempos diferentes, lo que no permite que los posibles beneficiados puedan articular un paquete de servicios para sus necesidades productivas. Por ejemplo, programas que abren a principio de año cuando en muchos casos todavía no empieza la actividad productiva, versus apoyos entregados a destiempo por lo que ya no se requiere el servicio pues ya pasó la etapa del proceso productivo para la que se requería el recurso. Se recomienda coordinar la apertura y cierre de los programas con la finalidad de promover una articulación efectiva con las necesidades de los productores y los ciclos agrícolas.

La mayor parte del presupuesto se encuentra asignado para bienes privados individuales: ocho de cada diez pesos están en este rubro. Esto es una limitación, pues no se estimulan las acciones del conjunto de la población, sino de sectores muy específicos que no necesariamente tienen el problema que cada programa identifica y debe resolver con su intervención. Además, se pierde el efecto en periodos largos pues el apoyo va destinado para solo una etapa productiva de un sujeto determinado sin dejar infraestructura o servicios para el resto de la población, por lo que la inversión no incide en el conjunto de la productividad

de una región. Por lo anterior, se recomienda aumentar la inversión en bienes públicos e incentivar las acciones dirigidas a mejorar la infraestructura agrícola y los servicios que benefician a la población rural (figura 3).

La política pública de apoyo a la producción se encuentra altamente concentrada en muy pocos estados y muy pocos productores. Las regiones más vulnerables, donde se concentran la mayoría de los productores, reciben menos monto del presupuesto productivo y los apoyos que llegan a recibir son de menor magnitud, lo que no permite mejorar la productividad en estas regiones. Dicha desigualdad y concentración de los recursos públicos destinados al campo ha dado como resultado las siguientes polaridades: a los agricultores de tamaño medio (entre 5 y 20 hectáreas), que generan el 40.4% del valor de la producción, que poseen el 51.3% de la superficie de riego y el 44.3% de la superficie mecanizada, solo les corresponde el 31% del presupuesto, lo que indica que el principal criterio de distribución parece ser el tamaño mayor del predio.

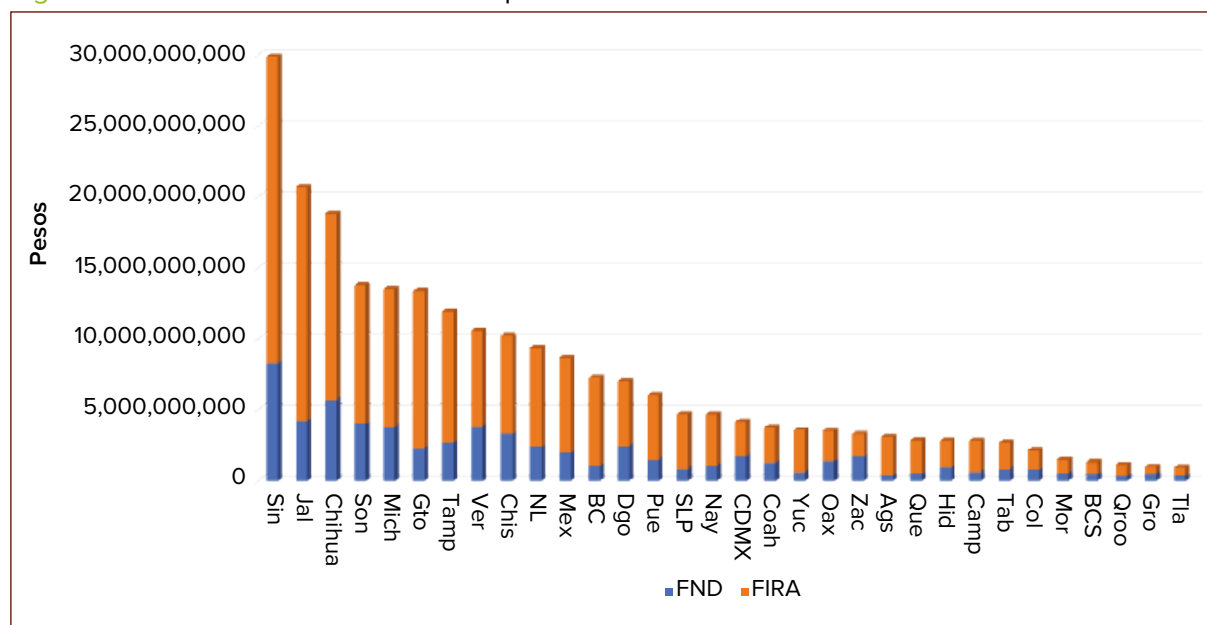
Las desigualdades en las asignaciones presupuestales de carácter productivo no permiten mejorar las condiciones productivas de la mayoría de las unidades productivas del país. En un estudio realizado para el Consejo Nacional de

Figura 3. Distribución del presupuesto por bienes públicos o privados.



Fuente: elaboración propia con información de los padrones de Sagarpa 2015.

Figura 4. Distribución del crédito 2016 por entidad federativa.



Fuente: elaboración propia con información de FIRA y FND, 2016.

Población en 2016 (Robles et al., 2016) se encontró que en zonas de muy alta marginación se invierten \$5,483 y en municipios indígenas \$5,678 por beneficiario, mientras que en municipios de baja marginación se otorgan \$43,000. En los municipios con mayor marginación o indígenas, los apoyos que reciben solo permiten adquirir insumos como semillas, fertilizantes y químicos con lo que se mantiene la actividad productiva pero no se mejora. Por el contrario, en los municipios de muy baja marginación, los apoyos permiten realizar mejoras en el predio o invertir en maquinaria y equipo, que se deberán reflejar en mejoras en la productividad⁷.

7 Dos estudios similares llegaron a las mismas conclusiones. El análisis económico de Fox y Haight (2010) señala que el gasto en agricultura es tan regresivo, que anula aproximadamente la mitad del efecto redistributivo del gasto en desarrollo rural, en particular porque más de la mitad se concentra en el decil más rico. La creciente desigualdad y pobreza en el medio rural se explica por el carácter fuertemente regresivo del gasto público, al privilegiar a los productores de mayores ingresos. En efecto, 10% de los productores más grandes concentran 80% del ingreso objetivo o apoyos a la comercialización, 60% de los subsidios energéticos e hídricos, 55% de los apoyos para la adquisición de activos productivos de los programas de Desarrollo Rural y 45% del Procampo (Scott, 2010).

En lo que se refiere al acceso a financiamiento se observa un comportamiento similar al que se da con los subsidios de la vertiente de competitividad: los estados de Sinaloa, Jalisco, Chihuahua, Sonora, Michoacán y Tamaulipas son los más beneficiados con el crédito que otorga la Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (FND) y el Fideicomiso Instituido para la Agricultura (FIRA), con el 52% del crédito otorgado en 2016 (figura 4). Los productores de estas entidades concentran subsidios productivos y crediticios, lo que les brinda mejores condiciones para producir y competir con otros productores⁸.

Algunos indicadores del sector agropecuario muestran una tendencia favorable: el PIB creció a una tasa anual del 3.6%; la balanza comercial registra una tendencia ascendente desde 2011 que permitió que en 2015 tuviera saldo favorable; la superficie sembrada alcanzó los 21 millones de hectáreas, cuatro millones más que las registra-

8 FND, 2016. *Tabulador Colocación de Cartera y FIRA, 2016. Tabulado Monto descontado por estrato de acreditado.*

das en 1990; la mayoría de los rendimientos de los principales cultivos registraron incrementos, y el porcentaje de población pobre o en extrema pobreza en zonas rurales no aumentó significativamente en lo que va del presente siglo. Como los indicadores económicos y productivos fueron positivos en años recientes uno esperaría que el presupuesto destinado al PEC fuera parte de las razones que explicaran el comportamiento positivo de los distintos indicadores. Sin embargo, el presupuesto destinado a actividades productivas, especialmente el de la Sagarpa, decreció en términos reales en un 31%, al pasar de 67,387 a 46,428 miles de millones de pesos (www.subsidiosalcampo.org). Es decir, la relación entre las variables económicas y el presupuesto de la vertiente de competitividad es inversamente proporcional (figura 5).

La pequeña agricultura, opción para el presente y el futuro de nuestro país

La FAO (2014) señala que la pequeña agricultura es importante por estar ligada de manera indisoluble a la seguridad alimentaria mundial; rescata

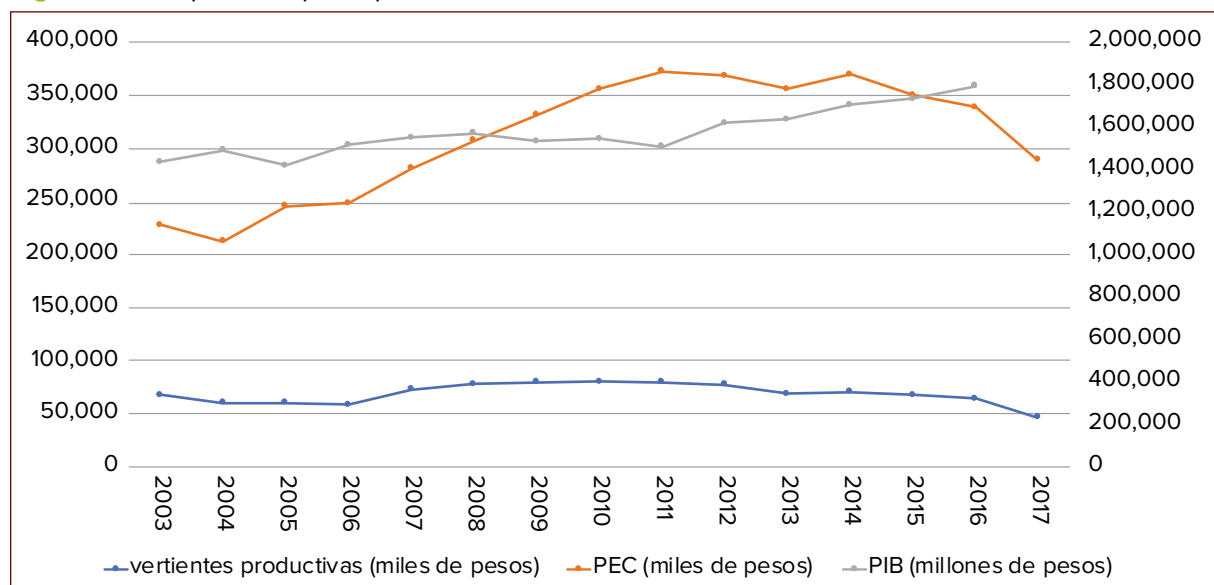
los alimentos tradicionales, contribuye a una dieta equilibrada, a la protección de la biodiversidad agrícola del mundo y al uso sostenible de los recursos naturales, y representa una oportunidad para dinamizar las economías locales, especialmente cuando se combina con políticas específicas destinadas a la protección social y al bienestar de las comunidades.

Por el tamaño de sus explotaciones, los datos comparables recopilados para 81 países ofrecen un panorama revelador: según esa estadística —que implica a dos terceras partes de la población mundial y 38% de la superficie agrícola—, el 73% del total de estas explotaciones cuenta con menos de una hectárea de tierra y 85% con menos de dos hectáreas.

En el futuro, se necesitará un sistema agrícola que produzca alrededor de 50% más de alimentos para abastecer a los 9,700 millones de personas que habitarán el planeta en 2050, y los pequeños agricultores serán fundamentales para generar estos alimentos.

En 2008 el *World Development Report*, del Banco Mundial (2014), se centró en agricultura y aportó el siguiente dato: “Estimaciones realizadas

Figura 5. Comparativo presupuesto PEC versus PIB 2003-2017.



Fuente: elaboración propia con información de: PIB, Banco de México y PEC, SHCP.

sobre diversos países indican que el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) originado en la agricultura es al menos el doble de eficaz en reducir la pobreza que el crecimiento del PIB generado en otros sectores. En el caso de China, se calcula que el crecimiento total originado en la agricultura fue 3.5 veces más eficaz en reducir la pobreza que el crecimiento generado en otros ámbitos. En América Latina, fue 2.7 veces más eficaz.

De acuerdo con distintos organismos multinacionales —FAO, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Banco Mundial— e investigadores del sector, la pequeña agricultura tiene una enorme importancia en la economía agropecuaria de los países. Es especialmente importante en México: de los 4 millones 69 mil 938 unidades de producción (UP) con actividad agropecuaria o forestal, 67.8% tienen cinco hectáreas o menos (Robles, 2013) (figura 6).

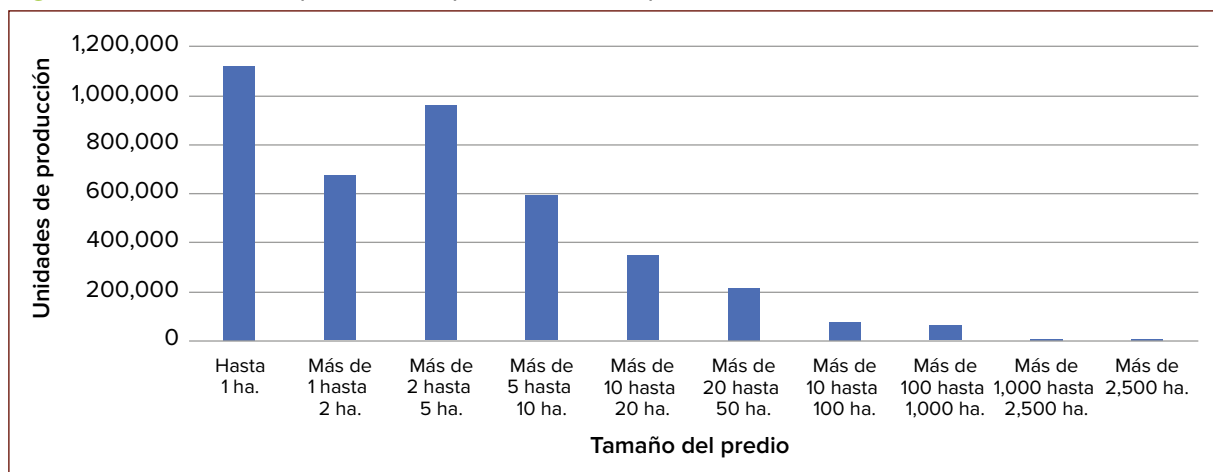
En lugar de disminuir con el transcurso del tiempo como se pretendió con muchas políticas agrarias, en México las UP menores a 5 hectáreas se han multiplicado; su crecimiento en 80 años fue de 708.7%, al pasar de 332 mil que existían en 1930, a 2.6 millones de unidades en 2007, lo que convierte a esta UP en la característica que distingue a los productores de nuestro país (Robles, 2013) (figura 7).

A pesar de sus condiciones precarias para producir y de la falta de apoyos económicos gubernamentales, la pequeña agricultura tiene una enorme importancia en la economía agropecuaria de México, pues representa 39% de la producción agropecuaria nacional (IICA, 2012). Además, siete de cada diez productores de maíz (blanco y amarillo) y seis de cada diez productores de frijol tienen menos de cinco hectáreas. Así, los pequeños productores son mayoría en la producción de maíz y frijol, principales cultivos en nuestra dieta; los encontramos prácticamente en todo el país, en los distintos climas, en condiciones orográficas contrastantes y con sistemas de producción muy diversos (figura 8).

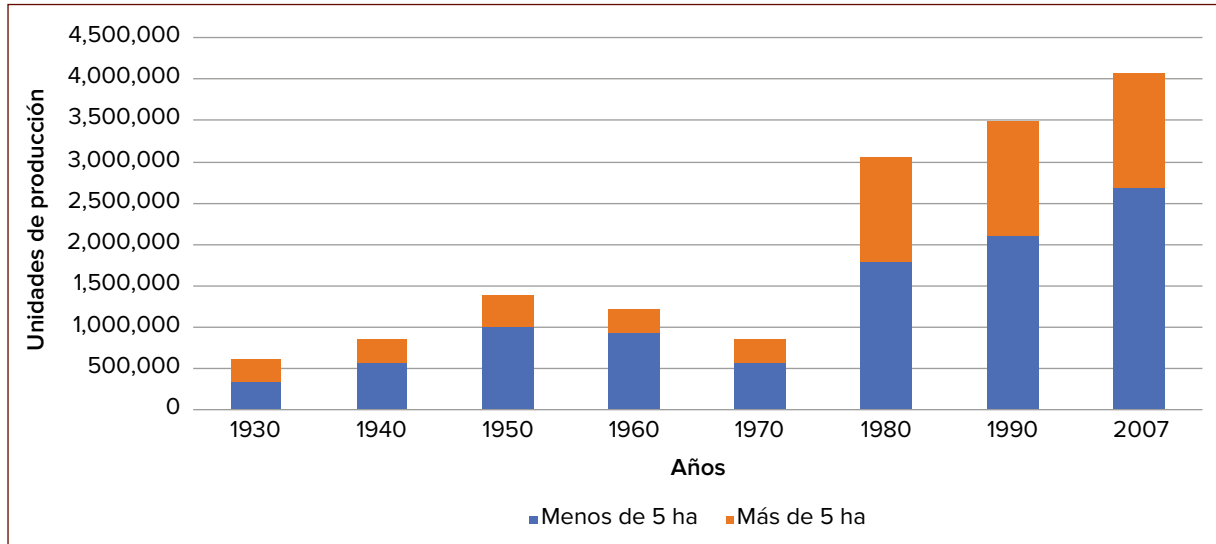
Las UP menores a 5 hectáreas generan el 56.8% de los empleos del sector, tanto familiares como contratados. Si consideramos las UP de hasta 10 hectáreas, el dato llega a 74.1%. Es decir, tres de cada cuatro empleos se localizan en la pequeña y mediana agricultura, mientras que las UP mayores o iguales a cien hectáreas solo contratan al 7.9% de los trabajadores agrícolas (Robles, 2013) (figura 9).

Robles (2012) distingue la existencia de distintos tipos de agroindustria que se relacionan de diversas maneras con los productores: a) agroindustrias, donde sus socios no son propietarios de

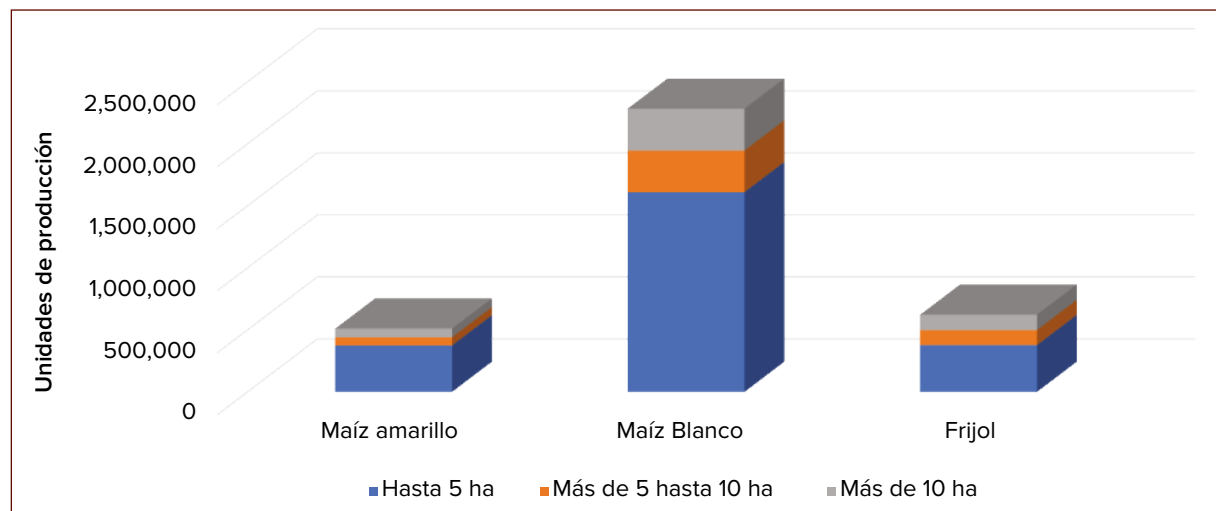
Figura 6. Unidades de producción por tamaño de predio.



Fuente: Elaboración propia con información del Inegi. Censo Agrícola Ganadero 2007.

Figura 7. Comparativo 1930-2007 unidades de producción con menos de 5 hectáreas.

Fuente: Elaboración propia con información del Inegi. I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII Censo Agrícola Ganadero.

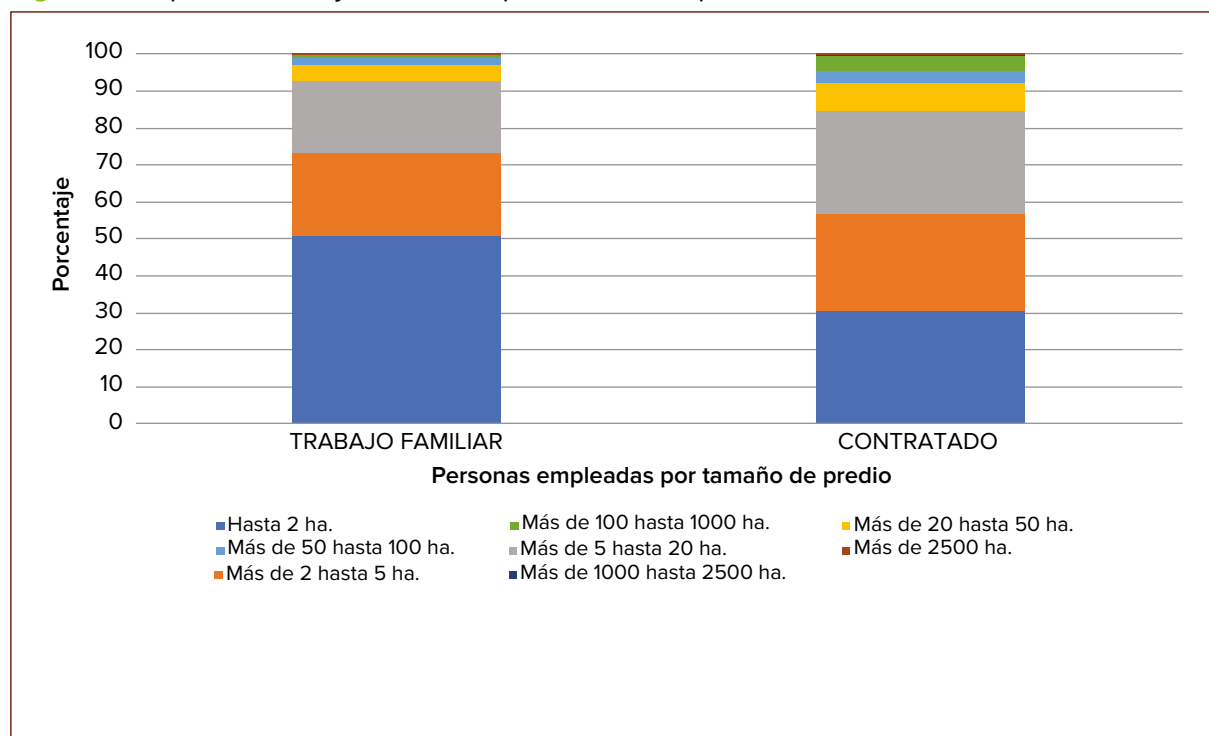
Figura 8. Productores de maíz amarillo y blanco y frijol por tamaño de predio.

Fuente: Inegi. Censo Agrícola Ganadero 2007.

la tierra y solo compran materias primas; b) grandes y medianos productores tecnificados que son parte de la empresa y operan como empresarios y productores; c) empresas que establecen, con los productores primarios, convenios de abastecimiento de materias primas, y d) productores de pequeña escala, que venden a intermediarios su producción para abastecer a la agroindustria

[...] Uno de los resultados que resaltan del estudio es que la mayoría de los productores ligados a la agroindustria son minifundistas. Los maiceros tienen 2.7 hectáreas en promedio por productor; en caña de azúcar tienen 5 hectáreas; en hortalizas 6 hectáreas; con frutales 5 hectáreas o menos, con café 1.9 hectáreas, con cebada 6 hectáreas y con tabaco, 2 hectáreas.

Figura 9. Empleo familiar y contratado por tamaño de predio.



Fuente: Inegi. Censo Agrícola Ganadero 2007.

La comida mexicana es de las pocas en el mundo que han sido consideradas patrimonio intangible de la humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). Ello con base en sus cinco características: ancestral, comunitaria, con continuidad, viva y popular. Estas características se mantienen gracias a la producción campesina que preserva la biodiversidad de México y hace posible la extensa y diversa comida mexicana⁹.

Los campesinos son los descendientes de los pobladores que hace más de 10 mil años iniciaron la agricultura en esta zona de la Tierra, constituyendo uno de los cuatro centros de origen de la agricultura (Hawkes, 1983). Produjeron el maíz, cultivaron la calabaza, el frijol, el chile, el jitomate, el aguacate, el algodón, el guajolote, la vainilla, la papaya, la guayaba; en suma, el 15.9% de las es-

pecies que hoy consume la humanidad (Sarukhán et al., 2008), es decir, uno de cada siete alimentos que hoy consumimos provienen de esta región del planeta (ibid.).

Para aprovechar todo el potencial de la agricultura en pequeña escala es necesario reducir o eliminar los obstáculos que limitan su capacidad de inversión, por lo que proponemos:

- i. Un programa integral de apoyo productivo a la pequeña agricultura que agrupe la oferta de las distintas instituciones y que opere con reglas únicas, un solo padrón y una sola ventanilla. Además, ligar los apoyos productivos de Proagro y Prospera, a efecto de permitir a las familias de productores pobres contar con recursos líquidos para usarlos como capital para invertir productivamente.
- ii. Que la FND y los FIRA se enfoquen en regiones y productores diferentes una de la

9 Campaña Revalorización de la agricultura campesina en México. El valor del campo. Los campesinos nos alimentan 2015. www.valoralcampesino.org.mx.

otra: que la FND apoye a pequeños productores y FIRA siga operando con su clientela habitual. Para ello se tendrá que dotar a la FND de mayores recursos.

- iii. Un gran programa de apoyo a la organización productiva local, asistencia técnica y capacitación que no esté conectado directamente con la obtención de los subsidios, pues esa liga genera que los técnicos y despachos se especialicen en “bajar recursos” y en diseñar proyectos que poco tienen que ver con las condiciones y necesidades de los productores.
- iv. El PEC debe construirse sobre la base de bienes públicos, beneficiar a grandes sectores de la población y tener un impacto territorial. La inversión en bienes públicos es fundamental para reducir la pobreza en la población rural y para disminuir las disparidades regionales. Prestar mejores servicios a los pequeños productores les permitiría mejorar sus inversiones, no solo en agricultura, sino también en actividades no agrícolas que representaron fuentes de ingresos monetarios y remesas para invertir en agricultura.

El programa de apoyo a la pequeña agricultura deberá ser acompañado con tres acciones:

- ▶ Compras gubernamentales en apoyo a pequeños productores y al fortalecimiento de los mercados regionales.
- ▶ Fortalecimiento de la organización productiva local para que sea ésta la que contrate de manera directa a los técnicos y desarrolle sus diagnósticos y planes comunitarios.
- ▶ Responsabilidad social. Firma de convenios entre organizaciones locales y gobierno, que permita el desarrollo de planes regionales, el impulso de proyectos territoriales y el compromiso con el buen uso de los recursos.

Tensiones y contradicciones: Riqueza y deterioro entre los sistemas agroalimentarios, la pobreza alimentaria y el bienestar social

Elena Lazos Chavero

La fractura agroalimentaria

¿En qué momento las familias campesinas perdieron la posibilidad de alimentarse a partir de su propia producción y pasaron a depender de la compra de alimentos básicos (maíz y frijol) y de una alimentación industrializada? Los sistemas agrícolas se han fracturado en diversos periodos, dependiendo de las políticas agrícolas del momento y del contexto político en general, de las condiciones socioeconómicas regionales y de las presiones globales y las transformaciones socioculturales. Por ello, brindaremos unas pinceladas históricas desde la década de 1970 para entender estos vaivenes de las políticas agrícolas nacionales que llevaron a la fractura entre los sistemas agrícolas y los sistemas alimentarios locales al mismo tiempo que una intervención de las industrias, primero nacionales y más tarde transnacionales.

En tiempos de la presidencia de Luis Echeverría (1970-1976), las inversiones en la reorganización del Banco de Crédito Rural (Banrural) permitieron el aumento del crédito del 6 al 18%; y la reestructuración de la Comisión Nacional de Subsistencias Populares (Conasupo) como infraestructura para el almacenamiento de maíz y frijol. La Productora Nacional de Semillas (Pro-nase) incrementó la producción de semilla mejorada; el fertilizante cubrió 59% de la superficie agrícola (Appendini, 1992; Hewitt, 1992; De Ita y López, 2004: 18). A pesar de esto, hubo deficiencias y corrupción en la dirección agrícola y México se convirtió más tarde en un importador creciente de maíz y productos alimentarios básicos. Alarmantemente, se llegó a importar 25% del consumo del maíz (Spalding, 1985).

En estos mismos años (1970-1976) se inició la industrialización alimentaria a través de la

Conasupo: procesamiento para harina de trigo, galletas y aceites comestibles (Iconsa), pan (Triconsa), leche (Liconsa) y harina de maíz (Minsa) (Appendini, 1992: 69; Rendón y Morales, 2008).

En 1980, durante la administración de José López Portillo, gracias al “boom petrolero”, se apostó a la autosuficiencia de maíz y frijol y a una mejor distribución alimentaria entre la población más pobre a través del programa del Sistema Alimentario Mexicano (SAM). Sin embargo, a pesar de que la superficie cosechada de maíz aumentó considerablemente (de 5.5 millones de hectáreas en 1979 a 7.5 millones de hectáreas en 1981) y por ende, se redujeron las importaciones, este programa tuvo su fin en 1982, en el inicio de la presidencia de Miguel de la Madrid (Spalding, 1985). En estos dos años (1980-1982), el gasto público agropecuario se incrementó en 15.1%; los fertilizantes fueron subsidiados en 30%; las semillas mejoradas en 70%, el crédito creció en 33% (De Ita y López, 2004: 19). Durante estos dos años, gran parte de la población rural tuvo acceso a la canasta de productos básicos, cuyos precios fueron fijados entre 30 y 35% por debajo del mercado rural (Austin y Fox, 1987 en Appendini, 1992: 71). El SAM fue el único y el último intento para aplicar una política alimentaria integral, inclusive, aumentó el nivel nutricional en la población de bajos recursos (Appendini, 1992: 71).

A partir de la entrada de México al Acuerdo General sobre Aranceles, Aduanas y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés, 1986), se inició el proceso de liberalización comercial de los productos agrícolas. Hacia 1985, todavía 92.5% de las importaciones agrícolas seguían sujetas a permisos de importación; en 1988 había descendido a 53%. Hacia 1990, el arancel medio para las importaciones de productos agropecuarios era solo del 5%. Entre 1980 y 1988, la inversión agropecuaria se vio sumamente afectada en términos reales en 85% y el crédito se redujo entre 50 y 78% (Calva, 1988; Appendini, 1992: 74; De Ita y López, 2004: 20). Tanto la superficie como la producción de maíz disminuyeron fuertemente entre 1986 y 1989 (Appendini, 1992). El progra-

ma de ajuste estructural tuvo fuertes consecuencias sobre la política agropecuaria. Los subsidios a la producción fueron reducidos drásticamente (Calva, 1988; Appendini 1992; Robles, 2018).

Varios autores coinciden en que los productores de maíz y frijol fueron los perdedores del TLCAN en la agricultura mexicana (Torres, 1996; Nadal y Wise, 2005; Rubio, 2003). Mientras que las importaciones de maíz por arriba de la cuota no pagaron el arancel correspondiente, los precios de garantía fueron eliminados (Nadal y Wise, 2005; Wise, 2005). Los subsidios al campo se restringieron a un número menor de agricultores y se dirigieron a los grandes y medianos productores (Fox y Haight, 2010; Scott, 2010; Robles, 2018). El Estado claramente marcó un retiro de la producción, el acopio, la regulación de precios y la estructura de subsidios. Los precios internos no pudieron equilibrarse con los costos de producción, por lo cual, los productores enfrentan desde entonces un déficit precio-costo de producción y precios desleales externos (Torres, 1996).

Así, las pequeñas y medianas familias campesinas se descapitalizaron y perdieron su capacidad de alimentarse a partir de su propia producción. Si bien es cierto que nunca han sido autosuficientes y siempre han debido recurrir a los mercados para satisfacer sus necesidades básicas, desde la década de 1970 las pequeñas y medianas familias campesinas dependen cada vez más del mercado. Esta dependencia se ha agudizado como consecuencia de políticas agrícolas negativas y de ciclos agrícolas buenos y malos, que obedecen a factores como la calidad del año pluvial, los eventos hidrometeorológicos, las plagas, la degradación de los suelos y, principalmente, la vulnerabilidad de sus condiciones socioeconómicas.

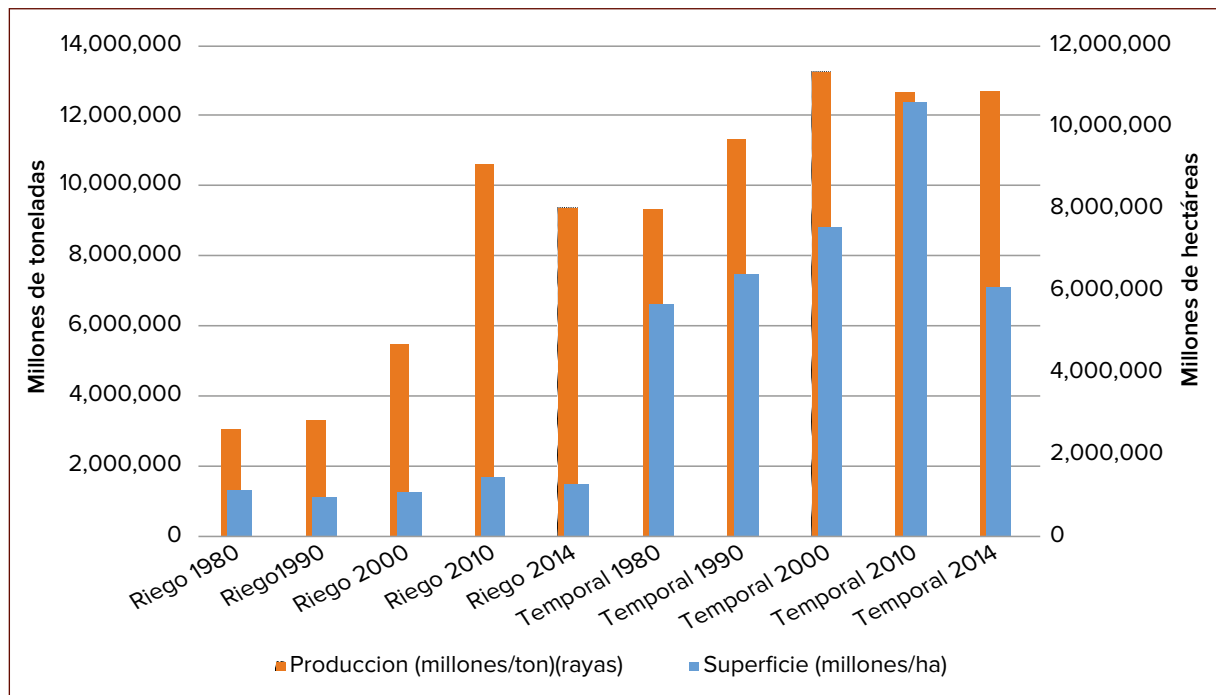
Estas dinámicas se expresan e impactan de forma muy diversa en distintos contextos locales y oscilan según contextos socioeconómicos y políticos. Las formas y las relaciones de producción de la agricultura campesina varían fuertemente. Mientras que en algunas regiones, las políticas agrícolas pueden provocar el cambio de uso de suelo, de la agricultura milpera a la ganadería ex-

tensiva; en otras, pueden llevar a la sobreexplotación de las tierras de ladera y ocasionar una fuerte erosión; mientras que en otras más los productores pueden seguir cultivando milpas diversificadas. El caso de Zinacantán, en Chiapas, es emblemático de los cambios del papel del maíz en la comunidad y las familias, dependiendo de las condiciones regionales: antes de la década de 1960, la mayoría de las familias vivían de las milpas altamente diversificadas; durante los años 1970, la mayoría de los productores se había convertido en mano de obra asalariada y la milpa tuvo un papel menor en la vida de las familias; en la crisis de los años 1980, los zinacantecos cultivaron nuevamente la milpa; y hacia los años 1990, la milpa pierde otra vez importancia en la alimentación de la comunidad (Collier, 1992). Por ende, del “trabajar juntos”, que significaba que toda la unidad doméstica participaba en el cultivo de la milpa y todos se alimentaban y vestían con el producto de su trabajo, pasaron al trabajo de manera “separada”, pues los

jóvenes habían experimentado una independencia económica a través del trabajo asalariado y su vida ya no se centraba en torno a la producción y el consumo de maíz (Collier, 1992).

Estos vaivenes productivos se reflejan en las importaciones de maíz, particularmente después de la firma del TLCAN. En 1993, se importaban alrededor de 253,000 toneladas de maíz; mientras que en 2013, las importaciones ascendieron a 6,554,084 toneladas; en 2014, este volumen llegó a 10,375,595 toneladas y en 2015, a 11,851,199 toneladas (Ladrón de Guevara, 2017). El aumento de la importación de maíz corresponde a las fluctuaciones de la superficie total cultivada de maíz, la cual varía por región y por año. Sin embargo, también a partir de 1990, la producción ha aumentado considerablemente, ya que al promover la producción maicera en zonas de riego los rendimientos se han cuadruplicado y quintuplicado, mientras que en temporal los rendimientos han aumentado ligeramente (figura 10).

Figura 10. Superficie y producción de maíz de riego y de temporal (1980-2012).



Elaboración propia con datos de Panorama Agroalimentario: Maíz, 2015, Sagarpa: www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61952/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2015.pdf.

*Los datos de 2010 y 2012 fueron obtenidos del SIAP.

A principios de la década de 1990, el maíz cubría aproximadamente 38% de la superficie nacional (7,660 millones de hectáreas) y lo producían 2.7 millones de agricultores (Gómez et al., 1994: 65). En 2014, cubre 6,715,157 hectáreas, con una producción de 21,087,445 toneladas. El rendimiento promedio es de 3.45 ton/ha (Ladrón de Guevara, 2017).

Los cambios se han dado no solo en la estructura y organización para la producción, sino también en la transformación, comercialización y consumo del maíz. Para entender la fractura agroalimentaria, resulta interesante relacionar estos cambios con dos procesos: a) la transformación del sistema agroalimentario mundial controlado por los complejos agroindustriales resultantes de alianzas estratégicas de capital de riesgo y de fusiones, y b) el desplazamiento de la tortilla en la alimentación.

a. Esta transformación, a partir de 1982, comenzó cuando la producción alimentaria dejó de ser parte de la estrategia de desarrollo nacional y se convirtió en una actividad generadora de divisas, por lo cual se brindó el apoyo a las grandes empresas por medio de políticas comerciales, laborales y de desregulación (Hewitt, 2007; Rendón y Morales, 2008). Los grupos hegemónicos relacionados con la industria de la tortilla pasaron de la Asociación de Propietarios de Tortillerías y Molinos de Nixtamal del Estado de México a las empresas harineras del Grupo Industrial Maseca (Gruma) y Minisa, entre las principales. Desde 1960, las industrias transnacionales extendieron sus mercados a través de la participación de empresas nacionales de carácter oligopólico, de las instituciones financieras y de agentes políticos e institucionales, abarcando varios eslabones de la cadena agroalimentaria. Pero, desde finales de la década de 1980, el sistema agroalimentario mexicano cambió radicalmente al convertirse en un complejo agroindustrial integrado por compañías semilleras, agrobiotecnológicas, agroquímicas, agroindustriales y alimen-

tarias (Del Valle y Solleiro, 1996; Chauvet y González, 2001; Rendón y Morales, 2008). Los pequeños y medianos productores involucrados en micro y pequeñas empresas agrícolas y pecuarias desaparecieron o fueron sometidos a las dinámicas de los grandes consorcios agroalimentarios. Esta fractura agroalimentaria abrió paso al acaparamiento y control de los grandes complejos agroindustriales. Gruma, convertida en la mayor empresa productora de harina de maíz en México y aliada con *Archer Daniels Midland Company* (ADM), opera en más de 15 países del mundo.

b. En 1960, la tortilla representaba la principal fuente de energía y proteína en la dieta al aportar 36.8% de la primera y 32% de la segunda; mientras que en 1995, la tortilla solo representaba el 19.2% y 14%, respectivamente (Casasueva, 1996: 109-110). De estos años también se deben resaltar los cambios en la elaboración de la tortilla: desde la elaboración casera, los molinos de nixtamal hasta la actividad agroindustrial tecnificada y bajo las estrategias de mercadeo industrial. La expansión demográfica y la dinámica urbana se encargaban de desplazar del consumo masivo a los productos no susceptibles de ser industrializados.

Permisividad de una pobreza alimentaria: mayor vulnerabilidad

La FAO define que la seguridad alimentaria se cumple cuando “todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos para cubrir sus necesidades y preferencias alimentarias para una vida activa y sana” (2001). Cualquier situación que la comprometa resulta en inseguridad alimentaria. Algunos autores además proponen que también debería incluirse la forma de adquisición de alimentos como indicador importante de la SA (Radimer et al., 2002; Pérez et al., 2004). Incluir este punto es crucial para restablecer parte de la fractura agroalimentaria y para que los pe-

queños y medianos productores puedan desempeñar nuevamente un papel importante tanto en la producción agrícola como en el control de los sistemas agroalimentarios.

Entendida así la seguridad alimentaria, en México, estamos muy lejos de alcanzarla y, por el contrario, en muchas regiones encontramos pobreza alimentaria¹⁰ y pobreza alimentaria extrema¹¹. Las tendencias de la pobreza alimentaria siguen patrones heterogéneos tanto en las diversas regiones como en el tiempo durante los pasados 20 años. Esta se incrementó fuertemente, a casi el doble, entre 1994 y 1998 (38.5% de la población en pobreza alimentaria en 1996); disminuyó entre 1998 y 2006; aumentó entre 2006 y 2012 y ha venido disminuyendo paulatinamente desde 2014 (Coneval, 2016). Sin embargo, todavía en 2016, 24.6 millones de personas (19.8%) se encuentran en pobreza alimentaria (Coneval, 2016). Esto refleja que casi uno de cada cinco habitantes aún carece de los recursos para satisfacer sus necesidades nutricionales mínimamente adecuadas. Alarmantemente, la pobreza extrema alimentaria creció de 7.01 a 7.14 millones del 2012 al 2014¹². Esto significa que la Cruzada Nacional contra el Hambre no tuvo impacto en la reducción de las carencias alimentarias (Székely y Ortega, 2014). Esto se debe a la incapacidad del aparato productivo nacional para responder a la apertura comercial; a considerar al medio rural como un foco de asistencialismo en vez de un motor productivo; a la caída del salario real, que se refleja en un aumento en las condiciones de pobreza (Boltvinik y Marín, 2003) y en una recomposición de los

hábitos alimenticios con riesgos nutricionales y de salud para las familias (Bourges et al., 2001; Sandoval y Gutiérrez, 2008). Así, mientras que a los grandes productores se les incentiva con subsidios agrícolas; a los pequeños y medianos productores se les desincentiva agrícolamente a través de programas asistencialistas. Estas inconsistencias están asociadas al fracaso del modelo económico para la población más vulnerable.

Una cuestión importante en la inseguridad alimentaria es la desigualdad en la distribución del ingreso, que impide la adquisición de alimentos aun cuando exista suficiencia en el mercado. En este aspecto los datos son dramáticos: de acuerdo con el Inegi, el 50% del ingreso nacional se distribuye en el 10% de la población más rica del país, mientras que el 10% más pobre, o sea 12 millones de mexicanos, solo perciben lo correspondiente al 1.6% del total de los ingresos. De acuerdo con el mismo Inegi, esto equivale para los hogares más pobres a 8 mil 169 pesos trimestrales por hogar (*Excelsior*, 2016). Estas grandes diferencias hacen que el gasto hacia la alimentación pueda llegar a representar hasta 80 y 90% o inclusive no llegar a cubrir el nivel mínimo de alimentación; mientras que para los de mayores ingresos, significa entre 5 y 15%. Estos porcentajes han variado fuertemente en el tiempo. Mientras que en 1975 los estratos menos ricos de la población invertían 48% de su ingreso en alimentación, en 1995, este mismo rubro consume cerca del 70% del ingreso, sin que la dieta sea de mejor calidad (Casanueva, 1996: 113).

Esto no es exclusivo de México. Las desigualdades y la pobreza se expresan más a nivel rural y, por ello, tienen una dimensión agrícola. Alrededor del 70% de los pobres en el mundo viven en áreas rurales y todavía sus estrategias de vida se basan en la agricultura. “El hambre es un proceso endémico en la mayoría de las áreas rurales en los países en vías de desarrollo” (Banco Mundial, 2005: 6, trad. EL)

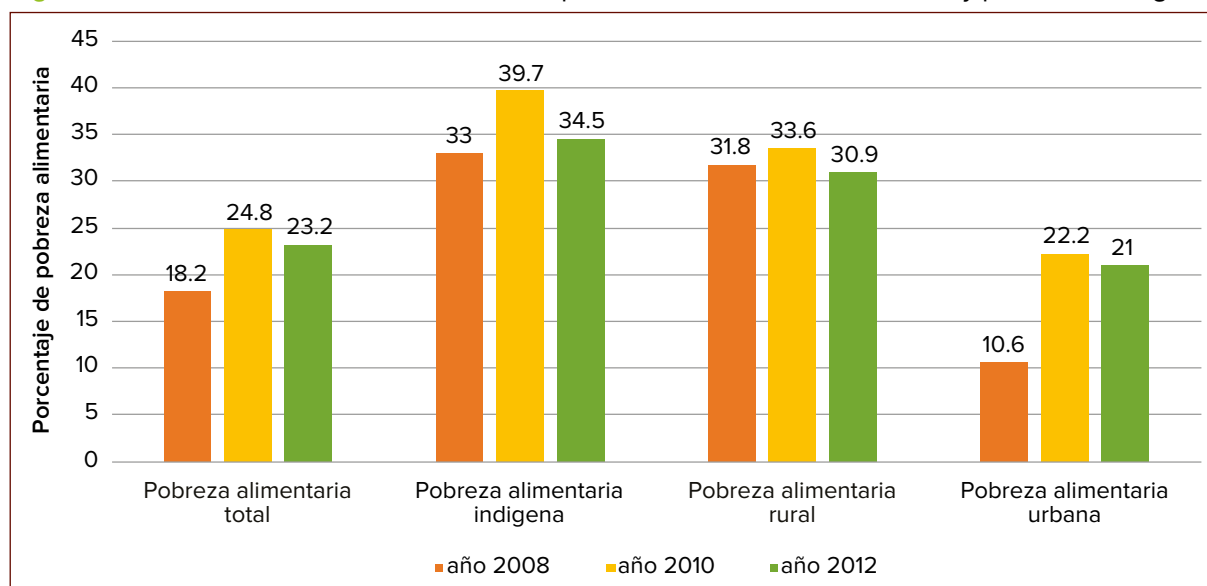
Así, sorprendentemente, se presenta mayor pobreza alimentaria en el medio rural que en las zonas urbanas. Cuatro de cada cinco habitantes

10 La pobreza alimentaria incluye a quienes tienen ingresos insuficientes para comprar la canasta básica alimentaria. La pobreza alimentaria extrema implica que sufren más de tres carencias sociales, incluyendo la falta de acceso a la alimentación (Coneval).

11 Para la Cruzada Nacional contra el Hambre, programa interinstitucional e intersectorial iniciado en 2012, durante la presidencia de Enrique Peña Nieto, se declararon 400 municipios en la etapa I y 612 municipios en la etapa II.

12 Cifras calculadas por la Acción Ciudadana Frente a la Pobreza con base en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gasto en los Hogares (ENIGH) y bajo los métodos de cálculo de Coneval: www.coneval.org.mx/Medicion/EDP/Paginas/Evolucion-de-las-dimensiones-de-la-pobreza-1990-2014-.aspx.

Figura 11. Pobreza alimentaria en México: comparación entre área urbana, rural y población indígena.



Fuente: Elaborado por Tania Flores con datos de Coneval 1992-2016.

*Los datos de pobreza alimentaria indígena fueron obtenidos del dato de carencia alimentaria en hogares indígenas, 2008-2012 Coneval.

en pobreza alimentaria viven en el medio rural (Ladrón de Guevara, 2017). En particular, la pobreza alimentaria en las regiones indígenas incluía al 35.3% de la población en 2012, pero alcanzó al 40.5% en 2010¹³. Aunque las cifras para el país sean muy altas (23.3 y 23.8%, respectivamente), son menores que entre la población indígena (figura 11).

Desde el sexenio de Salinas de Gortari (1988-1994) se propuso una estrategia de seguridad alimentaria que tenía como fin garantizar la disponibilidad de alimentos mediante su importación. Pareciera que una mayor participación en el comercio mundial lograría la seguridad de los suministros alimentarios (Sandoval y Gutiérrez, 2008). Esto, en cambio, redujo la capacidad productiva de los agricultores pues se vio afectada por el retiro de subsidios, la liberación del precio de los alimentos y la reducción de apoyos de asistencia técnica y para la comercialización y acceso a crédito, entre otros.

Durante el gobierno de Ernesto Zedillo esta política se impulsó mediante el Programa de Alimentación y Nutrición Familiar (PANF) bajo tres ejes: a) desayunos escolares; b) canasta básica alimentaria para familias pobres del medio rural; c) canasta y apoyos a familias de áreas urbanas marginadas. En el siguiente sexenio, se continuó con esta política, aunque con menor presupuesto y con metas más reducidas. El programa Progreso se transformó en Oportunidades, coordinando acciones integrales en educación, salud y alimentación. Aunque se afirmaba que se buscaba impulsar el acceso efectivo a una alimentación adecuada, sus metas se redujeron nuevamente a un asistencialismo a la mera provisión de alimentos, en vez de generar proyectos agroalimentarios para el medio rural.

Finalmente, bajo los lineamientos de la FAO, desde 2005, la Sagarpa impulsó el Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria (PESA), con el objetivo de promover la productividad agropecuaria y generar ingresos entre los pequeños productores para mejorar la seguridad alimentaria en los 50 municipios con menor índice de desarrollo

13 Estimaciones de CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y 2012.

humano. Este programa cubre 126 municipios en cada uno de los cuales se atiende entre 20 y 30 familias. El PESA se enfocó principalmente en dos aspectos: a) *Hogar Saludable*, con la instalación de estufas ahorradoras de leña; b) *Disponibilidad de agua*, con la construcción de tanques para captar agua de lluvia. Después, en caso de haber presupuesto y tiempo, se apoya la producción de hortalizas de traspatio.

Si bien se trata de un proyecto para la producción de alimentos, adolece de graves fallos: el financiamiento no ha sido suficiente para impulsar actividades agrícolas y se implementó, en muchos sitios, en el último año de la administración, cuando ya no fue posible hacer ningún seguimiento. Como ha sido implementado, PESA ha beneficiado a los despachos privados de agrónomos que han obtenido fondos para diseñar los proyectos locales. Aunque se aduzca la promoción de redes de productores para impulsar una organización, el financiamiento se otorga a nivel familiar. Por ende, la participación en espacios de organización colectiva para la producción se ha reducido a una intención escrita.

La agudización de la pobreza alimentaria en el medio rural contrasta con la alta agrodiversidad que solía caracterizar la producción de los pequeños y medianos productores, particularmente en las zonas indígenas. Desde hace décadas, los agroecólogos han subrayado la importancia de la agrodiversidad y su contribución directa y básica a la seguridad alimentaria, la nutrición y bienestar al proporcionar una alta variedad de alimentos. Además, sirve como una red de seguridad para hogares vulnerables en tiempos de crisis y ofrece oportunidades de ingreso para la población rural pobre. Sin embargo, todas las políticas agrícolas y alimentarias nacionales han ido en detrimento de la agrodiversidad, resultando en una grave crisis para conservarla y fortalecerla en los campos de pequeños y medianos productores.

Recientemente, el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la FAO y *Bioversity International* están desarrollando una iniciativa mundial e intersectorial para promover el uso sostenible de

la agrodiversidad con el fin de mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición de la población local. Esta iniciativa se concentra en: a) estrechar los vínculos entre biodiversidad, alimentación y nutrición; b) concientizar a los consumidores sobre estas relaciones; c) canalizar la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en agendas y programas relacionados con la nutrición, la agricultura y la reducción de la pobreza; y d) promover la seguridad alimentaria y la nutrición a través del fortalecimiento de la biodiversidad (FAO, 2017).

Se requiere una política nacional agroalimentaria para llevar a cabo esta iniciativa. Sería necesaria una política económica que favorezca la producción diversificada, altamente demandante de trabajo de los pequeños y medianos agricultores. Deberían desarrollarse políticas y programas de corte agrícola, ecológico, social, económico y cultural, dirigidas a las familias campesinas y a los agricultores familiares.

La seguridad alimentaria no es un problema de oferta y demanda, sino de asimetría en las condiciones de acceso a los alimentos (Torres, 2003). Es básicamente un problema de inequidad social y relaciones de poder. La política alimentaria ha funcionado más bajo una lógica de control político con fines de clientelismo que con criterios sustentables de productividad (Sandoval y Gutiérrez, 2008).

Control de los sistemas agroalimentarios por las compañías transnacionales

El retiro gradual del Estado tanto de la producción agrícola como del acopio, la regulación de los precios y la estructura de créditos y subsidios ha llevado aún más a una polarización agrícola entre pequeños y grandes productores y ha dejado disponible el camino a corporaciones transnacionales agroalimentarias. Se instaló el totalitarismo en los sistemas agroalimentarios a través de una quinteta de grandes corporaciones que controlan la cadena agroalimentaria. Se han establecido

monopolios que controlan las semillas, los agroquímicos, la maquinaria agrícola, las industrias de la distribución y la transformación.

Indirecta o directamente, hoy alrededor de diez grandes corporaciones dominan la producción agrícola: Monsanto, Pioneer, Syngenta, Bayer, John Deere, Cargill, Gruma, Bimbo, Dow AgroSciences. Las cuatro primeras tienen el control de las semillas híbridas y de agroquímicos, y las últimas controlan el almacenamiento y la distribución. Todas presionan a los agricultores para introducir sus tecnologías, también inciden fuertemente en la política económica agrícola, particularmente en los precios de los productos y la financiación de la agricultura. Inclusive, Monsanto, hoy fusionada con Bayer, participa en el Congreso Agrario Permanente.

Si bien desde 1950, Monsanto se estableció en México con diversas industrias, en 1980 comenzó la carrera biotecnológica. En 1996 se le autorizó el uso de la tecnología Bollgard en algodón; más tarde, la soya y la canola genéticamente modificadas (GM) tolerantes al glifosato. En 1997, Monsanto adquirió Asgrow y un año después a Dekalb, empresas que estaban ya presentes en México. Desde el año 2000, Monsanto, dedicada totalmente al sector agrícola, invierte en tres divisiones: herbicidas, semillas y biotecnología. En 2009 se le otorgaron permisos para realizar siembras experimentales de maíz GM en Sinaloa y un año más tarde en Tamaulipas y Chihuahua. Entre 2010 y 2013, ha realizado siembras experimentales y piloto en Sinaloa, Chihuahua y Tamaulipas. Monsanto ha manejado GM en los cultivos de alfalfa, algodón, maíz y soya.

Desde 2005 hasta 2014, las empresas de Monsanto, phi-Pioneer y Bayer han conseguido 43 permisos comerciales para el cultivo de soya transgénica en Campeche, Chiapas, Jalisco, Nayarit, San Luis Potosí, Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Sandoval, 2017). Estas siembras han sido altamente controvertidas en Campeche y Yucatán. Las comunidades mayas han denunciado despojo de tierras, tala de bosques, pérdida de biodiversidad y aparición de enfermedades rela-

cionadas con la contaminación de la tierra, mantos freáticos y acuíferos (Sandoval, 2017: 28). A pesar de los posibles impactos, los directores de Pioneer y Monsanto insisten en presentar al maíz transgénico como la única vía para lograr la autosuficiencia.

“Frente a la crisis de los alimentos, hay un área de oportunidad para reactivar mucha de la actividad agrícola del país [...] 300,000 hectáreas de maíz pudieran sembrarse con semillas transgénicas hacia 2015 [...] México podría llegar a la autosuficiencia de ese grano[...] Tendremos las 80 semillas híbridas convencionales y las 80 genéticamente modificadas, para ofrecerlas a los agricultores mexicanos” (Rodolfo Gómez Luengo, director de Biotecnología de Pioneer para la zona norte de Latinoamérica en Morales, 2008).

Existen controversias y ambigüedades en términos de las alternativas agrícolas para construir los caminos hacia una soberanía alimentaria. Mientras las empresas y parte de las instituciones gubernamentales -amplios departamentos de Sagarpa y la Secretaría de Economía- apoyan la introducción de los cultivos transgénicos como parte del modelo agroindustrial para mejorar la disponibilidad de alimentos para la población mexicana; múltiples movimientos, organizaciones rurales y distintos académicos proponen alternativas agroecológicas basadas en la agrodiversidad y en la agricultura familiar. A pesar de ello, las políticas agroalimentarias tienden a tener como aliadas a las empresas transnacionales.

Los consorcios monopolísticos no solamente se siguen consolidando en el ámbito productivo, sino en los campos de la comercialización y distribución de los productos agrícolas. En el caso de las industrias de procesamiento, particularmente del maíz, el debilitamiento y la falta de capitalización de la industria nixtamalera tradicional -debido a su dependencia a los subsidios gubernamentales y al precio oficial de la tortilla controlado anteriormente- facilitaron el control monopolístico de esta actividad. La industria torti-

llera tradicional no pudo competir con las grandes empresas harineras que lograron el control del mercado gracias a alianzas político-económicas con grupos económicos internos y externos y la incorporación de tecnología de punta en almacenamiento y procesamiento. Estas capacidades han permitido a estas empresas comprar maíz indistintamente en el mercado nacional o internacional, aprovechando las ventajas derivadas del diferencial de precios. Además, las empresas harineras justifican las ventajas ambientales, el almacenamiento y conservación, el rendimiento, el transporte, la higiene y los beneficios mercantiles que tiene la harina de maíz sobre la masa nixtamalizada (Torres, 1996a). Esto trae como consecuencia el mayor control de la industria harinera, desapareciendo las tortillerías tradicionales o empujándolas al uso de harina (Torres, 1996a). Este cambio se da en un tiempo corto. Mientras que en 1980, la producción de tortilla a partir de masa de nixtamal representaba 79.6% de esa producción y a partir de harina de maíz solo 20.4%; en 2004, la producción de tortilla a partir de harina llegó a 55.7% (Torres 2009: 81). Bajo la crisis de la industria de la masa y la tortilla se pugnó durante el salinismo por su liberalización con una orientación de “harinificar” el consumo. Se crearon mecanismos desiguales de acceso a las transferencias estatales entre las harineras y los molineros. La compañía más beneficiada con esta política fue Maseca (Torres, 2009), uno de cuyos accionistas más importantes era hermano del expresidente Carlos Salinas.

La empresa pública Conasupo, responsable de comercializar y distribuir productos agrícolas, fue reemplazada por oligopolios del sector privado. Desde 2001, Gruma se convirtió en el mayor productor y distribuidor de tortilla y harina de maíz en el mundo. El incremento de 100% de sus ventas en tan solo 5 años (1991 a 1996) coincidió con la firma del TLCAN y con la casi desaparición de Conasupo. Gruma tiene plantas procesadoras en todos los continentes y sus ventas en el exterior representan más del 50% del total de sus ventas. En México, Gruma representa el 70% de la

producción de dicha industria y produce 32% de la materia prima que surte al mercado nacional de la tortilla a través de su empresa subsidiaria GIMSA (Grupo Industrial Maseca). Sus competidores son Minsa y Cargill (Rendón y Morales, 2008: 99-101).

El éxito de Gruma como gigante agroindustrial se basa en el establecimiento de alianzas industriales y políticas. Las dos corporaciones de la industria del maíz en México (Gruma y Minsa) han sido las únicas beneficiadas de los cupos de importación del grano, libres de arancel, contemplados en el TLCAN. Esto se ha convertido en una forma de presionar a los productores nacionales para comprarles su maíz a precios hasta 20% más bajos que los del mercado de importación (Fregoso, 2007).

Gruma se abastece entonces interna o externamente de maíz, dependiendo del precio. Frente a la alza en el mercado internacional, creó el “Club del Maíz”, donde involucró a los grandes productores, pero su participación siempre privilegió los intereses de la empresa (Rendón y Morales, 2008). Gruma abastece tanto a Bimbo, como a medianos y pequeños productores de tortillas y a cadenas de restaurantes. Se asoció con la empresa Aspel-ADM bajo el nombre de *Azteca Milling* con 80% de participación, lo que le permite entrar a otros mercados de productos y a diversas regiones (Rendón y Morales, 2008). Sus productos bajo la marca Misión y Guerrero se exportan a los mercados en Estados Unidos, donde se realiza la mitad de las ventas de Gruma (Torres, 2009). Su mercado va en ascenso, principalmente dirigido a los latinos, pero también el consumo de sus productos ha aumentado entre la población no latina. Según la *Tortilla Industry Association*, de Estados Unidos, la tortilla ha pasado a ser el principal alimento “étnico”.

Además de la diversificación de productos en diversas regiones del mundo, Gruma también ha incursionado en actividades bancarias (Banorte) y grupos financieros, en investigación de diseño industrial y construcción de plantas y en sistemas de mercadotecnia. En este sentido, el dominio de

las grandes corporaciones agroalimentarias está basado en sus vínculos entre empresas pero también con los gobiernos nacionales. Forman parte de grupos económicos en continuo crecimiento y búsqueda de productos y de regiones para establecer y asegurar sus mercados.

Pérdida de bienestar social: avance de enfermedades crónico-degenerativas y obesidad

Los sistemas alimentarios se han transformado abruptamente en los pasados 30 años. Si anteriormente, nuestra alimentación se basaba en la diversidad de los ecosistemas y los agrosistemas; actualmente, los sistemas agroalimentarios se han hiper-especializado a escala internacional. La producción mundial de alimentos ha aumentado

a costa de la desaparición de numerosas variedades vegetales y animales que alguna vez constituyeron la base de la alimentación de muchos pueblos. Paralelamente, la cocina doméstica ha sido transferida a la industria. Como consecuencia de estas transformaciones, cada vez consumimos una mayor cantidad de alimentos procesados industrialmente (Contreras, 2008).

Las grandes empresas agroalimentarias controlan cada vez más los procesos de producción y distribución de alimentos (cuadro 4). La industria alimentaria ha permitido incrementar la disponibilidad de todo tipo de alimentos durante todo el año, por lo cual se ha pasado de la escasez a la sobreabundancia. En México, alrededor de diez empresas controlan la industria alimentaria (i.e. Bimbo, Maseca, Grupo Sigma, Grupo Herdez, Grupo La Moderna); tres empresas, la industria de cárnicos y derivados (SuKarne, Industrias

Cuadro 4. Grupos y grandes empresas de la industria de alimentos y bebidas en México, 2005.

Alimentos	País	Ventas (millones de pesos)	Participación de las ventas en el segmento (%)
Grupo Bimbo	México	56,102.2	36.4
Grupo Maseca	México	26,686.6	17.3
Grupo Sigma	México	17,867.7	11.6
Industrias Bachoco	México	14,437.4	9.4
SuKarne	México	6,414.9	4.1
Grupo Herdez	México	5,705.6	3.7
Pilgrim's pride	Estados Unidos	4,661.6	3.0
Desc Alimentos	México	4,567.1	3.0
Grupo La Moderna	México	3,676.1	2.4
Grupo Bafar	México	3,407.6	2.2
Qualtia Alimentos	México	3,170.0	2.1
Molinera de México	México	2,268.3	1.5
Grupo Minsa	México	2,214.2	1.4
Proveedora de Alimentos México	México	1,310.3	0.9
El Globo	México	1,100.0	0.7
Nutrisa	México	407.9	0.3
Total		153,997.5	100

Fuente: Rendón, 2008.

Bachoco, Pilgrim's Pride) y tres, las bebidas no-alcohólicas (Femsa, Herdez, Pepsico, cuadro 4).

Estos cambios alimentarios, controlados por las corporaciones agroalimentarias, han provocado transformaciones socioculturales alrededor de la alimentación y del significado de la modernización alimentaria, al incorporar productos industrializados en las dietas. Al mismo tiempo, la obesidad aumenta de manera alarmante en el mundo. En México, más de la mitad de la población tiene sobrepeso y más del 15% presenta obesidad. Uno de cada cuatro niños de entre 4 y 10 años de edad tiene sobrepeso o presenta obesidad. Mientras que siete de cada diez adultos y 35% de adolescentes entre 12 y 19 años padecen sobrepeso y obesidad (Levy et al., 2015). En los datos de la Encuesta Nacional de Nutrición 1988, la prevalencia de sobrepeso y obesidad era de 10.2% y 14.6% en las mujeres de edad reproductiva; once años más tarde, la misma encuesta señalaba 30.6% y 21.2%, respectivamente (Guerra et al., 2006). Esto se relaciona con la transición demográfica, epidemiológica y nutricional.

La población mexicana ha modificado sus patrones de alimentación por un consumo creciente de alimentos ricos en colesterol, grasas saturadas, azúcares y sodio. La oferta de productos alimentarios de consumo masivo y de alto contenido de grasas, azúcares y aditivos se dirige más a la

población con baja capacidad adquisitiva. Los productos “chatarra” como golosinas, refrescos, pan dulce, caramelos, frituras son consumidos en grandes cantidades por niños y jóvenes: 35.4% de los estudiantes hombres con obesidad tienen un alto consumo de golosinas y 43% tienen un alto consumo de refrescos. De las niñas en edad escolar, 50.8% con sobrepeso y 23.8 con obesidad tienen un alto consumo de golosinas, y 63.5% con sobrepeso y 28.6 con obesidad tienen un alto consumo de refrescos (figuras 12 y 13, Castañeda-Castaneira et al., 2016). Las dietas ricas en frutas y verduras son llevadas por solo tres de cada diez niños mexicanos y solo cuatro de cada diez escolares consume frijoles (Levy et al., 2015).

Al mismo tiempo, la desnutrición continúa siendo un problema de salud pública, ya que se encuentra entre las primeras cinco causas de mortalidad infantil (Guerra et al., 2006). Más de un millón de niños tienen retardo en crecimiento y 1.5 millones de niños menores de cinco años sufren de desnutrición crónica (Levy et al., 2015).

Asociado a estos cambios se observa un aumento en las enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición, como es la diabetes (Guerra et al., 2006). Se ha indicado que 44% de la mortalidad por diabetes está asociada con la obesidad, 23% con cardiopatías isquémicas y 41% con dife-

Figura 12. Consumo de golosinas y refresco en estudiantes hombres.

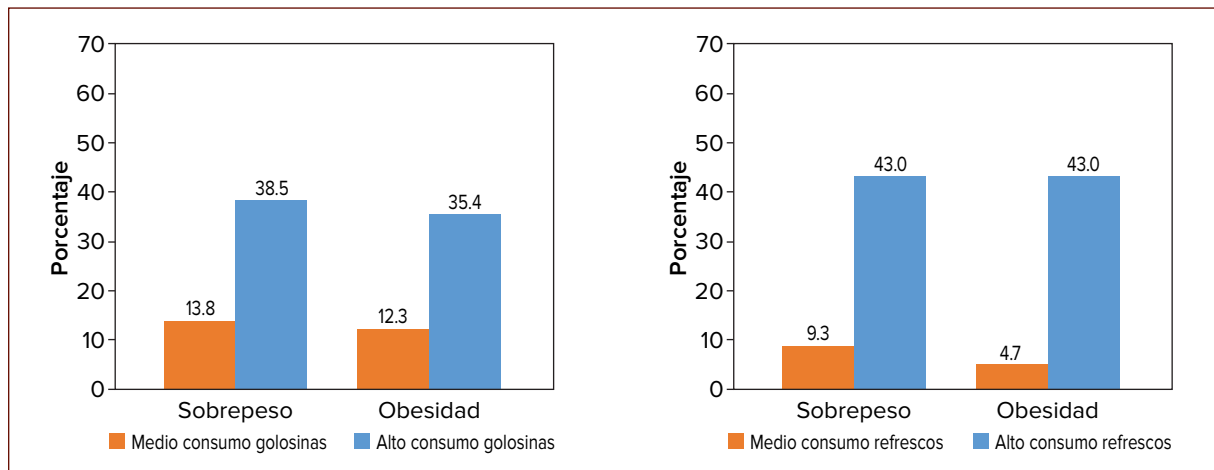
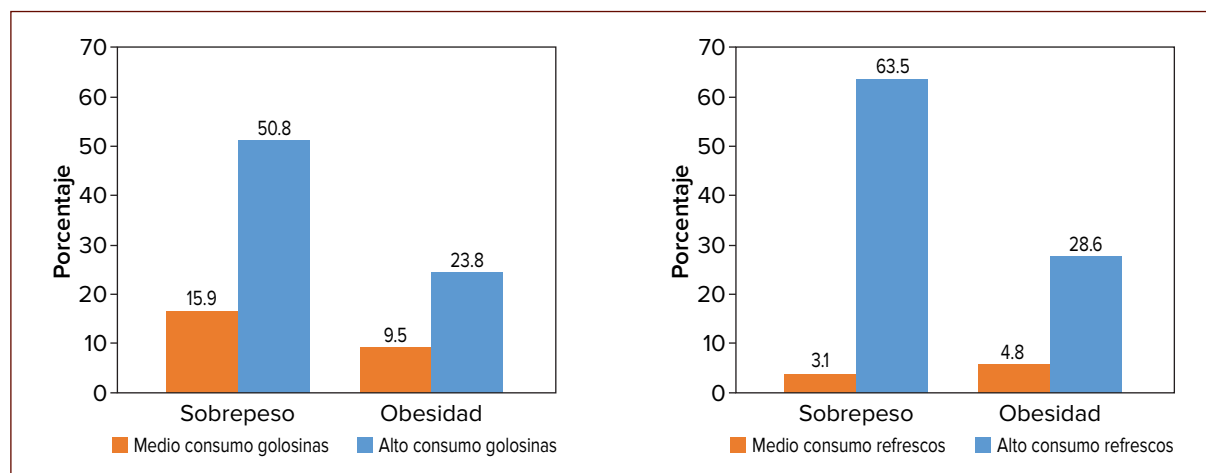


Figura 13. Consumo de golosinas y refresco en estudiantes mujeres.



rentes tipos de cánceres. Igualmente, existe una relación con la hipertensión arterial. Tan solo con el aumento del Índice de Masa Corporal se incrementa la probabilidad de muerte asociada con enfermedades no transmisibles. México y Estados Unidos tienen el mayor índice de obesidad mundial en adultos y México ocupa el cuarto lugar en obesidad infantil, al mismo tiempo que ocupa el décimo lugar en *diabetes mellitus* (Gutiérrez et al., 2012; OMS, 2012).

Las causas del sobrepeso y la obesidad han sido el aumento en el consumo de alimentos hipercalóricos, ricos en grasas, sal y azúcar y pobres en vitaminas, minerales y fibras (Black, 2008). La obesidad tiende a desplazarse hacia los grupos con nivel socioeconómico bajo (Guerra et al., 2006).

Además de todas las consecuencias en la salud y la pérdida de bienestar general entre niños, jóvenes y adultos, el modelo alimentario industrial rompe el vínculo cultural entre el alimento y el lugar.

No hay arraigo ni oposición entre el alimento propio y la comida extranjera con lo cual se propicia una identidad alimentaria dependiente. Esto ha acelerado el paso de la cocina tradicional, constituida por platillos típicos ligados a la capacidad de la producción local rural, a la cocina industrial, homogénea, de consumo masivo y de baja calidad.

Soberanía alimentaria, ¿con qué suelos?

Helena Cotler y Jorge Etchevers

Uno de los problemas más graves para recuperar la soberanía y la seguridad alimentaria en México es el grave deterioro de sus suelos. Resultado de políticas económicas y agrícolas, de la debilidad de las instituciones de investigación y de malas prácticas agropecuarias, más de la mitad de los suelos del país presentan algún grado de degradación. Hoy en día conocemos parcialmente este estado a través de estudios que, realizados con metodologías distintas, mencionan que la degradación de suelos afecta el 45% de los suelos del país (Semarnat-Colpos, 2002), o bien que el área de los suelos con erosión hídrica varía de 66% (Inegi, 2015) a 76% del territorio nacional (Bolaños et al., 2016). El conocimiento sobre la degradación de suelos en México, aún escaso y parcial, responde al poco interés gubernamental hacia este recurso.

¿Qué significa tener 45 a 76% de suelos degradados en términos de retención de humedad, infiltración, rendimiento, agrobiodiversidad, emisión de CO₂ o incremento de la vulnerabilidad e impactos socioeconómicos? ¿De qué manera esta degradación compromete la soberanía y seguridad alimentaria de México?

Los suelos no son homogéneos en el paisaje ni en su aptitud. Los principales suelos con potencial agropecuario en México cubren cerca del 40% del país y son los que se encuentran con mayores niveles de degradación (Semarnat-Colpos, 2002), limitando cada vez más su capacidad productiva.

En las pasadas décadas, la expansión de la frontera agrícola ha ocupado suelos poco fértiles como Leptosoles, Regosoles y Calcisoles (Semarnat, 2013), donde los rendimientos son muy bajos, ya que la calidad de los suelos está directamente relacionada con la capacidad de proveer alimentos (FAO, 2009). La eliminación de la vegetación natural deja los suelos descubiertos y, si no se toman medidas técnicas apropiadas, ocasiona deterioro en propiedades y nutrientes de suelo y cambios en la diversidad microbiana, lo que reduce su fertilidad, así como su resiliencia ante la variabilidad climática extrema.

Por otro lado, el crecimiento urbano amenaza la integridad y la capacidad productiva de los suelos al sellar los suelos con mejor aptitud para el desarrollo de actividades agropecuarias. Actualmente, más de 13,000 km² de suelos como Phaeozem, Luvisoles, Vertisoles, Cambisoles, Kastanozems, Chernozems, Fluvisoles y Andosoles están siendo utilizados para asentamientos humanos y construcción de presas, lo cual excluye permanentemente a estos suelos de la posibilidad de producir alimentos y de proveer diversos servicios ecosistémicos.

Esta situación muestra, por un lado, las inconsistencias que existen entre los instrumentos de planeación (rural y urbano) y por el otro, la falta de entendimiento sobre la importancia del papel de los suelos en la producción de alimentos y otros servicios ecosistémicos.

Sistemas de producción y degradación de suelos

La diversidad ecológica, cultural y económica de México también se expresa en las diversas formas de realizar la agricultura. En ella, la degradación de los suelos puede tener múltiples causas: am-

bientales, sociales, culturales y como respuesta a los incentivos que promueven las políticas públicas y el mercado. Como se mencionó en los dos capítulos anteriores, la imposición de un modelo agrícola industrial ha incrementado la dependencia de la agricultura hacia los agroquímicos, insumos provenientes de combustibles fósiles. Desde entonces, las prácticas de monocultivo, el laboreo intensivo, el uso de fertilizantes y pesticidas y modalidades de riego han causado un gran deterioro de los suelos, de la salud humana y de los ecosistemas acuáticos y terrestres (Leyva et al., 2017; García et al., 2017; Etchevers et al., 2016).

Algunos de los agroquímicos cuyo uso se ha incrementado, sobre todo en la agricultura comercial e industrializada, son los plaguicidas. En México están autorizados 183 ingredientes activos de plaguicidas altamente peligrosos, donde además cerca de la mitad tienen una toxicidad muy alta en abejas y otros polinizadores; asimismo hay autorizados 140 plaguicidas prohibidos o no autorizados en otros países, como consecuencia de la armonización con el mercado de plaguicidas de los Estados Unidos de América (Bejarano, 2017). A pesar de los graves impactos en la salud humana y ambiental de estos productos, registrados por la Red Internacional de Plaguicidas (PAN) y la Agencia Internacional de Investigación de Cáncer (IARC), en el país no contamos con información pública sobre el nombre, tipo y cantidad de cada plaguicida autorizado (Bejarano, 2017). Esta opacidad está avalada por un marco regulatorio basado en la evaluación y manejo de riesgos y no en la toma de decisiones sustentadas en el principio precautorio, como mandata la obligación constitucional de proteger los derechos humanos a la salud y a un medio ambiente sano.

Hoy en día, la presión de empresas transnacionales para la introducción de cultivos transgénicos tolerantes al glifosato (ver sección escrita por Elena Lazos en este capítulo) está ocasionando, entre innumerables efectos nocivos, la acumulación y persistencia de glifosato en suelos en concentraciones tóxicas para la edafofauna,

disminuyendo las defensas naturales de las plantas al hacerlas susceptibles a patógenos.¹⁴

En general, el creciente aumento de la dependencia en agroquímicos (insecticidas, herbicidas, fungicidas y fertilizantes) ha ocasionado el desarrollo de resistencia a los plaguicidas a malezas, insectos y enfermedades, y por último la pérdida de variabilidad genética de los principales cultivos (Etchevers et al., 2016).

En áreas agrícolas de Sinaloa, Valle del Yaqui y el Bajío, un gran porcentaje de los ingredientes activos que se comercializan están considerados como de alto riesgo y generan problemas de contaminación en suelo, agua, biota y sedimentos, constituyendo un factor de riesgo de contaminación para ecosistemas terrestres, acuáticos y la salud humana (Bejarano, 2017).

Los fertilizantes nitrogenados amoniacales son otro de los agroquímicos de uso intenso que han incrementado los problemas de acidificación en el país. En la zona de la Frailesca (Chiapas), cerca de 33,500 hectáreas de los suelos agrícolas presentan problemas de acidez, con un pH de 4.7 en promedio (Van Nieuwkoop et al., 1994), que probablemente se ha incrementado en el pasado cuarto de siglo. También se presume la presencia de algunos metales pesados como cadmio, zinc, cobre y plomo, que pueden pasar a formar parte de la solución del suelo y de ahí a las plantas.

Otras zonas afectadas del país, como la Sierra Norte de Oaxaca, la Mixteca Alta Oaxaqueña y algunas zonas de Tlaxcala muestran pérdida de la materia orgánica, lo que implica la necesidad de emplear elevadas dosis de fertilizantes nitrogenados inorgánicos que encarecen y pueden comprometer la inocuidad de los productos agrícolas.

La comparación entre el bajo rendimiento de los granos básicos, como el maíz, y el uso de fertilizantes nitrogenados evidencia la baja eficiencia en el uso de nitrógeno¹⁵ (Etchevers et al., 2016),

14 Más información en: *Sustainable Pulse*, noviembre 2017: <https://sustainablepulse.com/2017/10/17/new-groundbreaking-research-shows-glyphosate-persists-insoil/>.

15 Se entiende por eficiencia de uso la cantidad de nitrógeno recuperado en los alimentos por cada unidad de nitrógeno aplicado (Erisman et al., 2008).

pues aproximadamente la mitad o menos de lo aplicado a los cultivos se incorpora en la biomasa, mientras que la otra mitad se pierde en forma gaseosa, como N₂O que se libera a la atmósfera o se lixivia hacia los cuerpos de agua ocasionando impactos por eutrofización (Galloway et al., 2003) y generando un fuerte desbalance de nutrientes en suelos agrícolas.

El uso de fertilizantes nitrogenados incrementa la emisión de óxido nitroso (N₂O), que junto con la del metano y el dióxido de carbono (CO₂) hacen que las actividades agropecuarias sean el quinto emisor de gases de efecto invernadero para el 2020 (INECC-Semarnat, 2013).

El uso de los fertilizantes, en especial su dosis de aplicación, la forma de aplicación y la forma química aún requieren de mucho más estudio para evitar pérdidas, contaminación e ineficiencia (Etchevers et al., 2016). Hoy en día la política se queda en la importación de estos productos pero no promueve su uso adecuado. La inexistencia de un acompañamiento técnico en el campo, donde se vea a los agricultores como sujetos centrales del desarrollo, con participación activa, dificulta la posibilidad de incrementar capacidades técnicas, organizacionales y de gestión.

Las grandes extensiones de tierras con agricultura industrializada están sujetas a riego. El riego en la agricultura puede aumentar cerca de cuatro veces la productividad, en comparación con la agricultura de temporal. Sin embargo, la eficiencia global (la media de conducción del agua y de aplicación parcelaria) es muy baja en el país, cercana al 45% (Cemda, 2006; Palacios, 2016) y la mala calidad del agua está causando serios impactos sobre la calidad de los suelos (recuadro 1). En regiones semiáridas y áridas, la irrigación ineficiente está ocasionando problemas de salinidad, que tenderán a aumentar ante el cambio climático. Setia et al. (2013) estiman que la productividad vegetal disminuirá en estas regiones del planeta debido a la salinidad, con lo cual los suelos pueden perder 6.8 Pg de carbono orgánico para el año 2100.

El agua para riego no tiene una distribución equitativa. Generalmente son los agricultores más

ricos quienes reciben agua subsidiada, mientras que los agricultores pobres deben pagar el costo total del agua de riego (Cemda, 2006).

En general, la ausencia de información sobre volúmenes de agua utilizados en la agricultura, la falta de transparencia en la información y la mala gestión del agua reflejada en su mala calidad y el sobre-concesionamiento, entre otros, están ocasionando que la sustentabilidad del agua en el sistema agroalimentario de México esté en peligro (Palacios, 2016).

Por otro lado, en tierras de temporal, el cultivo de maíz cubre más del 60% (SIAP-Sagarpa, 2014) y está sujeto en su mayoría a una labranza convencional y extractivista. Casi la mitad de esta tierra se ubica en laderas con pendientes moderadas (4-10%) hasta abruptas (más de 40%, Turrent et al., 2014). El sistema de producción dominante determina que los suelos queden desnudos más de seis meses después de la cosecha ya que los residuos son removidos para alimentar al ganado. Esta práctica ocasiona la pérdida de materia orgánica que conlleva a una disminución de la fertilidad y la reducción de capacidad de retención de humedad (Robert, 2001). Al dejar a los suelos desnudos, sin posibilidad de introducción de nutrientes vía la descomposición de los rastrojos, se incrementa la necesidad de aplicar fertilizantes (Govaerts et al., 2006; Alonso y Aguirre, 2011). En este sistema se presentan procesos de erosión hídrica, que pueden llegar a 40 kg de suelos por kilo de maíz producido en una ladera del trópico húmedo (Uribe et al., 2002). Esta degradación reduce la retención de agua de los suelos, lo cual se refleja en una disminución de su productividad. En ese sentido, una de las acciones más importantes para mantener la productividad de los suelos es la conservación de la materia orgánica en ellos. La materia orgánica ofrece una mayor resistencia del suelo ante el impacto de la gota de lluvia, mejora la tasa de infiltración y la capacidad de retención de agua en el suelo, donde el incremento de 1% de carbono orgánico en suelos puede aumentar más del doble el contenido de humedad en los suelos (Minasny y Mc Bratney, 2017). Además,

incrementa el contenido de la biomasa microbiana y el reciclaje de nutrientes (Lal, 2004).

La necesidad de pequeños y medianos productores de retirar el rastrojo del campo nace de la estrecha interacción que existe entre la agricultura y la ganadería que constituyen sistemas mixtos, además de que los rastrojos constituyen una entrada de ingresos vía su venta. En México, estos sistemas mixtos de producción cubren aproximadamente 650,000 km², el 75% de la agricultura de temporal (Thornton et al., 2002). En estos sistemas, los rastrojos de maíz, trigo, cebada, soya y sorgo tienen un doble propósito: los granos se utilizan para consumo humano, mientras que los rastrojos como alimento para el ganado. Anualmente, cerca de 48.1 millones de toneladas son utilizadas para el ganado (Améndola et al., 2006). Si bien este sistema de manejo proporciona beneficios económicos a los agricultores (Beuchelt et al., 2015), el deterioro cada vez más severo de los suelos requiere de la búsqueda de alternativas de conservación adaptadas a estas condiciones sociales. La transición hacia sistemas sustentables requerirá de una conversión progresiva de todo el sistema agropecuario, ya que exige un cambio drástico del uso de residuos de cosecha, los cuales se encuentran, de por sí, bajo fuertes presiones (Beuchelt et al., 2015).

El deterioro de los suelos incrementa los costos de producción, que pueden llegar a ser de entre 38.3 y 54.5 dólares por hectárea (por pérdida de rendimiento y nutrientes que deben ser reemplazados por fertilizantes, Cotler et al., 2011), lo cual constituye del 37 al 52% del presupuesto que recibe cada agricultor del programa Proagro. Esta situación explica que, en el 2012, 48.6% de las unidades de producción agrícola mencionaron la pérdida de fertilidad de los suelos como el principal problema para el desarrollo de actividades agropecuarias (Inegi, 2012). El impacto del deterioro de los suelos va mucho más allá del ámbito rural. El arrastre de sedimentos y nutrientes ocasiona azolves y eutrofización en lagos, lagunas y presas, disminuyendo el tiempo de vida de estas últimas y su capacidad de generación hidro-eléc-

trica. El incremento de sedimentos aumenta el costo de purificación del agua y el riesgo de inundaciones; moviliza metales pesados provenientes de pesticidas y contamina aguas marinas. La oxidación de la materia orgánica ocasiona la emisión de CO₂, gas de efecto invernadero. La disminución de la fertilidad de los suelos por estas causas pone en riesgo la soberanía y seguridad alimentaria del país (Cotler et al., 2007).

Respuesta gubernamental ante la degradación de suelos

Ante esta problemática, la respuesta gubernamental siempre ha sido muy pobre y equivocada (Cotler, 2010; Cotler et al., 2016; Semarnat, 2015). Como si no se tratase de un continuo en el paisaje, la tarea de prevenir y controlar la degradación de suelos está formulada a través de programas con finalidades distintas y dispersas en el territorio, sin atender las causas estructurales que conllevan a la degradación de los suelos y proponiendo acciones contrapuestas. Las contradicciones sobre la importancia de conservar los suelos son evidentes al revisar de manera comparativa los programas sectoriales de Sagarpa, de Semarnat y el Programa Especial de Cambio Climático, los cuales plantean causas y medidas distintas y contrapuestas entre ellas (Cotler et al., 2016).

El número de programas del gobierno federal destinados a la conservación del suelo ha disminuido en los años pasados, lo que se refleja en el decremento de la superficie atendida en cuanto a la conservación de suelos (figura 14). Peor aún, el principal programa de conservación de suelos forestales de la Conafor fue eliminado en 2016.

Los programas que han atendido la conservación de suelos se han caracterizado por una naturaleza centralizada, con una visión vertical (de arriba hacia abajo) que no ha incorporado las disímiles condiciones ambientales, sociales e institucionales de los ámbitos rurales. Los mecanismos de transferencia de información de estos programas se caracterizaron por una transferen-

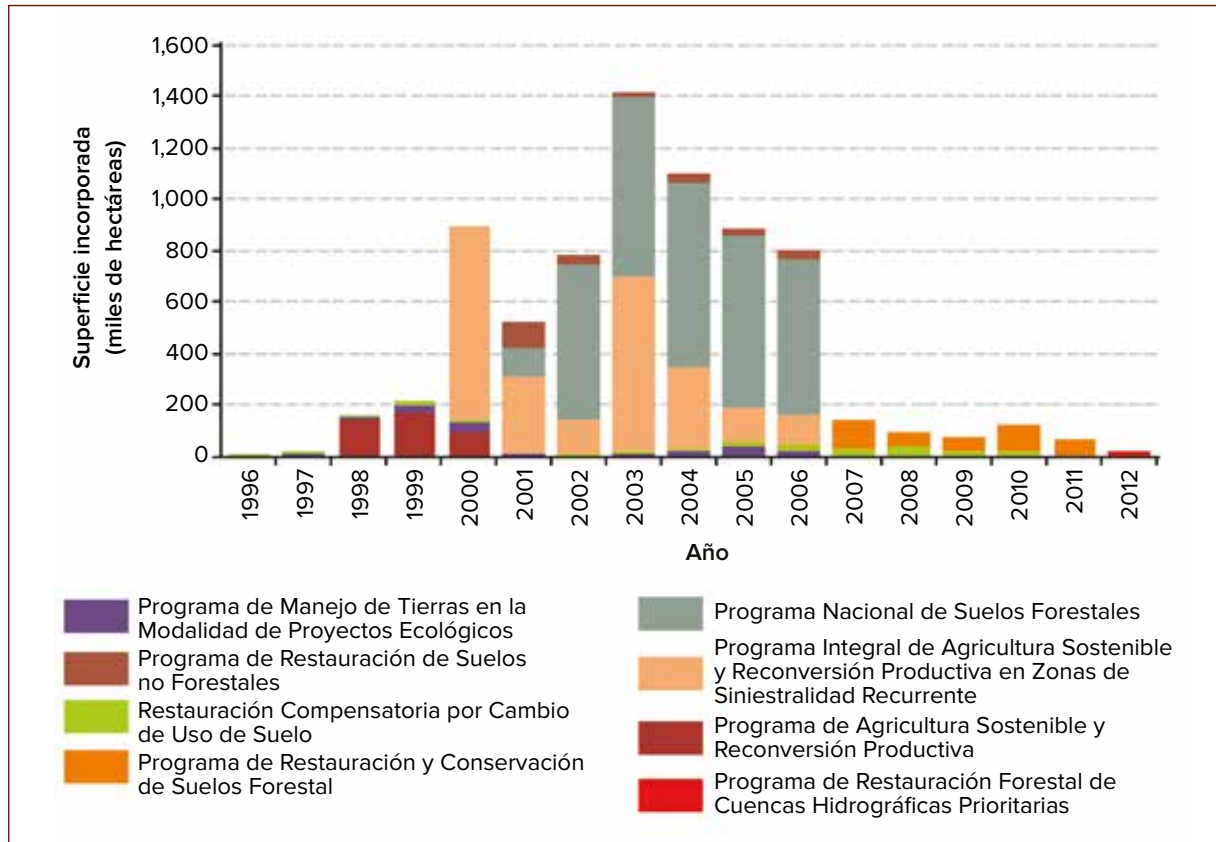
cia lineal de tecnologías específicas hacia los agricultores sin incorporar sus demandas, experiencias y expectativas (Manuel Navarrete y Gallopin, 2012). Estos mecanismos unilineales explican que todas las iniciativas emprendidas se enfrentan a un bajo grado de adopción de las prácticas por parte de los agricultores.

Por otro lado, los programas que atienden la conservación de suelos en el país no guardan ninguna complementariedad entre ellos (Cotler et al., 2016). Así, aunque la degradación de agostaderos es un problema generalizado, no se detectan principios de articulación de las acciones de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA) con programas de fomento ganadero, especialmente con el Progan (Componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Agrícola), el Pronafor (Conafor) o con Conagua, para permitir una gestión más eficiente del agua (FAO-Sagarpa, 2015).

El Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa, 2013) consta de 9 programa y 61 componentes. A pesar de que en ninguno de ellos los suelos son reconocidos como soporte de la producción agrícola y pecuaria (Cotler et al., 2016), se plantean tres componentes que de manera directa o indirecta hacen referencia a la conservación de suelos: COUSSA PESA (Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria) y MasAgro (Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional). En el 2014, cuando la Sagarpa tuvo un financiamiento históricamente elevado, COUSSA recibió el 2.12% del presupuesto. En conjunto los tres componentes mencionados sumaron el 6.72% del presupuesto.

Si bien el presupuesto del programa COUSSA se mantuvo estable en la década pasada, la superficie atendida ha disminuido considerablemente (de 199,000 ha en 1998 a 60,000 en 2011, FAO-Sagarpa, 2015). La falta de claridad de este programa en relación con las causas de la degradación que busca atender lo han limitado a la construcción de obras de infraestructura hidráulica (presas, bordos, aljibes, perforación de pozos, sistema de

Figura 14. Superficie incorporada a programas institucionales relacionados con conservación y rehabilitación de suelos 2000-2012.



Fuente: Semarnat, 2013.

riego, obras de drenaje), indistintamente de las condiciones ambientales y sociales del país (Cotler et al., 2016). Posiblemente también responde a la premisa del Programa Sectorial de Sagarpa, donde se afirma que “el incremento de la productividad se apoya en el uso eficiente y sustentable del agua, así como en la expansión de la superficie de riego” (p. 79), dejando a un lado la importancia de la calidad de los suelos como base para la productividad.

La premisa de construir “obras” para conservar los suelos (presas, tinajas, zanjas, gaviones, bordos) permea todos los programas gubernamentales diseñados para tal fin, dejando de lado las prácticas agronómicas y biológicas de las cuales se tienen extraordinarios resultados en México y en el resto del mundo (Altieri et al.,

2015; Astier et al., 2012). Este quehacer deja claro el desconocimiento sobre el significado de la calidad de suelos, que debe tener a la materia orgánica como elemento principal. Por otro lado, el diseño e implementación de estos programas pone énfasis en aspectos correctivos de la erosión y no permiten prevenir este proceso, con lo cual resulta imposible y muy caro recuperar los suelos productivos del país; y finalmente, muestra una confusión conceptual entre sedimentos y suelos, los cuales cumplen con funciones ecológicas y proveen servicios ecosistémicos disímiles.

La ausencia del análisis territorial en los programas de política pública explica sus debilidades y fracasos. Un caso paradigmático es el programa MasAgro, creado hace 10 años por el gobierno mexicano y el Centro internacional de

mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT), ante los escasos rendimientos y la degradación de suelos del subsector tradicional de temporal. Con este programa se proponía principalmente impulsar la agricultura de conservación y sustituir los maíces nativos por variedades mejoradas. Si bien el propósito fue correcto, la errónea identificación de la población objetivo y de sus condiciones sociales hacen que el proceso de adopción por parte de pequeños agricultores enfrentara retos considerables, principalmente (Turrent et al., 2014) por: a) el bajo incentivo económico que justifica el riesgo en el cambio de paradigma agrícola; b) la resistencia a sustituir el maíz nativo; c) la reducida disponibilidad de crédito, de seguro agrícola y de apoyo a la comercialización; d) incompatibilidades operativas con la rotación de cultivos y el desempeño pobre para proteger contra la erosión en laderas abruptas y largas; además de que el sistema de agricultura de conservación implica el uso de herbicidas para el control de malezas.

Si bien la atención a la conservación de suelos data de inicios del siglo pasado, la evaluación de la adopción de las prácticas ha sido mínima (Semarnat, 2015; Cotler et al., 2013). Ello implica que no se ha podido sistematizar a nivel regional y nacional cuáles son las prácticas más adecuadas y aceptadas en función de las condiciones ambientales, sociales e institucionales (Cotler y Cuevas, 2017; Vásquez et al., 2015), elemento básico para la adopción y continuidad de prácticas de conservación de suelos (Graaf et al., 2008).

Muchas veces la adopción de prácticas sostenibles es obstaculizada por las mismas políticas agrícolas que mantienen subsidios a insumos como agroquímicos y modalidades de producción insostenibles, que dañan la salud humana y ambiental y son poco eficientes en el uso de los recursos y en la emisión de gases de efecto invernadero. Al limitar el acceso al mercado, a créditos, asesoramiento, información (meteorológica) o herramientas de gestión de riesgos, la política agrícola va en sentido contrario a la posibilidad de conservar los suelos (FAO, 2016) como medio

para recuperar la soberanía y la seguridad alimentaria del país.

Gobernanza de suelos: hacia un manejo sustentable

La importancia del manejo sustentable de suelos para asegurar la seguridad alimentaria ha impulsado su discusión desde los foros internacionales. Por un lado, se ha enfatizado el tema de la agricultura familiar, señalando la importancia de la multifuncionalidad y sostenibilidad para alcanzar la seguridad alimentaria (FAO, 2014). Por otro lado, en el tema de suelos y su conservación ha habido una mayor movilización en años recientes en el ámbito internacional. La urgencia de reconocer los suelos como sustento base de la agricultura y de atender su conservación ha llevado a la creación de un Panel Técnico Intergubernamental sobre Suelos¹⁶, de una Alianza Mundial por los Suelos¹⁷ y de la elaboración de guías voluntarias para el manejo sustentable de suelos¹⁸.

En distintos contextos, los agricultores han desarrollado estrategias innovadoras para mejorar la calidad de los suelos, como medio para atender la variabilidad climática (Altieri et al., 2015; Astier et al., 2012). La investigación en México sobre conservación de suelos indica que a través de sistemas agroforestales tradicionales y sistemas agrícolas sostenibles es posible mejorar la calidad de los suelos mediante el incremento del contenido de carbono (Salinas-García et al., 2002; Roldán et al., 2003; Follett et al., 2005, García-Silva et al., 2006; Ramírez-Barrientos et al., 2012; Nahed-Toral et al., 2013; Anaya y Huber-Sanwald, 2015), la conservación de la humedad de los suelos y el aumento de la eficiencia del uso de agua (Govaerts et al., 2006); la reducción de la erosión de suelos y el control de malezas

16 FAO: www.fao.org/global-soil-partnership/intergovernmental-technical-panel-soils/en/.

17 FAO: www.fao.org/global-soil-partnership/en/.

18 FAO: www.fao.org/documents/card/en/c/5544358d-f11f-4e9f-90ef-a37c3bf52db7/.

(Flores et al., 2011) y el incremento de edafofauna (Castellanos-Navarrete et al., 2002; Huerta y Van de Wal, 2012). Además, se reducen los costos económicos (Romero-Perezgrovas et al., 2014) y hay mejora de la gobernanza de la tierra (Pulido y Bocco, 2003). Estas prácticas construyen agroecosistemas con mayor resiliencia ante fluctuaciones climáticas, una recuperación productiva más rápida ante huracanes (Altieri et al., 2015) y una disminución de emisión de gases de efecto invernadero (Lal, 2004).

Estos casos se sustentan en una gobernanza del conocimiento, de la información y del manejo de los suelos entre agricultores, organizaciones sociales, gubernamentales, académicas, en la que se considera a los agricultores como sujetos centrales de desarrollo, con visiones, expectativas y demandas concretas.

En México, a pesar de las políticas públicas, poco orientadas hacia la sostenibilidad, un gran número de productores está apostando por un tipo de agricultura sostenible, con mayor diversificación de productos, cuidando el incremento de materia orgánica en sus suelos, al tiempo que mantiene los rendimientos y fortalece la resiliencia ante las sequías e inundaciones. Múltiples sistemas como la milpa intercalada con árboles frutales (recuadro 2), sistemas agroforestales, labranza de conservación, sistemas silvopastoriles se han implementado, adecuándose a las condiciones ambientales, sociales e institucionales del país (recuadro 3).

Por otro lado, en décadas recientes la agricultura orgánica en México ha tenido un gran dinamismo, con tasa de crecimiento de hasta 25% (Schwentelius et al., 2014). Estos mismos autores estimaron para el ciclo 2007/2008, una superficie orgánica de 378,693 hectáreas, en la que participan más de 128,000 pequeños productores.

Como se mencionó al principio, la pequeña agricultura tiene una enorme importancia en la economía agropecuaria, suministrando los principales alimentos, rescatando la agrobiodiversidad, conservando los suelos y generando empleos, lo cual dinamiza economías locales. Este

tipo de agricultura requiere un programa integral de apoyo productivo, con una visión territorial, generando confluencias entre los programas públicos de Sader, Semarnat, Secretaría de Bienestar y Sedatu y, sobre todo, reorientando las políticas de desarrollo agrícola y rural para un reajuste de los incentivos y eliminación de los obstáculos para la transformación de los sistemas agrícolas y ganaderos hacia modelos más sustentables.

Estos cambios son especialmente urgentes ante el contexto de cambio climático, en el que los escenarios sugieren una disminución de rendimientos de entre 39% y 48% con sistemas agrícolas tradicionales; mientras que con prácticas sustentables de producción esta disminución podría contenerse y quedar entre 10% y 15% (Shuaizhang et al., 2010). Los fenómenos hidrometeorológicos extremos cada vez más frecuentes promueven una emigración rural, la cual sin planes de prevención de desastres, seguros rurales y prácticas adaptativas seguirá incrementándose (Saldaña, 2015). La disminución de los rendimientos ocasionaría que la emigración se sitúe entre 7.8 y 9.6%, entre 5.5 y 7.8 millones de personas (Shuaizhang et al., 2010). Es decir que la promoción de prácticas agrícolas sustentables tiene la capacidad de incrementar la resiliencia agrícola y mejorar las condiciones sociales en el campo.

La relevancia que adquiere la conservación de la calidad de los suelos en la seguridad alimentaria y en la mitigación de impactos ambientales, incluidos los del cambio climático, obliga a incorporarla en las políticas públicas del país, no como un tema aislado sino como parte de la construcción de agroecosistemas sustentables.

Es necesario propiciar abanicos de posibilidades consensadas con los agricultores, en función de sus condiciones ambientales, sociales e institucionales. En todos los casos, la premisa debe ser fomentar una agricultura más sustentable, con principios agroecológicos que conserven suelos, con una visión territorial y que cuenten con apoyos específicos de mercados e infraestructura. Para la agricultura industrial pueden utilizarse mecanismos como la eco-condicionalidad (Ayala

et al., 2008) y regulaciones más firmes del uso de pesticidas y fertilizantes (Bejarano, 2017).

La presencia de una organización que sistematice la investigación a nivel local, regional y nacional y que oriente y guíe las necesidades en términos de conservación de suelos como componente de agroecosistemas sustentables podría facilitar la comunicación y coordinación entre las dependencias gubernamentales.

Reflexiones finales

El retiro del Estado tanto de la producción agrícola, como del acopio, la regulación de los precios y la estructura de créditos y subsidios ha llevado a una polarización entre pequeños y grandes productores agrícolas, pauperizando a pequeños agricultores y abriendo el camino a corporaciones transnacionales agroalimentarias. Con ello se ha impactado negativamente el sistema agroalimentario mexicano, su nivel nutricional, su seguridad alimentaria y se han ocasionado afectaciones graves a la salud.

Entre las políticas públicas en materia de desarrollo rural integradas en el Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural (PEC) destaca, por un lado, la disminución del presupuesto destinado al campo, y por el otro, el carácter desigual de los apoyos. Para los grandes productores ubicados en los estados de Sinaloa, Jalisco, Chihuahua, Sonora, Michoacán y Tamaulipas se concentran subsidios productivos y financiamiento, dándoles mejores condiciones para producir y competir nacional e internacionalmente. Mientras que para la mayoría de los pequeños productores se confieren menores montos del presupuesto productivo, más subsidios asistencialistas de menor magnitud, lo que no permite mejorar la productividad en estas regiones del país.

Esta situación ha desencadenado una intensa pauperización de los pequeños agricultores, que conforman la mayoría de los propietarios en el país, quienes perdieron su capacidad de alimentarse a partir de su propia producción. Esta pe-

queña agricultura, reconocida como indisociable de la seguridad alimentaria logra, a pesar de sus condiciones precarias para producir y de la falta de apoyos económicos gubernamentales, aportar el 39% de la producción agropecuaria nacional, jugando un rol fundamental en la conservación de la agrobiodiversidad y como fuente importante de generación de empleos.

- ▶ La pequeña agricultura requiere de una política agrícola integral, con una visión territorial, que fortalezca la organización productiva local, agrupando programas de distintas dependencias gubernamentales y ponga énfasis en la inversión de bienes públicos (camino rurales, infraestructura de almacenamiento, pequeña irrigación, investigación, entre otros).
- ▶ El diseño e implementación de las políticas públicas agropecuarias debe reconocer los cambios en la estructura agraria del país de las pasadas décadas, como el minifundismo y el envejecimiento de la población, forjando un programa de apoyo a la organización productiva local con asistencia técnica y capacitación.
- ▶ El Programa Especial Concurrente (PEC) debe construirse sobre la base de bienes públicos, como medio para reducir la pobreza en la población rural así como para disminuir las disparidades regionales.
- ▶ Reconocer el problema de la pulverización de la tierra conlleva a buscar como solución formas de organización de los productores que descansen en los lazos de solidaridad que existen en las localidades.

Con la liberalización comercial la producción alimentaria dejó de ser parte de la estrategia de desarrollo nacional. Por un lado, se planteó alcanzar la seguridad alimentaria mediante la importación y, por el otro, se convirtió a la agricultura en una actividad generadora de divisas, por lo cual se brindó el apoyo a las grandes empresas por medio de políticas comerciales, laborales y de desregula-

ción. Desde entonces, el sistema agroalimentario mexicano se convirtió en un complejo agroindustrial integrado por compañías semilleras, agrobiotecnológicas, agroquímicas, agroindustriales y alimentarias que se encuentran en manos de algunas pocas compañías transnacionales. Hoy en día, en México, alrededor de 10 empresas controlan la industria alimentaria.

Con este rumbo, nos alejamos de la posibilidad de alcanzar la seguridad alimentaria. Hoy casi uno de cada cinco habitantes aún carece de los recursos para satisfacer sus necesidades nutricionales mínimamente adecuadas y la pobreza alimentaria extrema se ha incrementado, empeorando en el medio rural y entre la población indígena. Este panorama muestra que las recientes políticas agropecuarias o los programas como la Cruzada Nacional contra el Hambre no han tenido impacto en la reducción de las carencias alimentarias.

La transformación sociocultural de la alimentación causa estragos en la salud de la población. Al modificar sus patrones de consumo con alimentos ricos en colesterol, grasas saturadas, azúcares y sodio, los problemas de sobrepeso y obesidad, por un lado, y de desnutrición infantil por el otro, constituyen serios problemas de salud pública e hipotecan la vida de las siguientes generaciones.

- ▶ La recuperación de la seguridad alimentaria requiere un programa integral de apoyo productivo a la pequeña agricultura que reoriente las políticas de desarrollo agrícola y rural para un reajuste de los incentivos y eliminación de los obstáculos para la transformación de los sistemas agrícolas y ganaderos hacia modelos más sustentables, que junto con una política nacional agroalimentaria favorezca la producción diversificada, que conserve agrobiodiversidad y suelos.
- ▶ Recuperar el sistema agroalimentario mexicano debe ser un eje central de una estrategia de desarrollo nacional. Lograr la calidad de los alimentos requerirá la regu-

lación del uso de agroquímicos tóxicos y el fomento de semillas nativas

Después de varias décadas de implementación del modelo de la revolución verde y del abandono del campo por parte del Estado, el intenso deterioro de los suelos, sustento de la agricultura, amenaza la soberanía alimentaria del país. El apoyo a sistemas agropecuarios inadecuados causa que más de la mitad de los suelos del país estén degradados, ocasionando, por un lado, la disminución de los rendimientos y procesos de desertificación muchas veces irreversibles; pero también impactos a nivel regional, como la pérdida de la biodiversidad, la contaminación de cuerpos de agua, y la emisión de gases de efecto invernadero. Las consecuencias de la degradación de los suelos impactan directamente en el bienestar de la población, pudiendo incrementar los niveles de pobreza e impulsar los procesos de migración.

La respuesta gubernamental ante este problema ha sido la creación de programas rígidos y centralizados con poca capacidad de adaptarse a condiciones biofísicas, sociales e institucionales distintas que propicien un fortalecimiento de capacidades locales y con énfasis en transferencias verticales de tecnología, obteniendo como resultado procesos de adopción muy limitados.

En contrasentido de la política agropecuaria, a lo largo del país se vienen gestando estrategias alternativas en forma de sistemas agroforestales y ganadería sustentable acordes con las condiciones locales. Estas experiencias deben conformar las semillas para la construcción de una política de conservación de suelos flexible y adaptativa, que cuente con el apoyo de instancias de investigación estatales, mercados y apoyos económicos.

- ▶ Regulación de plaguicidas basada en el principio precautorio, como mandata la Constitución, para proteger los derechos humanos a la salud y a un ambiente sano.
- ▶ Reconocimiento de la calidad de los suelos como sustento de la producción agroalimentaria. Los lineamientos para su conser-

vación deben estar insertos en programas que fomenten agroecosistemas sustentables.

- ▶ Diseñar política y programas flexibles, horizontales, que fomenten la gobernanza en el manejo de agroecosistemas, con principios agroecológicos y adaptados a las condiciones ambientales, sociales, institucionales y económicas de cada sitio, considerando a los agricultores como sujetos centrales del desarrollo.
- ▶ Fortalecer la cadena productiva de agricultura agroecológica (distribución, venta, educación al consumidor sobre la importancia de la calidad de los alimentos) en ciclos cortos.
- ▶ Los apoyos a la agricultura industrial deben estar ecocondicionados para impulsar su tránsito hacia modelos sustentables.
- ▶ Es necesario fortalecer la investigación en términos de manejo y conservación de suelos, sistemas agroecológicos, semillas, plagas y enfermedades en institutos gubernamentales (INIFAP) y en centros y universidades públicas.

Referencias

- Adhikari K. y E. A. Hartemink. 2016. Linking soils to ecosystems services-A global review. *Geoderma*. 262: 101-111.
- Alonso B. M. y J. Aguirre. 2011. Efecto de la labranza de conservación sobre las propiedades del suelo. *Terra Latinoamericana*. 29: 113-121.
- Altieri A. M., C. Nicholls, A. Henao y A. M. Lana. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agron. Sustain. Dev.* 35: 869-890.
- Améndola R., E. Castillo P. A. Martínez. 2006. *Country pasture/Forage profiles*. Roma FAO
- Anaya, A. C. y E. Huber-Sannwald. 2015. Long-term soil organic carbon and nitrogen dynamics after conversion of tropical forest to traditional sugarcane agriculture in East Mexico. *Soil and Tillage Research*. 147: 20-29.
- Appendini, K. 1992. Política alimentaria y estabilización económica en México: el dilema del precio del maíz. En: Hewitt, C., (comp.). *Reestructuración económica y subsistencia rural. El maíz y la crisis de los ochenta*. México: El Colegio de México/Centro Tepoztlán, pp. 63-86.
- Astier M., L. García-Barrios, Y. Galván-Miyoshi, C. E. González-Esquivel y O. R. Masera. 2012. Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS program (1995-2001). *Ecology and Society*. 17(3): 25.
- Austin, J. y J. Fox. 1987. State-owned Enterprises: Food policy implementers. En: Austin, J. y G. Esteva (eds.). *Food Policy in Mexico*. Ithaca: Cornell University Press.
- Ayala D. A., R. Schwentesius y A. M. Gómez. 2008. La ecocondicionalidad como instrumento de política agrícola para el desarrollo sustentable en México. *Gestión y Política Pública*. XVII(2): 315-353.
- Banco Mundial. 2014. *Agricultura: Resultados del sector. Un motor para el crecimiento sostenible y la reducción de la pobreza*.
- Baquero, S. y F. C. Rodríguez Marco. 2007. *Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. Chile: FAO.
- Bartra, A. 2009. Fuego nuevo. Paradigmas de repuesto para el fin de un ciclo histórico. *Veredas, Revista pensamiento sociológico*, 10(18): 7-38.
- Beuchelt D. T., C. Camacho Villa, L. Göhring, M. V. Hernández, J. Hellin, K. Sonder y O. Erenstein. 2015. Social and income trade-offs of conservation agriculture practices on crop residue use in Mexico's central highlands. *Agricultural Systems*. 134: 61-75.
- Bejarano, F. 2017. Los plaguicidas altamente peligrosos: nuevo tema normativo internacional y su perfil nacional en México. En: Bejarano, F. (coord.). *Los plaguicidas altamente peligrosos en México*. México: Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México. Disponible en: <https://rap-al.org/wp-content/uploads/2017/09/Libro-Plaguicidas-Final-14-agst-2017sin-portada.pdf>.
- Black, R. E. 2008. For the Maternal and Child Undernutrition Study Group. Maternal and child under-

- nutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet*. 371: 243-260.
- Blum H. E. W. 2005. Functions of soil for society and environment. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*. 4: 75-79.
- Bolaños A. M., F. Paz, C. O. Cruz, J. A. Argumedo, V. M. Romero y J. De la Cruz. 2016. Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. *Terra Latinoamericana*. 34: 271-288.
- Boltvinik, J. y A. Marín. 2003. La canasta normativa de satisfactores esenciales de la COPLAMAR. Génesis y desarrollos recientes. *Comercio exterior*. 53(5): 473-488.
- Bourges, H., J. Bengoa y A. O'Donell. 2001. Reseña histórica sobre la nutriología en México. En: Bourges, H., J. Bengoa y A. O'Donell (coords.). *Historia de la nutrición en América Latina*. México: Fundación Cavendes, Inchnsz, Cesni, pp. 177-216.
- Calva, J. L. 1988. *Crisis agrícola y alimentaria en México, 1982-1988*. México: Fontamara.
- Casanueva, E. 1996. El maíz. La dieta y la salud en México. P (109-114). En: Torres, F., E. Moreno, I. Chong y J. Quintanilla. 1996. *La industria de la masa y la tortilla: desarrollo y tecnología*. México: UNAM.
- Castañeda-Castaneira, E., H. Ortiz-Pérez, G. Robles-Pinto y N. Molina-Frechero. 2016. Consumo de alimentos chatarra y estado nutricional en escolares de la Ciudad de México. *Revista Mexicana de Pediatría*. 83(1): 15-19.
- Castellanos-Navarrete. A., C. Rodríguez, R. G. M. de Goede, M. J. Kooistra, K. D. Sayre, L. Brussaard y M. M. Pulleman. 2012. Earthworm activity and soil structural changes under conservation agriculture in central Mexico. *Soil and Tillage Research Volume*. 123: 61-70.
- CEDRSSA. 2006. *Evolución de la aplicación e impacto del PEC en las UPR 2006-2010*. México, p. 290. Disponible en: www.cedrssa.gob.mx/?doc=2472
- Chávez Ruíz, L. 2008. La política agrícola en México, 2000-2006. *Comercio Exterior*. 58(12): 876-884. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/121/4/RCE4.pdf>
- Chauvet, M. y R. L. González. 2001. Los procesos de globalización y las estrategias de grupos empresariales en México. *Comercio exterior*. 49(8): 1079-1089.
- Chávez Ruiz, L. 2008. La política agrícola en México, 2000-2006. *Comercio Exterior*. 58(12): 876-884. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/121/4/RCE4.pdf>.
- Cemda. 2006. *El agua en México: lo que todos y todas debemos saber*. México: Cemda, Fondo de Educación ambiental/Presencia Ciudadana Mexicana.
- Collier, G. A. 1992. Búsqueda de alimentos y búsqueda de dinero: cambios en las relaciones de producción en Zinacantán, Chiapas. En: C. Hewitt de Alcántara (comp.), *Reestructuración económica y subsistencia rural*. México: El Colegio de México/UNRISD, pp. 183-221.
- Coneval. 2013. *Informe de la Evaluación Específica de Desempeño 2012-2013. Valoración de la información de desempeño presentada por el programa*. México: Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales Subsecretaría de Agricultura DGADR, DGFA, DGFNB, Conapesca, CGG. Elaborado por Alejandro Eduardo Guevara Sanginés. [www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Documents/Evaluaciones%20Espec%20C3%ADficas%20de%20Desempe%20C3%B1o%20\(EED\)%202012%20-%202013/S234%20Completo.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Documents/Evaluaciones%20Espec%20C3%ADficas%20de%20Desempe%20C3%B1o%20(EED)%202012%20-%202013/S234%20Completo.pdf).
- Coneval. 2016. Evolución de las dimensiones de la pobreza 1990-2014. México. www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicadosprensa/Documents/Comunicado-09-Medicion-pobreza-2016.pdf.
- CCMSS. 2016. Monitoreo de políticas públicas, Boletín 43. www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2015/10/NOTA-43-Presupuesto-y-cambios-en-Conafor-2016-1.pdf.
- Contreras, J. 2008. Modernidad alimentaria: entre la sobreabundancia y la inseguridad. En Sandoval, S. A. y J. M. Meléndez (coords.), *Cultura y seguridad alimentaria: enfoques conceptuales, contexto global y experiencias locales*. México: Plaza y Valdés, pp. 53-80.
- Cotler, H., C. A. López y S. Martínez-Trinidad. 2011. ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México. *Investigaciones Ambientales*. 3(2): 31-43.

- Cotler, H., E. Sotelo, J. Domínguez, M. Zorrilla, S. Cortina y L. Quiñones. 2007. La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta Ecológica*. 83: 70.
- Cotler, H. 2010. Evolución y perspectivas de la conservación de suelos en México. En: J. L. Lezama y B. Graizbord, *Los grandes problemas de México: medio ambiente*, vol. IV, México: El Colegio de México, pp. 141-164.
- Cotler, H., S. Cram, S. Martínez-Trinidad y E. Quintanar. 2013. Forest soil conservation in central Mexico: an interdisciplinary assessment. *Catena*. 104: 280-287.
- Cotler, H., M. Martínez y J. Etchevers. 2016. La conservación de carbono orgánico en suelos agrícolas de México. Aportes de la investigación y su relación con políticas públicas. *Terra Internacional*. 43(1): 125-138. <http://132.248.10.25/terra/index.php/terra/article/view/81>.
- Cotler, H. y M. L. Cuevas. 2017. *Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México*. México: Fundación Gonzalo Río Arronte/Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable.
- De Graaff, J., A. Amsalu, F. Bodnar, A. Kessler, H. Posthumus y A. Tenge. 2008. Factors influencing adoption and continued use of long-term soil and water conservation measures in five developing countries. *Applied Geography*. 28: 271-280.
- De Ita, A. y P. López. 2004. La cultura maicera mexicana frente al libre comercio. En: *Maíz, Sustento y culturas en América Latina: Los impactos destructivos de la globalización*. Montevideo, Uruguay: REDES/Amigos de la Tierra, pp. 7-36.
- Del Valle, C. y J. L. Solleiro (coords.). 1996. *El Cambio Tecnológico en la agricultura y la agroindustria en México, S-XXI*. México: IIE-UNAM.
- Devereux, S. 1993. *Theories of Famine*. Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf.
- Devereux, S. 2000. *Famine in the Twentieth Century*. Sussex: Institute of Development Studies, Working Paper No. 105.
- Dominati, E., M. Patterson y A. Mackay. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem. *Ecological Economics*. 69: 1858-1868.
- Etchevers B., J. D., V. Saynes y M. M. Sánchez. 2016. Manejo sustentable del suelo para la producción agrícola. En: D. Martínez C., J. Ramírez J. (Ed.). *Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México: Hacia un enfoque integral de la producción de dieta, la salud y la cultura en beneficio de la sociedad*. México: Colegio de Postgraduados, pp: 63-79.
- FAO. 2001. *La seguridad alimentaria en los hogares*, Chile: Santiago, p. 45.
- FAO. 2014. *Agricultura familiar en América latina y el caribe. Recomendaciones de política*. Chile: Santiago, p. 486.
- FAO-Sagarpa. 2015. *Evaluación Nacional de Resultados 2013. Componente Conservación y uso sustentable suelo y agua*. México: FAO/Sagarpa. www.Sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Lists/Otras%20Evaluaciones/Attachments/99/Evaluaci%C3%B3n%20Nacional%20de%20Resultados%20COUSSA.pdf.
- FAO. 2016. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma: FAO. Disponible en: www.fao.org/3/a-i6030s.pdf.
- FAO. 2017. *Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management*. Roma: FAO.
- Flores D. L., L. S. Fedick, E. Solleiro R., S. Palacios M., P. Ortega L., S. Sedov y E. Osuna-Ceja. 2011. A sustainable system of a traditional precision agriculture in a Maya homegarden: Soil quality aspects. *Soil and Tillage Research*. 113(2): 112-120.
- Follett F. R., J. Z. Castellanos y E. D. Buenger. 2005. Carbon dynamics and sequestration in an irrigated Vertisol in Central Mexico. *Soil and Tillage Research*. 83(1): 148-158.
- Fox, J. y L. Haight. 2010. Mexican agricultural policy: Multiple goals and conflicting interests. En: Fox, J. y L. Haight (eds.) *Subsidizing Inequality: Mexican Corn Policy Since NAFTA*, México: Woodrow Wilson International Center for Scholars, CIDE, University of California, Santa Cruz.
- Fregoso, J. 2007. Maseca y Minsa, beneficiados con el TLC. Un estudio determinó que el país sería más competitivo si se termina con los monopolios del maíz, las importaciones quiebran a los productores y garantizan el insumo a las grandes compañías.

- Excelsior*. http://expansion.mx/negocios/2007/11/15/maseca-y-minsa-beneficiados-con-el-tlc?internal_source=PLAYLIST.
- Galloway J. N., J. D. Aber, J. W. Erisman, S. P. Seitzinger, R. W. Howarth, E. B. Cowling y J. Cosby. 2003. The nitrogen cascade. *Bioscience*. 53: 341-356.
- García J., G. Leyva y D. Aguilera. 2017. Los plaguicidas altamente peligrosos en el valle del Yaqui, Sonora. En: Bejarano, F (coord., ed.). *Los plaguicidas altamente peligrosos en México*. México: Red de Acción sobre Plaguicidas/Alternativas en México, pp. 209-220. Disponible en: <https://rap-al.org/wp-content/uploads/2017/09/Libro-Plaguicidas-Final-14-agst-2017sin-portada.pdf>.
- García-Silva, R., D. Espinosa-Victoria, B. Figueroa-Sandoval, N. E. García-Calderón y J. F. Gallardo-Lancho. 2006 Reservas de carbono orgánico y de fracciones húmicas en un Vertisol sometido a siembra directa *Terra Latinoamericana*. 24(2): 241-251.
- Govaerts B., K. D. Sayre y J. Deckers. 2006. A minimum data set for soil quality assessment of wheat and maize cropping in the highlands of Mexico. *Soil Tillage Research*. 87: 163-174.
- Guerra, F., R. M. Valdez, M. G. López, M. G. Aldrete, y M. C. López. (2006). Antecedentes históricos sociales de la obesidad en México. *Revista Mexicana de Pediatría*. VIII(2): 91-94.
- Gutiérrez, C., V. Guajardo y F. Álvarez Del Río. (2012). Costo de la obesidad: Las fallas del mercado y las políticas públicas de prevención y control de la obesidad en México. En: Rivera Dommarco, J. A., et al., *Obesidad en México: recomendaciones para una política de Estado*. México: UNAM.
- Grupo ETC. 2017. Quien nos alimentará. La cadena industrial de producción de alimentos o las redes campesinas de subsistencia. Disponible en: www.grain.org/article/entries/4819-quien-nos-alimentara-la-cadena-industrial-de-produccion-de-alimentos-o-las-redes-campesinas-de-subsistencia.
- Gómez, M. A., R. Schwentesius y G. Gómez. 1994. La producción de alimentos ante la situación del sector agropecuario mexicano en el TLC. En: Doode, S. y E. Pérez (comps.). *Sociedad, economía y cultura alimentaria*. México: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, pp. 59-92.
- Hawkes J. G. 1983. *The diversity of crop plant*. Londres: Harvard University Press.
- Heffernan, W. y D. Constance. 1994. Transnational Corporations and the Globalization of the Food System. En: Bonanno, A., L. Busch, W. Friedland, L. Gouveia y E. Mingione. (1994). *From Columbus to ConAgra. The Globalization of Agriculture and Food*. Kansas: University Press of Kansas, pp. 29-51.
- Hewitt, C., (comp.). 1992. *Reestructuración económica y subsistencia rural. El maíz y la crisis de los ochenta*. México: El Colegio de México/Centro Tepoztlán.
- Hewitt, C. 2007. Ensayo sobre los obstáculos al desarrollo rural en México retrospectiva y prospectiva. *Desacatos*. 25: 79-100.
- HLPE. 2013. *Inversión en la agricultura a pequeña escala en favor de la seguridad alimentaria*. Roma: Informe del Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, pp. 7-11.
- Holt-Gimenez, E. y A. Shattuck. 2011. Food crises, food regimes and food movements: rumblings of reform or tides of transformation? *The Journal of Peasant Studies*, 38(1): 109-144.
- Huerta E. y H. van der Wal. 2012. Soil macroinvertebrates abundance and diversity in home gardens in Tabasco, Mexico, vary with soil texture, organic matter and vegetation cover. *European Journal of Soil Biology*. 50: 68-75.
- Ibáñez, J. J., V. P. Krasilnikov y A. Saldaña. 2012. Archive and refugia of soil organisms: applying a pedodiversity framework for the conservation of biological and non-biological heritages. *Journal of Applied Ecology*. 49: 1267-1277.
- IICA. 2012. *Aportes del IICA a la gestión del conocimiento de la agricultura en México*. México: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- INECC-Semarnat. 2013. *Programa Especial de Cambio Climático. Gobierno de la República 2013-2018*, México: INECC.
- Inegi. 2007. Censo Agrícola y Ganadero, México
- Inegi. 2007. Censo Ejidal, México
- Inegi. 2012. Encuesta Nacional Agropecuaria, México.
- Inegi-Sagarpa. 2014. Encuesta Nacional Agropecuaria, México.

- Inegi. 2017. Resultados de la Actualización del marco Censal Agropecuario 2016, México.
- Ladrón de Guevara, E. 2017. Encuentro con organizaciones campesinas sobre el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Presentación del Secretario Técnico en la Comisión de Desarrollo Rural del Senado de la República.
- Lal R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*. 304: 1623-1627.
- Lazos, E. 2012. De la agrodiversidad al control de las transnacionales: La soberanía alimentaria como demanda política en México. En: Durand, L., F. Figueroa y M.G. Guzmán (eds.). *La naturaleza en contexto. Hacia una ecología política mexicana*. México: CRIM/CEIICH-UNAM/El Colegio de San Luis, pp. 137-164.
- Levy, T., M. Amaya, y L. Cuevas. 2015. Desnutrición y Obesidad: Doble carga en México. *Revista digital Universitaria UNAM*. 16(5). ISSN 1607-6079.
- Leyva J. B., I. Martínez, P. de J. Bastidas y M. Betancourt. 2017. Plaguicidas altamente peligrosos en el Valle de Culiacán, Sinaloa, En: Bejarano, F. (coord., ed.), Los plaguicidas altamente peligrosos: nuevo tema normativo internacional y su perfil nacional en México. México: Red de Acción sobre Plaguicidas/Alternativas en México, pp. 197-208. Disponible en: <https://rap-al.org/wp-content/uploads/2017/09/Libro-Plaguicidas-Final-14-agst-2017sin-portada.pdf>.
- Mazoyer, M. y L. Roudart. (ed.). 2005. *La fracture agricole et alimentaire mondiale: Nourrir l'humanité aujourd'hui et demain*. París: Universalis.
- McMahon, M. A. y A. Valdés. 2011. *Análisis del extensionismo agrícola en México*. París: OCDE.
- McMichael, P. 1992. Tensions between National and International Control of the World Food Order: Contours of a New Food Regime. *Sociological Perspectives*, 31(2): 343-365.
- McMichael, P., (2009). A food regime genealogy. *The Journal of Peasant Studies*. 36(1): 139-169.
- Minasny, B. y A. B. Mc Bratney. 2017. Limited effect of organic matter on soil available water capacity. *European Journal of Soil Science*. 69. 10.1111/ejss.12475.
- Merlet, M., (2017) *Accès à la terre et sécurité alimentaire en Amérique Latine*. Conferencia IHEAL. www.agter.org.
- Nadal, A. y T. Wise. 2005. Los costos ambientales de la liberalización agrícola: el comercio de maíz entre México y EE.UU. en el marco del NAFTA. En Blanco, H., L. Togeiro y K. Gallagher (eds.). *Globalización y Medio Ambiente: Lecciones desde las Américas*. Santiago de Chile: RIDES-GDAE, pp. 49-92.
- Nahed-Toral J., A. Valdivieso-Pérez, R. Aguilar-Jiménez, J. Cámara-Córdova y D. Grande-Cano. 2013. Silvopastoral systems with traditional management in southeastern Mexico: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *Journal of Cleaner Production*. 57: 266-279.
- OMS. 2012. *Obesidad, una precursora de la diabetes*. www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=6718%3A2012-obesity-as-precursor-diabetes&catid=4475%3AAdiabetes-content2&Itemid=39448&lang=es.
- Ortega, M. I. y G. Alcalá. 2008. Pobreza, Migración y seguridad alimentaria. En: Sandoval, S. A. y J. M. Meléndez (coords.), *Cultura y seguridad alimentaria: enfoques conceptuales, contexto global y experiencias locales*. México: Plaza y Valdés, pp. 177-194. ISBN: 978-607-402113-4.
- Palacios V. E. 2016. El manejo sustentable del agua en el sistema agroalimentario de México. En: D. Martínez C. y J. Ramírez (ed.), *Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México: Hacia un enfoque integral de la producción de dieta, la salud y la cultura en beneficio de la sociedad*. México: Colegio de Postgraduados, pp. 81-100.
- Pérez, R., A. Segall, L. Kurdian, M. Archanjo, L. Marin, y G. Panigassi. 2004. An Adapted versión of us Department of Agriculture Food Insecurity Module is a Valed Tool for Assessing Household Food Insecurity in Campinas. Brazil. *Journal Nutr*. 134: 1923-1928.
- Pulido S. J. y G. Bocco. The traditional farming system of a Mexican indigenous community: the case of Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacan, México. *Geoderma*. 111(3-4): 249-265.
- Radimer, K, L. 2002. Measurement of Household Food Security in the USA and other industrialized Countries. *Public Health Nutr*. 5: 859-864.

- Ramírez-Barrientos, E.C., B. Figueroa-Sandoval, M. V. Ordaz-Chaparro y H. V. Volke-Haller. 2006. Efecto del sistema de labranza cero en un vertisol. *Terra Latinoamericana*. 24(1): 109-118.
- Rendón, A. y A. Morales, A. (2008). Grupos económicos en la industria de alimentos; Las estrategias de Gruma. *Argumentos*. 21(57): 87-112.
- Robles, H. (coord.). 2000. “¡...Y ando yo también en el campo! Presencia de la mujer en el agro mexicano”. México: Procuraduría Agraria.
- Robles, H. 2012. El caso de México. En: *Dinámica del mercado de la tierra en América Latina y el Caribe: Concentración y Extranjerización*. México: FAO.
- Robles, H. 2013. *Los pequeños productores y la política pública en el sur-sureste mexicano: crisis y retos*, México: CESOP-Juan Pablos Editores, pp. 95-115.
- Robles, H., M. Sarmiento y C. Hernández. 2016. *Características que distinguen a los Programas de Apoyo a la Producción en términos de su pertinencia y coherencia*. México: Coneval-CIESAS. www.coneval.gob.mx.
- Robles, H. 2017. Los efectos del presupuesto en el sector rural. Subsidiosalcampo.org.mx.
- Roldán, A., F. Caravaca, M. T. Hernández, C. García, C. Sánchez-Brito, M. Velásquez y M. Tiscareño. 2003. No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed. México. *Soil y Tillage Research*. 72: 65-73.
- Romero-Perezgrovas, R., N. Verhulst, D. de La Rosa, V. Hernández, M. Maertens, J. Deckers y B. Govaerts. 2014. Effects of tillage and crop residue management on maize yields and net returns in the Central Mexican highlands under drought conditions. *Pedosphere*. 24(4): 476-486.
- Rubio, B. 2003. *Explotados y excluidos. Los campesinos latinoamericanos en la fase agroexportadora neoliberal*. México: Plaza y Valdés.
- Saldaña, O. S. 2015. *Natural disasters, foreign trade and agriculture in Mexico. Public policy for reducing economic vulnerability*. Suiza: Springer.
- Salinas-García, J. R., A. D. Báez-González, M. Tiscareño-López y E. Rosales-Robles. 2002. Residue removal and tillage interaction effects on soil properties under rain-fed corn production in Central Mexico. *Soil and Tillage Research*. 59(1-2): 67-79.
- Sandoval, S. A. y C. H. Gutiérrez. 2008. Políticas y programas de asistencia social para la seguridad alimentaria en México: Trayectorias sexenales y escenario local. En: Sandoval, S. A. y J. M. Meléndez (coords.), *Cultura y seguridad alimentaria: enfoques conceptuales, contexto global y experiencias locales*. México: Plaza y Valdés, pp. 115-152. ISBN: 978-607-402113-4.
- Sandoval, D., (2017). *Treinta años de transgénicos en México. Compendio cartográfico*. México: CECCAM.
- Sarukhán, J., et al. 2008. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. México: Conabio.
- Scott, J. 2010. Agricultural subsidies in Mexico: Who gets what? En: Fox, J. y L. Haight (eds.), *Subsidizing Inequality: Mexican Corn Policy Since NAFTA*, México: Woodrow Wilson International Center for Scholars, CIDE, Univ of California, Santa Cruz.
- Sen, A. 1983. *Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation*, New York: Oxford University Press.
- Semarnat. 2012. *Informe de la situación del medio ambiente en México*, México. http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf.
- Semarnat. 2015 Informe de la situación del medio ambiente en México, México. <http://apps1.Semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/index.html>.
- Shuaizhang, F., A.B. Krueger y M. Oppenheimer. 2010. Linkages among climate change, crop yields and Mexico-US cross-border migration. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 107 (32): 14257-14262.
- Setia, R., P. Gottschalk, P. Smith, P. Marschner, J. Baldock, D. Setia y J. Smith. 2013. Soil salinity decreases global soil organic carbon stocks. *Science of Total Environment*. 465: 267-272.
- Smith, P, J. House, M. Bustamante, J. Sobocká, P. Harper, G. Pan, P. C. West, J. M. Clark, T. Adhya, C. Rumpel, K. Paustian, P. Kuikman, M. F. Cotrufo, J. A. Elliott, R. McDowell, R. Griffiths, S. Asakawa, A. Bondeau, A. K. Jain, J. Meersmans, y T. A. Pugh. 2016. Global change pressures on soils from land use and management. *Glob Chang Biol*. 22(3): 1008-1028.
- Spalding, R. 1985. Structural Barriers to Food Programming: An Analysis of the Mexican Food System. *World Development*. 13(12): 1249-1262.

- Székely, M. y A. Ortega. 2014. Pobreza alimentaria y desarrollo en México. *El Trimestre Económico*. LXXXI(1): 43-105.
- Robert, M. 2001. *Soil carbon sequestration for improved land management*. *World Soil Resources Reports* 96. Roma: FAO.
- Rubio, B. 2003. *Explotados y excluidos. Los campesinos latinoamericanos en la fase agroexportadora neoliberal*. México: Plaza y Valdés.
- Thornton P. K., R. L. Kruska, N. Henninger, P. M. Reid, F. Atieno, A. N. Odera y T. Ndegwa. 2002. *Mapping poverty and livestock in the developing world*. Nairobi, KE: International Livestock Research Institute.
- Torres, F. 1996. Antecedentes del debate actual sobre maíz en México. En: Torres, F., E. Moreno, I. Chong y J. Quintanilla, (eds.), *La industria de la masa y la tortilla: desarrollo y tecnología*. México: UNAM, pp. 19-28.
- Torres, G. 1996a. Aspectos sociales de la industria de la masa y la tortilla. En: Torres, F., E. Moreno, I. Chong y J. Quintanilla, (eds.), *La industria de la masa y la tortilla: desarrollo y tecnología*. México: UNAM, pp. 63-80.
- Torres, F., (coord.). 2003. *Seguridad Alimentaria: Seguridad Nacional*. México: Plaza y Valdez. ISBN: 970-722-187-9.
- Torres, G., (2009). *De la producción de maíz al consumo social de tortilla. Políticas de producción y abastecimiento urbano*. México: CEIICH, UNAM.
- Turrent, A., A. Espinosa, J. I. Cortes, y H. Mejía. 2014. Análisis de la estrategia MasAgro-maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5(8): 1531-1547.
- Uribe G. S., N. N. Francisco y A. Turrent. 2002. Pérdidas de suelo y nutrientes en un Entisol con prácticas de conservación en Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Agrociencia*. 36: 161-168.
- van Nieuwkoop, M., B. W. López, M. A. Zamarripa, R. Constantino, F. J. Cruz Chávez, G. R. Camas y M. J. López. 1994. *La Adopción de las Tecnologías de Labranza de Conservación en la Fraylesca, Chiapas*. México: CIMMYT.
- Vázquez J., J. D. Solé, R. A. Gutiérrez y L. Trinidad. 2015. Una nueva institución para el nuevo extensionismo. CEDRSSA-LXII Legislatura Congreso de Diputados, México, 235 p. Disponible en: <http://www.cedrssa.gob.mx/?doc=3214>
- Vanwallegem T., J. A. Gómez, J. Infante Amate, M. González de Molina, K. Vanderlinden, G. Guzmán, A. Laguna y J. V. Giráldez. 2017. *Anthropocene*. 17: 13-29.
- Wise, T. 2005. Identifying the Real Winners from US Agricultural Policies. En: *Working Paper* 05-07. Medford: Tufts University, Global Development and Environment Institute
- Wise, T. A. 2007. Policy Space for Mexican Maize: Protecting Agro-biodiversity by Promoting Rural Livelihoods. *GDAE Working Paper* 07-01. Meadford MA: Tufts University.
- Wisner, B., P. Blaikie, T. Cannon e I. Davis (eds.). 1994. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*, New York: Routledge, pp. 127-164 (Capítulo 4. Famine and Natural Hazards)
- World Bank, 2005. *Agriculture and Achieving the Millennium Development Goals*, Washington: World Bank/IFPRI, Report No. 32729-GLB.

Recuadro 1

Impacto del reúso de aguas residuales en la agricultura, la calidad del suelo, la alimentación y la salud

Christina Siebe

Instituto de Geología, UNAM

El centro y norte del país sufren de déficit hídrico y el 15% de los acuíferos están sobreexplotados. El 77% del uso consuntivo es agrícola, por lo que el intercambio de agua residual por agua de primer uso en este sector es una oportunidad para optimizar el uso del agua (Conagua, 2012). En México se riegan aproximadamente 250,000 hectáreas con aguas residuales y la zona de mayor extensión regada con agua residual es el Valle del Mezquital (>90,000 ha), donde aguas residuales de la zona metropolitana de la Ciudad de México se usan sin tratamiento previo para regar forrajes, maíz y algunas hortalizas desde hace más de un siglo (Siebe et al., 2016).

El reúso del agua residual incrementa la producción agrícola notablemente. El Valle del Mezquital es una de las zonas agrícolas más productivas del país con rendimientos de 15 ton/ha de maíz de grano y de 100 ton/ha de masa fresca de alfalfa. Estos rendimientos superan por mucho (Siebe et al., 2016) los de zonas de temporal (2 ton/ha de maíz) y también de zonas de riego con agua de pozo (8 ton/ha). Lo anterior se debe no solo al aporte de agua en cantidades mayores a las requeridos por los cultivos, sino también a la adición de nutrientes como N y P.

El reúso del agua residual en la agricultura proporciona además el servicio del tratamiento del agua en forma gratuita. Su eficiencia depende de las características del suelo. En el Valle del Mezquital los suelos tienen buenas propiedades filtro y amortiguadoras, por lo que ahí se logran remociones superiores al 95% de la mayoría de los contaminantes (Jiménez y Chávez, 2004).

El riego con agua residual también propicia una recarga incidental del acuífero, que en el caso del Mezquital es de 23 m³/s. Gracias a las buenas propiedades filtro y amortiguadoras de los suelos, el agua que se recarga al acuífero se utiliza para abastecer de agua a más de 500,000 personas en esa región (BGS, 1998).

Sin embargo, el reúso del agua residual sin tratamiento previo también implica riesgos a la salud de agricultores y consumidores de los productos agrícolas. Entre estos riesgos está una mayor incidencia de infecciones gastrointestinales (Cifuentes et al., 1991-92; Contreras et al., 2017). También preocupa la presencia de contaminantes emergentes, como fármacos, en el agua y su acumulación en el suelo (Dalkmann et al., 2012). Se ha demostrado que la presencia de antibióticos en concentraciones subletales en agua y suelo fomenta la diseminación de resistencia microbiana en el ambiente. Se desconoce si este incremento representa un riesgo a la salud de los agricultores y de los consumidores de los productos agrícolas y del agua recargada al acuífero, tema que requiere de mayor investigación.

Altas láminas de riego introducen además cantidades excesivas de nitrógeno a los suelos. Los excedentes de nitrógeno son lixiviados a los mantos acuíferos en forma de nitrato, principal limitante para que esta agua se puedan aprovechar para consumo (Hernández et al., 2016). Una parte de los excedentes de nitrógeno se desnitrifican en el suelo y se emiten en forma de óxido nitroso a la atmósfera, un gas con efecto invernadero que contribuye al calentamiento global (González et al., 2015).

Además, se ha documentado una acumulación de metales pesados en la capa arable de los suelos a lo largo de los pasados 100 años en el Valle del Mezquital (Siebe, 1994). Dado que estos metales se encuentran mayoritariamente absorbidos a la material orgánica del suelo, y a los valores de pH neutro a alcalinos de los suelos, los metales pesados están en formas poco móviles.

Por todo lo anterior es deseable que el agua reciba un tratamiento previo a su reúso en el riego agrícola. Hoy en día más del 70% de la población en México

vive en centros urbanos, en los cuales existe mayoritariamente una red de recolección de drenaje, pero no una infraestructura de tratamiento de estas aguas residuales. El Plan Nacional de Desarrollo contempla que para el año 2030 en México se traten las aguas residuales de la mayoría de los centros urbanos. Esto fomentaría su reúso de forma segura en zonas áridas y semiáridas para el riego agrícola, y evitaría la contaminación de cuerpos de agua y del suelo. En la década pasada se amplió la capacidad de tratamiento a nivel nacional de 23% a 46%, implementando mayoritariamente tratamientos biológicos.

Bajo este escenario se debe dar especial atención a la problemática de la generación y disposición de lodos residuales o biosólidos producidos en plantas de tratamiento de tipo biológico y fisicoquímico. Es pertinente reflexionar sobre si el tratamiento biológico del agua residual mediante la técnica de lodos activados es la mejor opción para el tratamiento de las aguas residuales urbanas, ya que esta técnica es costosa y genera grandes cantidades de lodos residuales que requieren ser o bien dispuestos en confinamientos, o bien estabilizados para su posterior aplicación en forma de abonos orgánicos a los suelos. Por un lado, es deseable aprovechar los nutrientes contenidos en los lodos, entre ellos especialmente el P, el cual se considera escaseará en las próximas décadas, dado que se están agotando los yacimientos de roca fosfórica a nivel mundial. En los lodos residuales se concentran también contaminantes orgánicos e inorgánicos, por lo que la aplicación de éstos a campos agrícolas representa un riesgo que ya ha sido documentado ampliamente en Europa. Existe una norma mexicana que regula las concentraciones de nutrientes y contaminantes en los biosólidos (NOM-004-Semarnat 2002), pero no hay ninguna regulación de las cargas o dosis a aplicar. Es urgente regular esto, no solo para biosólidos, sino en general para cualquier tipo de enmienda orgánica que se quiera aplicar a un terreno agrícola, ya que de éstas depende no solo la acumulación en el tiempo de contaminantes, sino también las emisiones de gases con efecto invernadero a la atmósfera y la lixiviación de nitratos a los mantos acuíferos.

Referencias

- British Geological Survey (BGS); Comisión Nacional del Agua (CNA); London School of Hygiene and Tropical Medicine (LSHTM); University of Birmingham (UB)., 1998. Impact of wastewater reuse on groundwater in the Mezquital Valley, Hidalgo State, México. Final Report, pp. 155. NERC, Keyworth, Nottinghamshire
- Cifuentes, E., U. Blumenthal, G. Ruiz-Palacois, y S. Bennett. (1991-92) Health impact evaluation of wastewater use in Mexico. *Public Health Rev.* 19: 243-250.
- Contreras, J. D., R. Meza, C. Siebe, S. Rodríguez-Dozal, M. A. Silva-Magaña, N. Vázquez-Salvador, Y. A. López-Vidal, M. Mazari-Hiriart, I. Rosas-Pérez, H. Riojas-Rodríguez, J. N. S. Eisenberg. 2017. Health risks from exposure to untreated wastewater used for irrigation in the Mezquital Valley, Mexico: A 25-year update, *Water Research.* 123: 834-850. doi: 10.1016/j.watres.2017.06.058.
- Conagua, 2012. *Compendio Estadístico de Administración del Agua (CEAA)*, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/ Comisión Nacional del Agua. www.Conagua.gob.mx
- Dalkmann, P, M. Broszat, C. Siebe, E. Willashek, T. Sakinic, J. Huebener, W. Amelung, E. Grohmann y J. Siemens. 2012. Accumulation of Pharmaceuticals, Enterococcus, and Resistance Genes in Soils Irrigated with Wastewater for Zero to 100 Years in Central Mexico. *PLoS ONE.* 7(9): e45397. doi:10.1371/journal.pone.0045397.
- González-Méndez, B., R. Webster, S. Fiedler, E. Loza-Reyes, J. M. Hernández, L. G. Ruiz-Suárez y C. Siebe. 2015. Emissions of greenhouse gases from cropland irrigated with waste water: a case study in the Mezquital Valley of Mexico. *Atmospheric Environment.* 101: 116-124.
- Jiménez, B. y A. Chávez. 2004. Quality assessment of an aquifer recharged with wastewater for its potential use as drinking source: "El Mezquital Valley" case. *Water Science and Technology.* 50: 269-276.
- Siebe, C. 1994. Acumulación y disponibilidad de metales pesados en suelos regados con aguas residuales en el distrito de riego 03, Tula, Hidalgo, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental.* 10: 15-21.
- Siebe, C., M. Chapela-Lara, M. Cayetano-Salazar, B. Prado y J. Siemens. 2016. Effects of 100 years of Soil-Aquifer-Treatment of Mexico City's wastewater in the Mezquital valley. En: Hettiarachchi, H y R. Ardakanian (eds.), *Safe Use of Wastewater in Agriculture: Good Practice Examples.* Dresden: UNU-FLORES.

Recuadro 2

Parcela a parcela ¿cómo se conservan los suelos en México?

Helena Cotler

Uno de los retos más importantes en la agricultura y la ganadería es la creación de sistemas productivos resilientes y adaptativos ante la variabilidad climática y que sean eficientes en términos de agua y energía, sin degradar ni contaminar el ambiente (Arnes et al., 2013). En este contexto es importante reconocer que los suelos resilientes son el fundamento básico para la construcción de agroecosistemas resilientes (Blanco-Canqui y Francis, 2016). Como mencionan Huato y Toledo (2016: 79), el diseño de un agroecosistema debe buscar que “arriba del suelo posea una alta diversidad de especies y que abajo del suelo sea biológicamente activo; un sistema que promueva el control natural de plagas, el reciclaje de nutrientes y una alta cobertura del suelo que prevenga su pérdida”.

Para identificar estrategias disímiles de conservación de suelos en función de condiciones ambientales, sociales e institucionales diversas, se aplicaron encuestas semiestructuradas en diversos agroecosistemas y sistemas silvopastoriles de México de (Cotler y Cuevas, 2017).

Como parte de los resultados se distinguieron diversos agroecosistemas, entre ellos milpa intercalada con frutales, maíz en terrazas con frutales, sistema agroforestales de aguacate, lama-bordo, labranza de conservación y sistemas silvopastoriles, donde las prácticas de conservación más comunes fueron las agronómicas y vegetativas (Figura 15).

Estos resultados plantean una gran diferencia de visión con respecto al paradigma actual de los programas gubernamentales de conservación de suelos, donde las acciones mecánicas son las predominantes (Cotler et al., 2016). En los sistemas agrícolas el 24% de las prácticas establecidas eran ya conocidas por los dueños de la tierra, en los sistemas silvopastoriles, el 44% fueron diseñadas por ellos y por técnicos de or-

ganizaciones de la sociedad civil para las condiciones particulares de cada sitio.

En un 70% de los casos estudiados las prácticas de conservación de suelos se realizaron en suelos deteriorados, es decir, estas prácticas son utilizadas como medio correctivo, más que como medio preventivo ante la erosión.

Después de 3 años de implementar estas prácticas más de la mitad de los encuestados identificaron cambios favorables en sus parcelas, principalmente en el incremento de materia orgánica, mejorando con ello la calidad del suelo y por lo tanto su productividad (figura 16).

Esto es sumamente importante en términos de soberanía alimentaria ya que el principal destino de la producción agrícola de estos sitios es el autoconsumo con venta de excedentes.

Los resultados positivos, el acompañamiento técnico, la posibilidad de recibir capacitación, una organización social con reglas claras (en forma de ejidos, asociaciones, comités) son elementos claves que pueden coadyuvar a la adopción de estas prácticas por parte de agricultores y ganaderos.

Recordando que el proceso de adopción es sitio-específica, dependiendo de las condiciones ambientales, sociales e institucionales. Como respuesta, las políticas públicas deben incorporar un enfoque territorial, de largo plazo, reconociendo el conocimiento local en el contexto de un manejo adaptativo (figura 17).

Referencias

- Blanco-Canqui, H. y A. C. Francis. 2016. Building resilient soils through agroecosystem redesign under fluctuating climatic regimes. *Journal of soil and water conservation*. 71(6): 127-133.

Figura 15. Principales prácticas de conservación en sistemas agrícolas y silvopastoriles.

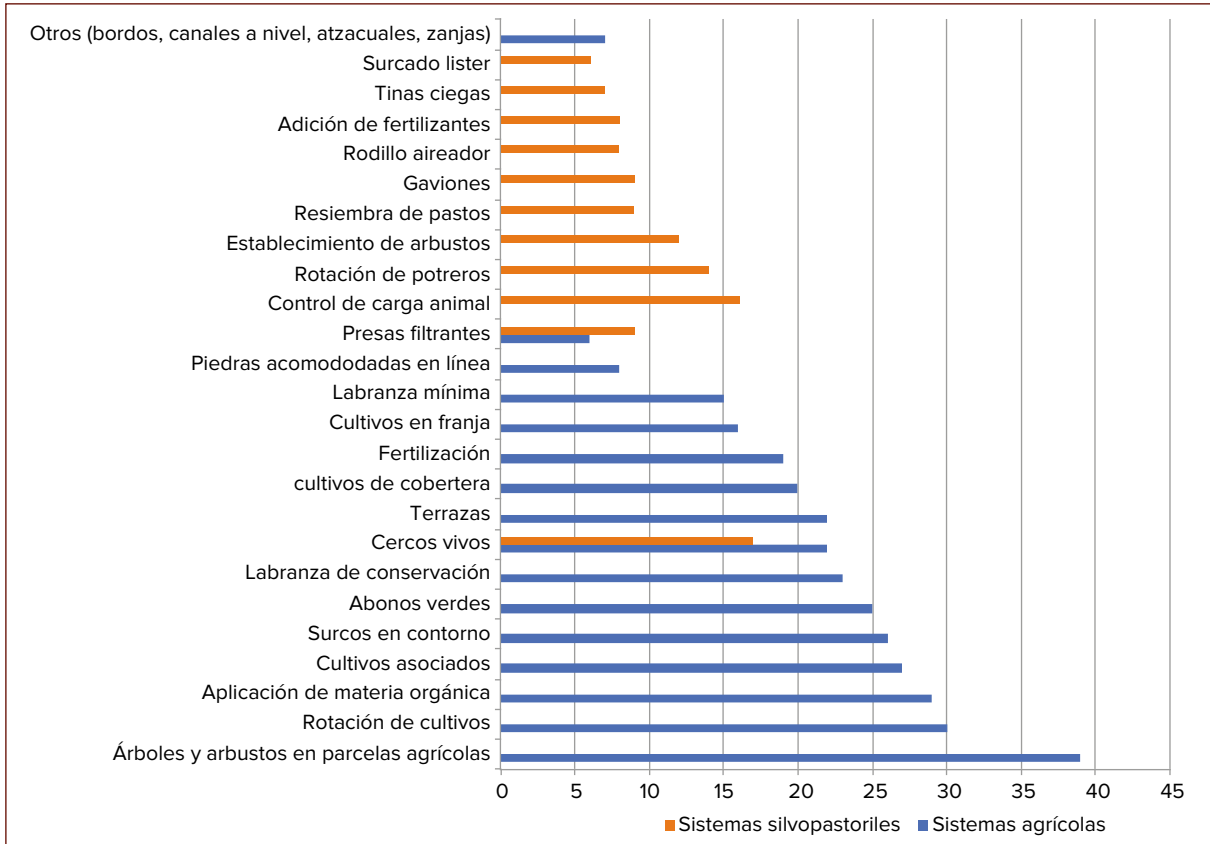
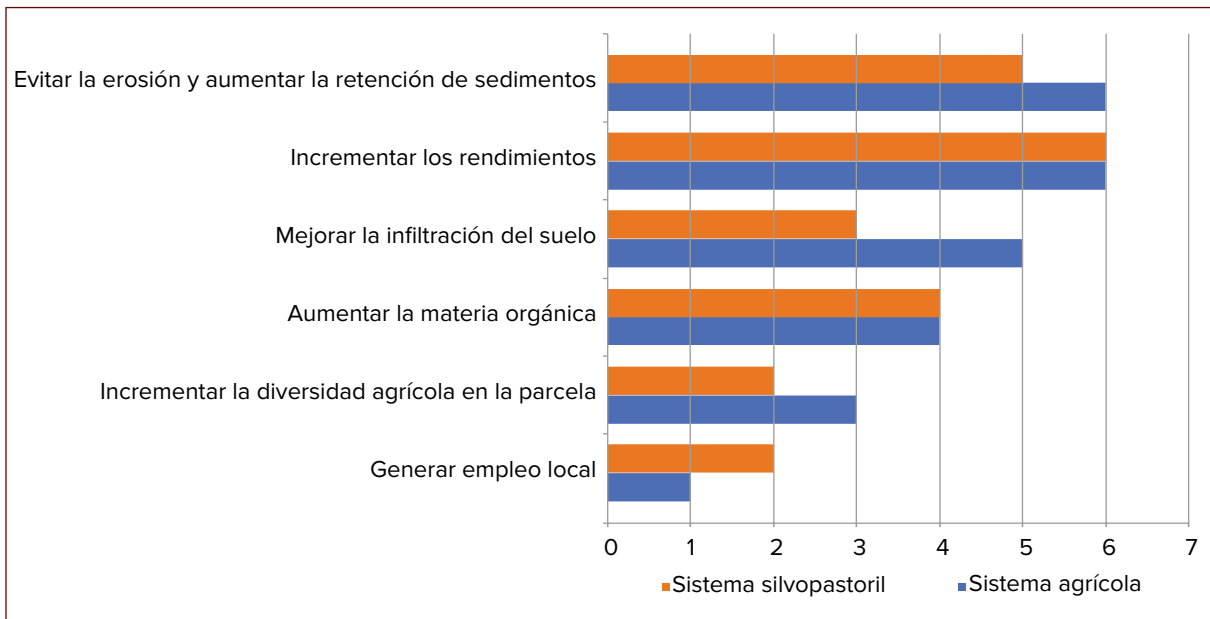


Figura 16. Propósitos para implementar prácticas de conservación de suelos en sistemas agrícolas y sistemas silvopastoriles (valores de 0 a 6 muestra la importancia, donde 6 es el valor más alto).





a) Cultivo de maíz en terraza con cercos vivos de agave y frutales (Tlaxcala); b) Cultivo agroforestal de aguacate con alcahofa, frutales y flores (Amalaco, Estado de México); c) Sistema silvopastoril en trópico húmedo (Veracruz).

Arnés, E., J. Antonio, E. del Val y M. Astier. 2013. Sustainability and climate variability in low-input peasant maize systems in the central Mexican highlands. *Agriculture, ecosystems and environment*. 181: 195-205.

Cotler, H., M. Martínez y J. Etchevers. 2016. Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: investigación y política pública. *Terra*. 34: 125-138.

Huato M. A. D. y M. V. Toledo. 2016. *Utopística agroecológica. Innovaciones campesinas y seguridad alimentaria*

en maíz. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Cotler, H. y M. L. Cuevas. 2017. *Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México*. México: Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P./Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C. Disponible en: www.centrogeo.org.mx/index.php/archivo/275-estrategias-de-conservacion-de-suelos-en-agroecosistemas-de-mexico/file.

Recuadro 3 Milpa integrada con árboles frutales

Jorge Etchevers

México posee cientos de miles de pequeñas unidades de producción (<5 ha) asentadas en terrenos de laderas (>10% de pendiente). Estas unidades producen aproximadamente 70% del maíz y 60% del frijol del país (Sagarpa, 2013). Estas explotaciones presentan baja productividad y pérdida de suelo por problemas de erosión hídrica, por lo cual era urgente generar un modelo de explotación sustentable, que ayudase a mejorar la alimentación de los campesinos propietarios, sus ingresos y capturar el máximo de carbono. En el Colegio de Postgraduados, con apoyo económico del GEF/Banco Mundial, y los gobiernos federal y de Oaxaca se dieron a la tarea y desarrollaron el Proyecto Manejo Sustentable de Laderas. Como resultado de 6 años de investigaciones se concluyó que el modelo denominado Milpa Integrada con Árboles Frutales (MIAF) era una alternativa exitosa. El MIAF (figura 18) es un sistema de cultivos intercalados entre hileras de especies agroforestales, generalmente constituido por tres especies, un epicultivo, preferentemente un árbol frutal; un mesocultivo con especies comestible (maíz, frijol u otra) y un sotocultivo, idealmente una leguminosa, manejado de tal manera que se vayan formando terrazas (figura 19). Este sistema mejora la seguridad

alimentaria, porque hay mayor producción; incrementa la materia orgánica del suelo por la mayor cantidad de residuos que se generan; ayuda a controlar la erosión hídrica y acumular más agua de lluvia, e incrementa el ingreso neto familiar y la captura de carbono atmosférico.

La figura 18 muestra el arreglo (en este caso en curvas de nivel) de los árboles frutales y el maíz, la manera en que se acomodan en los primeros años, los residuos de cosecha del año anterior entre los tallos de los árboles para evitar el escurrimiento. De esta manera la terraza se va formando casi sola porque el suelo que se mueve queda atrapado en la barrera de las cañas del maíz, tal como se muestra en la figura 19. En la figura 20 se destaca la cantidad de carbono que acumulan los árboles (en este caso de durazno, pero pueden ser otras especies) y el cambio de carbono en el suelo en 5 años y el incremento anual. Se anticipa que el sistema MIAF, en las condiciones descritas (árboles de durazno y maíz intercalado) tiene una capacidad para capturar y secuestrar aproximadamente entre 1.5 y 2 toneladas de carbono por año.

Figura 18. Arreglo de cultivos y frutales en MIAF y barreras con residuos para evitar la erosión.



Figura 19. Corte transversal que muestra la formación progresiva de las terrazas y acumulación de residuos.

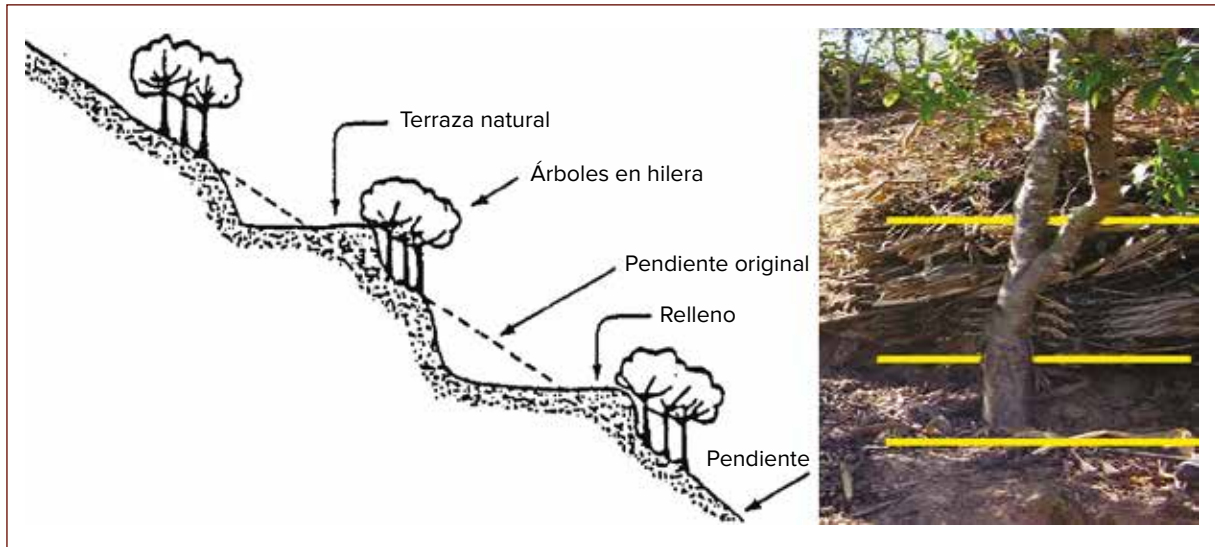
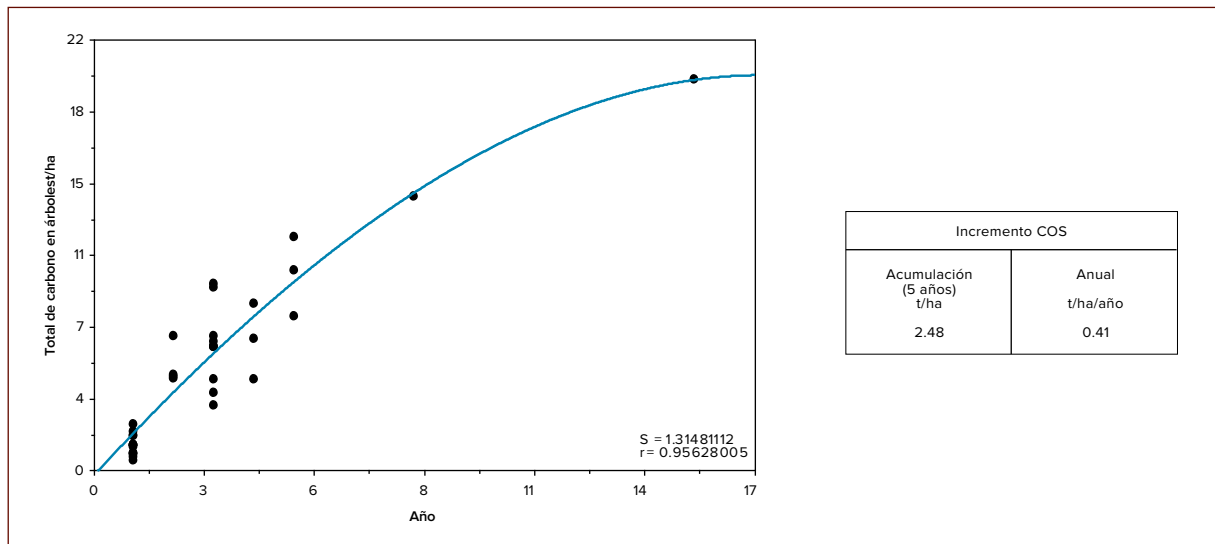


Figura 20. Acumulación de carbono en árboles de durazno y en suelo.



Referencias

Sagarpa. 2013. Milpa integrada con árboles frutales. Visitada en 12 de septiembre 2017. www.Sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/03%20MILPA%20INTERCALADA%20CON%20FRUTALES.pdf.

Agroecología y agrobiodiversidad

Alejandro Casas y Mariana Vallejo¹

La agrobiodiversidad de México

La agrobiodiversidad comprende la diversidad silvestre y domesticada de plantas, animales, hongos y microorganismos asociada directa e indirectamente a los sistemas de producción de alimentos y materias primas, incluyendo los sistemas agrícolas, pecuarios y silvícolas, todos los cuales se encuentran en interacción en los procesos de producción rural, influyéndose mutuamente (FAO, 1999, 2016; Crowley et al., 2007; Moreno-Calles et al., 2013; Casas et al., 2016a). Se contempla bajo este concepto la diversidad genética de especies en particular, la riqueza y diversidad de especies que componen los sistemas referidos, tanto los domesticados como aquellos en estados intermedios de domesticación y sus parientes silvestres, así como numerosas especies silvestres que constituyen recursos y brindan importantes servicios ecosistémicos. También incluye la heterogeneidad de unidades paisajísticas en las que se encuentran todos estos componentes dentro de unidades territoriales concretas (Casas y Parra, 2016; Casas et al., 2016a, 2017a). Esta noción nos remite a considerar una alta variedad de componentes y procesos en ecosistemas encuentran ligados entre sí y en los que se llevan a cabo actividades humanas primarias, las cuales sostienen la producción de alimentos y materias primas para múltiples destinos artesanales e industriales en el mundo. A continuación, presentamos un panorama general de distintas dimensiones de esta diversidad.

Agrobiodiversidad vegetal

México, en especial la región meridional de su territorio que forma parte de Mesoamérica, es reconocido como uno de los principales centros de origen de la

1. Miembros del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Los autores agradecen el apoyo a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM, a través de los proyectos PAPIIT IN209214 y IN206217, así como CONACYT CB-2013-01-221800.

domesticación de plantas importantes para la agricultura en el mundo (Vavilov, 1992; Harlan, 2005; Parra y Casas, 2016). De hecho, junto con la región andina, es la región más antigua de manejo agrícola y, por ende, cuna de las civilizaciones del continente americano. En Mesoamérica se originó la domesticación del maíz (*Zea mays*, susp. *mays*), algunas especies de frijoles (*Phaseolus vulgaris*, *P. coccineus*, *P. lunatus* y *P. acutifolius*), varias calabazas (*Cucurbita moschata*, *C. argyroperma* y *C. ficifolia*, así como variedades locales de *C. pepo*) y algunos chiles (principalmente *C. annuum* y *C. frutescens*, así como variedades locales de especies sudamericanas como *C. baccatum* y *C. sinensis*) que eventualmente llegaron a conformar el sistema de milpa. Junto con éstas se domesticaron otras más de 200 especies (Hernández-Xolocotzi, 1993; Casas et al., 2017a, 2017b), las cuales actualmente se aprovechan en México y el mundo. En éstas se reconocen huellas claras de que operaron y siguen operando procesos de selección artificial y de otras fuerzas evolutivas que influyen en su domesticación. Entre las especies vegetales domesticadas en Mesoamérica, además de las mencionadas, destacan el cacao (*Theobroma cacao*), especie que se cultivó desde tiempos antiguos en la Amazonia ecuatoriana, pero que desde tiempos tempranos se cultivó y domesticó por los pueblos mayas (Loor-Solorzano et al., 2012), y un buen número de especies nativas como uno de los algodones más importantes del mundo (*Gossypium hirsutum*; véase Wendel et al., 2010; Wegier et al., 2016), el aguacate (*Persea americana*; véase Ashworth y Clegg, 2003; Galindo-Tovar et al., 2007), la papaya (*Carica papaya*; véase Chávez-Pesqueira y Núñez-Farfán, 2017), la vainilla (*Vanilla planifolia*; Lubinsky et al., 2008) diversas especies de nopales (entre ellas, la más importante en el mundo, *Opuntia ficus-indica*), de magueyes (*Agave salmiana*, *A. americana*, *A. angustifolia*, *A. sisalana*, *A. tequilana*, *A. mapisaga*, *A. inaequidens*, *A. hookeri*, entre otras; véase Colunga-García Marín et al., 2017), de pitayas (*Stenocereus* spp., *Polaskia* spp., *Escontria chiotilla*), garambullos (*Myrtillocactus geometrizans* y

M. schenckii) y pitahayas (*Hylocereus* spp.), chirimoyas, guayabas, zapotes y una amplia variedad de cultivos de importancia en distintas regiones del planeta en la actualidad (Casas et al., 2017a, 2017b).

Junto a las especies vegetales plenamente domesticadas existe una amplia gama de especies de plantas manejadas, semi-domesticadas, en la que el término “semi” involucra estados intermedios de domesticación, dentro de un gradiente continuo de menor a mayor nivel de domesticación (Casas et al., 2015). En el Banco de Información Etnobotánica de Plantas Mexicanas (Badeplam) se tienen registradas alrededor de 800 especies que se encuentran en estadios incipientes o intermedios de domesticación (Caballero et al., 1998). De acuerdo con nuestros estudios más recientes (Casas et al., 2017a), podrían ser alrededor de 1,200 las especies en tales condiciones. Entre éstas se encuentran cerca de 500 especies de verduras tradicionales denominadas “quelites” (Linares y Bye, 2015), numerosas especies de árboles y arbustos productores de frutos comestibles, agaves y cactáceas, así como cientos de especies medicinales y ornamentales procuradas por las personas en constelaciones de huertos y parcelas rurales diseminadas por todo el país. Todos estos recursos vegetales son parte fundamental de la agrobiodiversidad, muchas de ellas son intensamente utilizadas por los pueblos de México y representan un importante patrimonio biocultural, así como recursos genéticos para atender necesidades presentes y futuras de nuestros pueblos. No obstante, han sido escasamente estudiados y menos aún considerados en los programas de protección y conservación de recursos genéticos, como se discute más adelante. Cualquier política pública dirigida a conservar los recursos genéticos que conforman la agrobiodiversidad debe basarse en un diagnóstico de la diversidad intra e interespecífica de plantas domesticadas, así como del importante y amplio grupo de especies semi-domesticadas, entre las cuales se encuentran parientes de las especies plenamente domesticadas (Heywood et al., 2007) y, en general, recursos de alto poten-

cial para afrontar necesidades futuras (Casas et al., 2016a, 2017a, 2017b).

Entre las especies vegetales manejadas, no domesticadas o semi-domesticadas, son también muy relevantes numerosas especies silvestres: aproximadamente 90% de las especies de plantas que se aprovechan en México son silvestres (Caballero et al., 1998; Casas et al., 2017a) que son manejadas directamente en los bosques mediante métodos o técnicas silvícolas (entendiendo lo silvícola como el manejo de lo silvestre, de acuerdo con Casas et al., 1997). Estas técnicas pueden involucrar prácticas, estrategias y acuerdos comunitarios particulares. Algunas son dejadas en pie durante los aclareos de los bosques con distintos propósitos, principalmente en los sistemas agroforestales. También existen las que son promovidas a partir de inducir deliberadamente su propagación para incrementar su abundancia, otras son protegidas de herbívoros, excesos de heladas, de humedad, sombra o insolación, y otras son cultivadas o trasplantadas desde sus contextos naturales a sitios construidos por seres humanos, principalmente huertas, cafetales, cacaotales, agrobosques, *kuojtakiloyan* (Moreno-Calles et al., 2013; Toledo, 2015), las selvas manejadas por los huastecos o *te'lom* (Alcorn, 1984), por los mayas o *pet'kot* (Gómez-Pompa et al., 1987) y otros múltiples sistemas agroforestales (Casas et al., 1997, 2007, 2014; Moreno-Calles et al., 2013; Moreno Calles et al., 2016a; Vallejo-Ramos et al., 2016). Todas estas interacciones pueden involucrar selección humana o procesos guiados de flujo génico y manejo de sistemas reproductivos que inciden en procesos evolutivos y pueden influir en su domesticación (Parra et al., 2010; Casas et al., 2016b; Blancas et al., 2016).

Los inventarios de recursos vegetales en el país han tenido una mayor atención que el resto de recursos bióticos, gracias al desarrollo de una amplia escuela etnobotánica que es de las más importantes en el mundo. Estos trabajos han logrado documentar cerca de 7,000 especies de plantas aprovechadas para satisfacer múltiples necesidades. Sin embargo, estimamos que podría

haber entre 3,000 y 5,000 especies de plantas aún no identificadas. Entre los principales recursos ya registrados, más de 3,000 especies son plantas medicinales, cerca de 1,600 son comestibles y más de 1,000, forrajeras (Casas et al., 2017a). Es aún necesario vincular la información diseminada en numerosas bases de datos locales, regionales y nacionales, regular su acceso para prevenir y combatir la biopiratería. Asimismo, definir políticas públicas claras para planear su aprovechamiento sustentable y justo para el país, pero, sobre todo, para beneficiar sustancialmente a aquellas comunidades que han desarrollado tan vasto cúmulo de conocimientos y experiencias técnicas de manejo y que, sin embargo, frecuentemente han sido soslayadas y hasta marginadas en los programas de desarrollo. Esta premisa aplica para los recursos vegetales, así como para otros grupos de recursos bióticos que conforman la agrobiodiversidad y que discutimos a continuación.

Animales

La fauna es otro importante componente de la agrobiodiversidad, no obstante que la domesticación de especies animales en Mesoamérica fue más limitada que en otras regiones del mundo, como el suroeste de Asia, la región conocida como Creciente Fértil (que comprende el actual Irak, parte de Turquía, Siria, Palestina, Israel e Irán), en donde la domesticación de animales fue particularmente prolífica (Harlan, 1975), o incluso en la región andina, en donde la domesticación de camélidos y otras especies involucró prácticas pastoriles desde la antigüedad precolombina vigentes hasta hoy en día (Torres-Guevara et al., 2017; Wheeler, 2017). En México se reconoce con claridad la presencia del perro, el cual entró ya domesticado al continente americano junto con los seres humanos por el Estrecho de Bering, en las oleadas migratorias de hace aproximadamente 14,000 a 16,000 años. La domesticación del perro tuvo en Mesoamérica expresiones locales, y el xoloiscuintle es una de ellas (Zarazúa, 2016).

Igualmente, fue importante la domesticación del guajolote (*Meleagris gallo-pavo*), así como la especie de cochinilla de mayor importancia económica (*Dactylopius coccus*) y algunas variedades locales de patos (la especie más importante es *Cairina moschata*, que se domesticó en Sudamérica y en algún momento de la historia se adoptó en Mesoamérica donde, desde tiempos precolombinos, existen patrones regionales y locales de domesticación; Donkin, 1989).

Al igual que en el caso de las plantas, las culturas mesoamericanas fueron muy activas en el manejo y la crianza de animales, involucrando un espectro continuo de formas de interacción y posiblemente de domesticación y domesticación intermedia en gradiente en algunas de ellas (Zarazúa, 2016; Mariaca-Méndez, 2017). Esta última condición ha sido poco estudiada, pero los ejemplos existentes ilustran el amplio campo de investigación que vale la pena impulsar. No solamente para responder preguntas desde el punto de vista teórico, sino también para contar con un inventario de técnicas de manejo de recursos bióticos, lo que representa la posibilidad de dar pasos más rápidos en las estrategias de manejo sustentable y conservación. En Paquimé, Casas Grandes, al noroeste de Chihuahua, por ejemplo, existe evidencia arqueológica del manejo de diversas especies de aves (principalmente las guacamayas *Ara militaris* y *Ara macao*, así como diferentes especies de loros, destinadas al arte plumario; Minnis et al., 1993). Asimismo, con base en información de isótopos estables, se ha sugerido que en Teotihuacán hubo crianza de conejos de monte (*Sylvilagus floridannus*, *S. audubonni*) y liebres (*Lepus* sp.; véase Sugiyama et al., 2015), alimentados con maíz, y crianza de algunos carnívoros y águilas mantenidos en cautiverio, aparentemente con fines rituales. En diversos sitios, los estudios arqueológicos, etnohistóricos y etnozoológicos han registrado la crianza de venados (*Odocoileus virginianus*), tepezcuintles (*Cuniculus paca*), de manera similar a como se ha registrado en Sudamérica (Smythe y Brown de Guanti, 1995) la de los seretes (*Dasyprocta mexicana*), coatíes (*Nasua*

narica), mapaches (*Procyon lotor*), temazates (*Mazama temama*) y otros mamíferos, así como reptiles como las iguanas negras (*Ctenosaura pectinata*) y verdes (*Iguana iguana*) que aún en la actualidad pueden observarse en los solares y otros espacios de la vida humana en los poblados rurales de México. De los anfibios, en la dieta mexicana precolombina destacaban el consumo del sapo (*Rhinophrynus dorsalis*), las ranas leopardo (*Lithobates* spp.) y los ajolotes (*Ambystoma* spp.), los cuales eran procurados en sus hábitats naturales. Hoy en día existen granjas de ranas para el consumo, pero generalmente involucran especies introducidas (Calderón-Mandujano, 2011).

En el pasado precolombino de México se llevaron a cabo diversas prácticas de crianza de una gran variedad de especies de insectos, incluyendo varias de abejas sin aguijón, de manera particularmente importante *Mellipona beecheii* entre los mayas (Kritsky, 2017) y otras especies (*Mellipona* spp. *Trigona* spp., *Scaptotrigona* spp.) en diferentes regiones de México, entre las que destacan los remanentes de su crianza en la Sierra Norte de Puebla, la Península de Yucatán y la cuenca del río Balsas (Reyes-González et al., 2013). Estas prácticas incluyeron la colecta y transportación de troncos con panales del bosque al solar y, frecuentemente, su construcción *ad hoc*, como puede apreciarse hoy en día mediante el uso de troncos, cajas de madera y ollas de barro en la Sierra Norte de Puebla y comunidades de Yucatán y la región del río Balsas.

Igualmente, numerosas especies de hormigas y chinches, así como larvas comestibles de mariposas y escarabajos son muy apreciadas y consumidas por millones de personas en nuestro país desde el pasado precolombino y hasta el presente. Ramos-Elorduy y Viejo-Montesinos (2007) reportan el consumo de 525 especies de insectos en México, un número elevado considerando que en todo el mundo se han registrado cerca de 1,750 especies. Particularmente abundantes son las especies de coleópteros, himenópteros, hemípteros y lepidópteros. Para algunas de estas especies se han documentado técnicas dirigidas a procurar

o asegurar su disponibilidad (Zarazúa, 2016). La información sobre técnicas de manejo es sumamente escasa pero la que existe disponible sugiere que se ha desarrollado una gran diversidad de estrategias, prácticas y tecnologías para lograrlo, incluyendo el manejo silvícola de los agaves, cactáceas, árboles o arbustos en donde crecen (Casas et al., 2016b, c, Zarazúa, 2016).

Hongos

Los hongos y los microorganismos frecuentemente son olvidados en los estudios de agrobiodiversidad; sin embargo, son extraordinariamente relevantes. Los hongos no solo son componentes importantes de los bosques y de sus suelos, sino que son directamente aprovechados por los pueblos, principalmente los rurales, como alimentos, medicinas y diversas prácticas ceremoniales. Los primeros estudios micológicos centraron su atención en los usos medicinales, rituales y mágicos, en buena medida impulsados por lo atractivo de los estudios de Robert Gordon Wasson (Wasson, 1976). Sin embargo, pronto ganaron espacio los estudios sobre hongos comestibles. Estudios recientes han inventariado 371 especies de hongos comestibles en México y se estima que podrían ser alrededor de 500 las especies comestibles existentes en el país (Moreno-Fuentes y Garibay-Orijel, 2014, Garibay-Orijel y Ruan-Soto, 2014). Su domesticación ha sido limitada a nivel mundial pues las condiciones para la generación de cuerpos fructíferos son particularmente difíciles; de hecho, en todo el mundo se cultivan tan solo alrededor de 100 especies (Boa, 2004).

En México destaca el aprovechamiento y manejo a gran escala del huitlacoche (*Ustilago maydis*), el “reishi” (*Ganoderma lucidum*, el cual se cultiva por sus usos medicinales) y los champiñones (*Agaricus bisporus*), y otras especies introducidas, principalmente las “setas” (*Pleurotus ostreatus*), el “shiitake” (*Lentinula edodes*), y el “maitake” (*Grifola frondosa*, Martínez-Carrera et al., 2005). Se estima que México es el principal

productor y exportador de hongos en Latinoamérica (Martínez-Carrera et al., 2010).

No obstante, el reducido espectro de especies cultivadas intensamente, el manejo silvícola de decenas de especies es de gran importancia no solo por el aprovechamiento directo como hongos comestibles, medicinales o rituales, sino también por las interacciones micorrícicas que influyen de forma determinante la producción agrícola y forestal. Los estudios etnomicológicos entre los pueblos originarios de México han sido prolíficos, pues las culturas de la región han hecho uso de los hongos desde tiempos precolombinos, y su importancia cultural en la alimentación, la medicina y prácticas rituales se refleja en la vasta iconografía de los códices del México precortesiano y colonial. Es escasa la información sobre técnicas de manejo y las investigaciones e innovaciones tecnológicas en esta dirección serán de gran valor para la conservación y aprovechamiento de tan valiosos recursos.

Microorganismos

En el caso de los microorganismos, el aprovechamiento tradicional es también de amplio espectro. Los microorganismos del suelo son particularmente importantes como parte de la agrobiodiversidad. No obstante su invisibilidad, la gente es consciente de la descomposición de la materia orgánica y su extraordinario aporte a la fertilidad. Las técnicas de incorporación de abonos orgánicos como los excrementos de murciélagos y de animales domésticos son parte de tal visión; de manera similar lo es la técnica de incorporación de hojarasca, la de “labranza cero” y la del cuidado de especies caducifolias dentro de los sistemas agroforestales, las cuales aprovechan la descomposición de elementos de los sistemas para mejorar la fertilidad. Las ciencias del suelo arrojan ya una extensa literatura microbiológica y biotecnológica que muestra que en los suelos vive una gran diversidad de especies de organismos que desempeñan importantes funciones en la degra-

dación de residuos orgánicos, bacterias promotoras del crecimiento de las plantas, facilitadoras de la absorción y reciclaje de nutrientes, y que influyen sobre la estructura de los suelos en los ecosistemas forestales y agroecosistemas; asimismo, hongos y bacterias antagonistas de los organismos patógenos que afectan las raíces de plantas (Bashan et al., 2004; Pedraza et al., 2010). Y los estudios sobre la relación entre microbios y suelos revelan su extraordinaria importancia; de hecho, una de las metas en las investigaciones microbiológicas asociadas a la producción agrícola es la sustitución parcial o total del uso de agroquímicos con base en el manejo de la diversidad de microorganismos presentes en los suelos y las plantas (Pedraza et al., 2010). Se ha documentado ampliamente que la diversidad de microorganismos en el suelo se ve afectada seriamente por el uso excesivo de agroquímicos y, en contraparte, el favorecimiento de las interacciones entre microbios, suelos y plantas permite el desplazamiento de los agroquímicos. Las investigaciones en esta dirección son sumamente dinámicas y relevantes, y hoy en día existen ya diversas técnicas que permiten poner en práctica varias de las premisas mencionadas. Su impulso merece un acompañamiento de políticas públicas dirigidas a favorecer los mercados de productos manejados mediante estas técnicas.

Una faceta en la que los microorganismos se integran a la vida cotidiana de los agricultores es la de los fermentos. Éstos resultan fundamentales en el aprovechamiento de los productos agrícolas, pecuarios y silvícolas y, por lo tanto, se encuentran relacionados directamente con la agrobiodiversidad. Los fermentos son sumamente diversos, tanto como los sustratos sobre los que actúan, los contextos ambientales y las técnicas empleadas para su preparación (Tamang y Kailaspathy, 2010). Destacan los asociados con el maíz (la chicha, el tesgüino), los agaves (pulques y mezcales), los nopales y cactáceas columnares (los nochoctlis o “clonches”), el cacao y múltiples especies de frutales (Wacher et al., 2010). Los fermentos han sido culturalmente muy importantes desde

la prehistoria, especialmente porque confieren a los alimentos atributos para el almacenamiento y preservación a largo plazo, cambios de sabor, textura, y propiedades nutritivas, entre otros. Su extraordinaria importancia en múltiples procesos merece una sistematización detallada tanto de la biodiversidad como de las técnicas de aprovechamiento y manejo.

Los sistemas agrícolas

La agricultura resulta de dos procesos con historias distintas: 1) el manejo de ecosistemas, que podría ser tan antiguo como el uso de las herramientas o del fuego para el acomodo deliberado de los elementos y procesos de los sistemas naturales, con el fin de facilitar la apropiación de sus componentes. Estudios arqueológicos han documentado talas intencionales para favorecer la abundancia de especies comestibles para los humanos, o bien la de plantas forrajeras que facilitaban la cacería, en tiempos tan antiguos, como al menos 50,000 años en Papua, Nueva Guinea (Groube, 1989). Asimismo, quemas deliberadas de praderas para favorecer la abundancia de especies resistentes al fuego y favorables a los humanos, y cuya antigüedad es de por lo menos 30,000 años. De manera similar, diversos grupos humanos utilizaron el desvío de cauces de agua para irrigar y favorece especies bajo aprovechamiento humano (Steward, 1938) y otras estrategias pre-agrícolas dirigidas a aumentar la disponibilidad de ciertos recursos en particular (Casas et al., 1997). Y 2), posteriormente al manejo de ecosistemas, los seres humanos originaron procesos de domesticación de organismos; de lobos que llegaron a ser perros, de trigos y cebadas silvestres que llegaron a convertirse en importantes cereales cultivados que actualmente sostienen la economía mundial de alimentos. En Mesoamérica, los teocintles (particularmente *Zea mays* subsp. *parviglumis*), frijoles, calabazas y chiles silvestres llegaron a convertirse en maíz y otros elementos característicos del sistema agrícola por excelencia en la región: la milpa.

La fusión del manejo de ecosistemas y la domesticación dio origen a la agricultura, que en el Nuevo Mundo tiene una antigüedad de aproximadamente 10,000 años. Los primeros sistemas agrícolas pudieron resultar de promover algunas especies en sitios forestales perturbados (Smith, 1967), algunos de ellos primariamente contando con irrigación (la hidro-horticultura de barranca y la horticultura asociada a oasis, de acuerdo con MacNeish, 1967) y posteriormente con temporal. Durante miles de años los sistemas agrícolas de México se diversificaron extraordinariamente. De las milpas de riego o temporal más simples derivaron paulatinamente sistemas de terrazas y bordes protegidos por magueyes y árboles, chinampas y camellones que aprovechaban suelos y humedad lacustre para lograr una muy elevada productividad (González-Jácome, 1993) y, desde luego, una gran diversidad de sistemas de traspatio, huertos o solares (*ekuario* en p'uhrépecha, *calmil* en náhuatl o *yutu veé* en mixteco) cercanos a las viviendas. Todos éstos fueron sistemas agroforestales que combinaron y combinan en el presente, elementos silvestres y domesticados en los espacios productivos (Casas et al., 1997; Moreno-Calles et al., 2013). Estos sistemas han tenido marcadas transformaciones asociadas a las tecnologías de la Revolución Verde, las cuales promueven la eliminación de la cobertura forestal que históricamente acompañó los sistemas agrícolas y que, en el contexto de tal visión modernizadora de la agricultura resta posibilidades, espacio y productividad a los cultivos intensivos. Sin embargo, los sistemas agroforestales poseen un conjunto de atributos que les permiten perfilarse como opciones productivas sustentables y amigables con el ambiente.

Los sistemas agroforestales poseen una alta capacidad de mantener la biodiversidad, especialmente la diversidad nativa (Casas et al., 1997, 2007; Moreno-Calles et al., 2010; Vallejo-Ramos et al., 2014, 2015, 2016, 2018; Campos-Salas et al., 2016). Entre las prácticas agroforestales estos sistemas incluyen áreas remanentes de la vegetación contigua, contornos de la parcela que sirven para

delimitar y proteger predios, pero que son particularmente ricos en especies vegetales. También pueden incluir franjas de vegetación dentro de la parcela, dispuestas para proteger suelos y agua, islas de vegetación o pequeños parches con elementos nativos o bien, árboles aislados. Todo este mosaico puede estar incluido dentro de una sola parcela, conservando importantes niveles de diversidad biológica nativa. Eventualmente, los sistemas agroforestales deberán integrarse a los programas de conservación de biodiversidad. Al combinar elementos forestales junto con los domesticados pueden mantener en promedio cerca de 70% de los componentes de especies vegetales de los bosques circundantes (Vallejo-Ramos et al., 2016) y establecer parches de vegetación remanente capaces de constituir corredores y continuidades que favorecen la conservación de especies asociadas (animales, hongos, microorganismos). Estos parches son particularmente abundantes en recursos comestibles, medicinales, leña, construcción y forraje, entre otros (Moreno-Calles et al., 2012). Son áreas frecuentemente aprovechadas con fines pastoriles, constituyendo expresiones integrales de sistemas agrosilvopastoriles. Estos sistemas aportan servicios de provisión. Además, los parches de vegetación pueden alojar polinizadores, dispersores de semillas, herbívoros y depredadores de especies vegetales y animales, respectivamente, los cuales pueden constituir serias plagas. Su presencia favorece la retención de suelos y agua y eleva la probabilidad de que los sistemas agrícolas perduren en el largo plazo. Todos estos servicios de provisión de recursos y de regulación de funciones ecosistémicas son de enorme importancia en el presente y tienen un gran potencial para planear el futuro.

Los sistemas agroforestales son importantes escenarios de ensayos y experimentación para manejar los ecosistemas y domesticar especies de plantas. En ellos se dejan en pie selectivamente especies y fenotipos particularmente útiles, expresando modalidades distintas de procesos de selección artificial. También son los sitios en donde se promueven o protegen, se siembran o

trasplantan individuos de especies de interés humano. Prácticamente todas estas actividades pueden involucrar procesos selectivos, condiciones de deriva génica, áreas de restricción o favorecimiento de flujo génico y manejo específico de procesos reproductivos. Los sistemas agroforestales son laboratorios vivientes de procesos de domesticación, manejo de ecosistemas y generadores de agrobiodiversidad (Casas et al., 1997, 2007, 2017a).

Los sistemas agroforestales son sumamente diversos y dinámicos, de acuerdo con la creatividad de los agricultores y con el conocimiento acumulado por generaciones. Su composición y los ritmos de uso y descanso están marcadamente influenciados por los contextos biofísicos de las regiones en donde se practican (Moreno-Calles et al., 2013, 2016; Vallejo-Ramos et al., 2018). Son, a su vez, parte de matrices paisajísticas que conforman los territorios comunitarios. Tales matrices incluyen áreas forestales, agroforestales, asentamientos humanos con sistemas agroforestales propios (huertos y solares) y, en su conjunto, conforman unidades capaces de mantener altos porcentajes de biodiversidad nativa, así como elementos introducidos de otras áreas de una región, de otras regiones de México, o bien de otras áreas del mundo. Por su composición y sus funciones, los sistemas agroforestales han sido considerados unidades de gran importancia para conciliar las metas de producción, conservación de biodiversidad y mantenimiento de servicios ecosistémicos. La extraordinaria diversidad de sistemas agroforestales que existe en el país y sus virtudes para la producción y la conservación de recursos y servicios de regulación merecen un impulso desde las políticas públicas para su fomento, mejoramiento y recuperación en algunas áreas de México.

Resumiendo, la agrobiodiversidad integra una alta heterogeneidad de componentes y funciones asociados a los sistemas agrícolas, pecuarios y forestales y entrelazados en las funciones de producción primaria en los sectores rurales. Incluye diversidad genética de poblaciones de especies,

diversidad de especies de comunidades bióticas y diversidad de ecosistemas a escala de paisaje. Su conservación enfrenta importantes problemas, como veremos a continuación y la ruta para abordarlos involucra investigación sobre la composición y funciones dentro y entre escalas de organización, innovaciones tecnológicas en los diferentes componentes y sistemas incluidos, políticas públicas para favorecerlos y mejorar sus aportaciones en los ámbitos de la producción y la conservación de biodiversidad.

El cambio global y la biodiversidad

Hoy en día se reconoce como cambio global al conjunto de alteraciones socio-ecológicas que ocurren a escala planetaria y que delinean una importante crisis ambiental de grandes proporciones. Barnoski et al. (2011) estiman que en el periodo de gestación de la industrialización del mundo, entre 1700 y 1900, aproximadamente 10% de la superficie de los ecosistemas terrestres tuvieron cambios severos; sin embargo, solo entre 1950 y 2011 el aumento de la superficie severamente alterada pasó de 13% a cerca de 40% (el triple de daño en menos de un tercio de tiempo). Estos datos ilustran la dramática aceleración de los cambios, los cuales coinciden con el periodo de expansión industrial, incluyendo la agroindustrial, el reordenamiento económico, la expansión urbana, surgidos todos de la planeación económica posterior a la 2ª Guerra Mundial, así como del crecimiento poblacional que también se aceleró a partir de ese periodo. Uno de los cambios que más ha llamado la atención pública es el climático, asociado con el aumento de la temperatura promedio global de la superficie terrestre como consecuencia de la emisión de gases de efecto invernadero.

Numerosos estudios han identificado los detalles de sus causas y consecuencias y el reto que está significando para las políticas públicas, la innovación tecnológica y las acciones de las naciones en todo el mundo. No obstante, la resis-

tencia a hacer reducciones más significativas de emisiones por parte de los países industrializados es un obstáculo que deberá contemplarse en toda agenda de política ambiental.

La pérdida de cobertura vegetal y el aumento en las tasas de extinción de especies, así como la extirpación de poblaciones como consecuencia del cambio en el uso del suelo son todos indicadores importantes de la alarmante pérdida de biodiversidad (Foley et al., 2005; DeClerck et al., 2010). Y este proceso se refleja de forma particularmente acelerada en la agrobiodiversidad. Desde los años 30 del siglo pasado Harlan y Martini (1936) notaron que algunas de las variedades nativas de maíz en los Estados Unidos habían sido desplazadas por algunas de las primeras variedades híbridas de uso comercial (Brush, 2004). Este proceso se desarrolló paulatinamente en todo el mundo en las décadas subsecuentes y se agudizó tanto con el maíz como con los principales cultivos del mundo, sobre todo con el impulso de la Revolución Verde (Casas y Velásquez-Milla, 2016). El proceso de erosión genética a este nivel (pérdida de variedades locales) es complejo y su análisis detallado escapa a las posibilidades de este espacio. Sin embargo, es pertinente decir que en éste se combinan las políticas de expansión de los modelos agrícolas intensivos hegemónicos, cuyo resultado es la simplificación de la diversidad manejada en los cultivos; en contraparte, frecuentemente se manifiestan procesos de resistencia cultural (dirigidos a mantener redes de intercambios de semillas, estrategias de conservación de variedades en relación con su uso, entre múltiples procesos), los cuales atenúan la velocidad con la que ocurre el desplazamiento de las variedades locales, nativas o criollas. Estos procesos se deben a que las variedades mejoradas no necesariamente llenan el conjunto de atributos culturales, ecológicos y tecnológicos involucrados en la producción agrícola, sobre todo en los contextos campesinos tradicionales (Casas y Velásquez-Milla, 2016).

La pérdida de agrobiodiversidad involucra también la sustitución de los policultivos o cultivos multi-específicos por monocultivos, así como

la eliminación de cobertura vegetal, que, para quienes manejan los sistemas intensivos, significa restar área a los cultivos y entorpecer el uso de maquinaria (Green et al., 2005; Phalan et al., 2011). Los paisajes heterogéneos de la agricultura tradicional se sustituyen entonces por grandes extensiones de terrenos altamente homogéneos, con riego, monocultivos mejorados (diseñados para elevar rendimientos, pero pobres en otros atributos de valor cultural y resiliencia ecológica), el uso de maquinaria e insumos químicos. Estos modelos no solamente eliminan los servicios que hemos referido en relación con los parches de vegetación, sino que favorecen procesos erosivos de los suelos, y en muchas áreas su salinización. Este modelo de producción agrícola, junto con el de ganadería extensiva, ha sido el responsable de la transformación de las mayores extensiones de áreas con cobertura forestal en áreas sin cobertura vegetal, destrucción de hábitat y pérdida de biodiversidad en general (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005). A estos procesos debe sumarse el alarmante ascenso de la expansión de la minería a cielo abierto, cuya tecnología destruye grandes extensiones de terreno de manera irreversible.

El uso de los pesticidas (insecticidas y herbicidas) ligado al modelo de producción intensiva es uno de los factores que más severo impacto han ocasionado sobre las poblaciones de insectos en general, entre ellos polinizadores y herbívoros cuya acción es de enorme importancia para la salud de los agroecosistemas. Hoy en día existe una alarma encendida en relación con los polinizadores, que ha sido denominada “crisis de polinizadores” y que implica la desaparición de poblaciones y extinción de numerosas especies de insectos que intervienen en este proceso, de manera destacada especies de abejas (Ashworth et al., 2009). El uso de agroquímicos con compuestos organofosforados tiene un efecto altamente nocivo en los ecosistemas (Badii y Varela, 2008). Estos compuestos pueden difundirse desde la parcela a los sistemas hidrológicos que constituyen las cuencas en donde se encuentran tales parcelas, y con ello aumentan altamente el ámbito de su

capacidad destructiva. Especialmente vulnerables a los efectos de estos compuestos tóxicos son las poblaciones de peces y anfibios y, desde luego, los seres humanos (Palacios, 2003). La regulación y prohibición de estos elementos tóxicos se ha impulsado desde hace décadas en países desarrollados, mientras que países como el nuestro continúan utilizando tales tecnología nocivas para el ambiente y la salud. Una estricta regulación que limite y elimine el uso de estos compuestos es una prioridad para la conservación de la biodiversidad.

El cambio global involucra además transformaciones en ciclos biogeoquímicos fundamentales. La Revolución Verde se basó en el uso de insumos químicos, principalmente fertilizantes y pesticidas. Los primeros han sido utilizados masivamente y afectado seriamente los ciclos de nitrógeno y fósforo y su consecuencia ha sido la eutroficación de grandes extensiones de ríos, lagos y estuarios y los drásticos cambios de estado de los ecosistemas y su diversidad biológica.

La tecnología de la Revolución Verde ha basado sus logros en la productividad con base en el uso de grandes cantidades de agua. Entre 1964 y el presente, la superficie agrícola con riego a nivel mundial prácticamente se duplicó (FAO, 2004). El carácter insostenible de tal tecnología no solamente se refleja en el azolve de presas y canales, cuyo mantenimiento es caro y frecuentemente implica su abandono, sino en el incremento de contaminación severa de los cuerpos de agua, lo que determina peligrosos niveles de contaminación de alimentos.

Todos estos elementos conducen a la conclusión de que los patrones tecnológicos asociados a la Revolución Verde no solamente han ocasionado severos daños a los ecosistemas y que continuar en esa línea de intervenciones será inviable en el corto plazo. No solo en México, sino a escala planetaria es el momento de efectuar un serio replanteamiento de las pautas de innovación que se mantienen en la misma línea de pensamiento (Altieri y Toledo, 2011). Por el contrario, los daños severos que ocasionan los elementos asocia-

dos a la tecnología de organismos genéticamente modificados, como por ejemplo el glifosfato, han sido ampliamente diagnosticados en todo el mundo. Su uso a gran escala sin duda ocasionaría grandes daños a los remanentes de los ecosistemas planetarios sumando a los que ya se generan debido al uso de la tecnología de la Revolución Verde. Ello, sin considerar otros riesgos asociados a la transferencia de transgenes a los organismos silvestres emparentados con los cultivos y los asociados a la salud humana. El uso de organismos genéticamente modificados no solamente ha fallado en la fantasía de productividad y otros atributos tratando de reparar los defectos de las semillas mejoradas por la Revolución Verde (control de herbivoría mediante los genes *Bt* o la tolerancia a herbicidas, entre las más importantes), sino que ha agudizado procesos de dependencia de la tecnología y los fenómenos asociados a la adquisición de recursos monetarios en el ámbito rural. Es una tecnología de riesgo socio-ecológico y debe ser restringida con políticas estrictas. Toda política pública a favor de proteger la agrobiodiversidad debe prohibir el uso de esta tecnología, especialmente en países que, como México, son centro de origen de la domesticación, en donde los cultivos interactúan genéticamente con sus parientes silvestres y en donde el escape de transgenes a los ecosistemas tiene una vía directa. Debe prohibirse el uso de insumos químicos altamente tóxicos como los glifosfatos asociados a esta tecnología, los cuales resultan altamente tóxicos y dan al traste con la agrobiodiversidad acompañante de los cultivos que son cultural y nutricionalmente importantes.

La pérdida de la agrobiodiversidad y sus impactos sociales

La pérdida de agrobiodiversidad no solamente afecta a los ecosistemas, impacta también severamente a la sociedad, la economía y la cultura. A nivel de la diversidad de cultivos, por ejemplo, los procesos de erosión genética tienen como resul-

tante neta la pérdida de variedades que tradicionalmente desempeñan alguna función cultural, adaptativa al entorno o las tecnologías locales. Así por ejemplo, las diferentes variedades locales de maíz que maneja un agricultor, puede conferir atributos específicos para la calidad de tortillas, pozole, atoles, tamales y diferentes alimentos para la vida cotidiana y las fiestas (Casas et al., 1996; Casas y Velásquez-Milla, 2016; Orozco-Ramírez et al., 2017). Asimismo, algunas variedades son de ciclo de vida corto y pueden proveer de grano a las familias en momentos en los que los almacenes de los ciclos previos ya se han agotado; otras variedades son diferencialmente resistentes a las heladas, a las sequías, al exceso de humedad, a ciertas plagas, entre otros factores ambientales; otras más pueden adaptarse a los regímenes de cultivo de roza, tumba y quema, mientras que otros responden más adecuadamente a los ciclos continuos de riego o incluso a inundaciones periódicas (como por ejemplo, el caso del sistema de marceño en Tabasco, documentado por Orozco-Segovia y Gliessman, 1979); algunos responden con buena producción mediante el uso de insumos orgánicos, mientras que otros responden a los insumos químicos después de varias generaciones de selección artificial que así los favorece. Y estos patrones que pueden verse con claridad en cultivos como el maíz, se encuentran presentes en otros cultivos anuales como los frijoles, los chiles, las calabazas, así como cultivo de ciclo de vida largo, como el cacao y árboles frutales.

A escala de los sistemas agrícolas, la pérdida de policultivos, las asociaciones con plantas arvenses benéficas como muchas especies de quelites y plantas forrajeras, merman la capacidad directa de los sistemas para proveer recursos, así como aspectos funcionales relacionados con el enriquecimiento de suelos, retención de agua, amortiguamiento de agentes erosivos, entre otros aspectos (Tscharrntke et al., 2011; Nair, 2011). A escala de paisaje, la pérdida de cobertura vegetal en las parcelas no solo merma la capacidad de recuperación de las áreas forestales en los sistemas de uso temporal, en esos casos también favorece

la erosión de suelos descubiertos. Merma también el beneficio de otros servicios ecosistémicos como los señalados arriba, de manera sobresaliente los de provisión de recursos, pero también los asociados con la retención de suelos y agua, y los que les confieren la capacidad de albergar flora y fauna benéfica desde el punto de vista funcional (proveedores de semillas y otros propágulos para la regeneración de bosques, albergue de polinizadores y herbívoros, entre otros; véase Chazdon, 2003). La pérdida de cobertura vegetal a escala de paisaje tiene efectos en extensiones espaciales amplias que rebasan las áreas de las fronteras de los sistemas productivos. Como hemos apuntado anteriormente, la formación de parches con relativo aislamiento afecta el movimiento de organismos y/o propágulos y/o gametos, y con ello el flujo de genes (Vandermeer y Perfecto, 2007), favoreciendo la endogamia y la deriva génica. También afectan a intervalos temporales prolongados. Así, la sobreexposición de suelos a los agentes erosivos retarda significativamente los procesos de recuperación de las áreas forestales o incluso su reutilización como sistemas productivos.

Un hecho que destaca a escala global y que afecta en particular a los países en desarrollo, como el nuestro, es que no obstante que las metas de los modelos productivistas agroindustriales han sido rebasadas y existen más alimentos que los necesarios para satisfacer las necesidades de la población, un amplio sector de la población tiene acceso limitado a éstos. México no es la excepción en esta tendencia; así, por ejemplo, entre 1961 y 2016, la producción total de cereales pasó de 8 a 11 millones de hectáreas, respectivamente, siguiendo una trayectoria lineal ascendente. En cambio, la producción pasó de cerca de 12 millones de toneladas a cerca de 25 millones, respectivamente; en contraste, la provisión de alimentos cayó de un máximo de 42 kcal *per capita* por día en 2003 a 19 kcal *per capita* por día (FAOSTATS, 2017). En el país, alrededor del 45% de la población vive en condiciones de pobreza y más del 10% en condiciones de pobreza extrema; de los distintos indicadores de pobreza, el de carencias

por acceso a la alimentación es de aproximadamente 25% (Ortiz-Galindo y Ríos-Bolívar, 2013). En otras palabras, nuestro país padece serios problemas de hambre y de falta de seguridad alimentaria. Este último aspecto, de acuerdo con la FAO, no solamente involucra la disponibilidad de alimentos y capacidad de acceso a éstos, sino también el acceso a servicios básicos como la salud, el agua, el empleo, entre otros. En México existen serios problemas en la producción de alimentos. El principal alimento de los mexicanos, el maíz, del cual México es centro de origen, domesticación y diversificación, se importa de los Estados Unidos para satisfacer los requerimientos básicos. Grandes extensiones de la superficie agrícola del país tienen un destino distinto a la producción de maíz, la cual es mayormente llevada a cabo en las zonas campesinas. Junto a los problemas técnicos enumerados arriba, debemos señalar deficiencias en la planeación de las prioridades nacionales para la producción y los rezagos en la atención de las necesidades fundamentales. Políticas públicas para lograr la seguridad y la soberanía alimentaria son una necesidad de alta prioridad que ha sido soslayada por los gobiernos que han privilegiado las ganancias con respecto a las necesidades del país desde hace décadas.

No solo la producción agrícola adolece de una planeación inadecuada, problemas similares se aprecian en otros sectores. El sector pecuario ocupa cerca del 60% de la superficie total del país y ocupa el 7° lugar en la producción de proteína animal del mundo (Sagarpa, 2016), y sin embargo México es importador de productos cárnicos. El sector forestal sufre de condiciones similares, siendo México en el año 2000 el número 8 de los países con más bosques, sin embargo su balanza comercial en la producción de madera es negativa. Se importa alrededor del 87% de productos maderables, dejando 13% para exportación y manteniendo 30.6% de la producción dentro de un comercio nacional (Conafor, 2013). Para el 2014 el aprovechamiento forestal contribuyó con 18,369 millones de pesos (aproximadamente un 0.11% del PIB, Inegi, 2015); al mismo tiempo,

existe una deforestación por tala ilegal que afecta a los ecosistemas. Las concesiones a las compañías mineras cubren grandes extensiones, muchas de las cuales se encuentran ya en operación y numerosos proyectos invaden las áreas naturales protegidas. De esta actividad productiva se esperan cambios irreversibles que amenazan la vida de las generaciones presentes y futuras de mexicanos (Orozco, 2010). Una política pública que frene la voracidad de las compañías mineras en aras de mantener y recuperar áreas naturales fundamentales requiere políticas públicas enérgicas, de otra manera, el patrimonio natural de los mexicanos estará sosteniendo mezquinos intereses privados.

Desde el impulso de la Revolución Verde, las instituciones gubernamentales actuaron en concierto para implementar el programa mediante políticas públicas y la creación de instituciones *ad hoc*. Las redes de abasto de insumos químicos y semillas mejoradas, así como los sistemas de créditos financieros operaron a distintas escalas y aún hoy en día la inercia de esa política se encuentra vigente. En numerosas comunidades y regiones campesinas, la operación de estos programas significó el aumento en procesos de migración temporal, con el fin de obtener recursos monetarios para hacer frente a los pagos de créditos (Casas et al., 1994). Estos procesos migratorios han sido masivos desde hace décadas y pueden observarse en la actualidad. No solamente afectaron la vida comunitaria, rompiendo sus estructuras de funcionamiento tradicional, costumbres, prácticas de reciprocidad, destrucción de culturas entre numerosos aspectos sociales, sino que también favorecieron la inserción del narcotráfico en nuevas áreas (Guerrero, Oaxaca, Morelos) con respecto a las ya históricas promovidas durante la Segunda Guerra Mundial (Sinaloa, Sonora, Chihuahua). La migración temporal de ejidatarios y comuneros guerrerenses y oaxaqueños hacia las zonas agroindustriales de Sinaloa, Baja California y los Estados Unidos, ilustran el rumbo y la dimensión que adquirió este fenómeno que hoy en día representa niveles de violencia sin precedentes en el país. Hay signos de descomposi-

ción social sumamente alarmantes que tuvieron su origen en el proceso de modernización de la agricultura y en la obsesión por el aumento de la producción y ganancias agrícolas que, no obstante, no lograron su objetivo. El costo fue demasiado alto y la lección debe ser aprendida.

Políticas públicas y acciones para el manejo de la agrobiodiversidad

Aunque a lo largo del texto se han señalado algunos rubros sobre políticas públicas que el país requiere para atender la conservación, recuperación y aprovechamiento sustentable de la agrobiodiversidad, en este último apartado puntualizamos algunos aspectos que consideramos centrales. Las instituciones educativas y de investigación, así como aquellos esfuerzos intersecretariales como la Conabio deben centrar una especial atención en documentar, sistematizar y usar la información inventariada de los recursos, su ubicación espacial, su contexto ecológico y cultural, así como información sobre experiencias de manejo para la planeación y el uso de las prácticas de los pueblos mexicanos en el conocimiento y manejo de la agrobiodiversidad. La Conabio fue originalmente concebida como una institución dirigida a sistematizar información sobre el conocimiento y uso de la biodiversidad. Después de 25 años de trabajo ha dado pasos agigantados en el inventario de especies, su distribución geográfica e información ecológica de gran importancia para la conservación. Hoy en día posee bases de datos y sistemas de información de la mayor importancia a nivel mundial. Sin embargo, la sistematización sobre el uso de la biodiversidad y sobre todo de la agrobiodiversidad está aún muy limitado, y más aún la sistematización de las experiencias sobre el manejo de esa biodiversidad. Comienzan a realizarse esfuerzos para sistematizar la información sobre las principales plantas domesticadas, y es necesario apuntar que igualmente importante será dirigir esfuerzos hacia el universo de plantas y animales semi-domesticadas y silvestres,

que son los más numerosas. Como resultado de miles de años de experiencia, las culturas originarias del país saben acerca de sus propiedades, atributos y estrategias de aprovechamiento. Planearse un inventario de las prácticas de manejo de plantas, animales, hongos y microorganismos debe convertirse en una prioridad nacional. Es decir, de la misma manera que se han invertido esfuerzos en sistematizar información sobre biodiversidad, será un importante reto para las instituciones de investigación y la Conabio sistematizar y especializar la tecnología para su manejo; es decir, la agrobiodiversidad y su manejo. Este esfuerzo aportaría criterios concretos para desarrollar estrategias de manejo sustentable y acortar tiempos para el logro de esa meta.

Es pertinente advertir que tal esfuerzo requiere una cuidadosa revisión de los derechos de propiedad intelectual, de propiedad sobre los recursos y las medidas de protección pertinentes contra la biopiratería y el saqueo del patrimonio biocultural del país. Las industrias y corporaciones monopólicas transnacionales están ávidas de información sobre estos recursos y han encontrado en las investigaciones etnobiológicas y ecológicas fuentes primarias de información. Se requiere que la academia y las instituciones públicas como la Conabio regulen el acceso a la información y establezcan criterios compensatorios a los derechos de propiedad intelectual. Orientar la investigación científica como mecanismo de protección de derechos de propiedad intelectual de los pueblos de México es una tarea de la más alta prioridad.

Las políticas para promover los modelos tecnológicos deben replantearse, asimilando la vasta literatura crítica no solo en el ámbito tecnológico sino también en lo social y en lo político. Su implementación no solo no ha resuelto los problemas, sino que los ha agudizado. El deterioro severo de los ecosistemas en grandes extensiones, la desarticulación comunitaria, los procesos migratorios, la pobreza y desigualdad creciente, y la importación de alimentos son expresiones de la gran falla de ese sistema. Esta falla de ca-

rácter estructural pone en entredicho las nuevas tecnologías (entre ellas el uso de organismos genéticamente modificados) que aspiran a dar continuidad al modelo fallido, involucrando nuevos riegos para los ecosistemas y las sociedades. Una mayor apuesta a fortalecer los sistemas agroecológicos es indispensable para frenar y comenzar a resarcir el daño de los modelos fallidos. La investigación, las instituciones gubernamentales, las ONG y las organizaciones sociales pueden trabajar en concierto en un rumbo distinto al que se ha apostado principalmente desde el impulso de la modernización del país a mediados del siglo pasado y hasta el presente. Deben revisarse a fondo las políticas de conservación de la biodiversidad. Decretar áreas naturales protegidas no es suficiente para garantizar su conservación. Deben revisarse los criterios para proteger *in situ* los recursos genéticos de alta prioridad nacional, entre los cuales se encuentran los miles de especies referidas rápidamente en este capítulo. Los principales reservorios de diversidad genética de estos miles de especies se encuentran en los ecosistemas. Identificarlos y protegerlos con esta óptica ha estado presente, pero de forma marginal en las políticas de conservación y debe vigorizarse.

El inventario de tecnologías para el manejo de los recursos bióticos debe acompañarse con un esfuerzo nacional por documentar, sistematizar, especializar y utilizar en la planeación, los sistemas de producción agrícola, los agroforestales, los pecuarios y los forestales desarrollados por las culturas nacionales por miles de años. Esta estrategia no solamente es una deuda con los pueblos de México, sino también la base para una reconstrucción tecnológica que ha demostrado mayor eficacia que las tecnologías modernas en conciliar la producción con la conservación de agrobiodiversidad.

Las políticas públicas hacia la producción de alimentos y materias primas deben basarse en el conocimiento y aprovechamiento de la biodiversidad, su protección y el reconocimiento de los derechos de propiedad intelectual y territorial de las culturas que por miles de años los han desa-

rollado. Frente a la simplificación de los modelos productivistas hegemónicos, la mirada debe dirigirse hacia la diversidad de recursos ecosistemas y agroecosistemas moldeados por las también diversas culturas de México.

Referencias

- Alcorn, J. 1984. *Huastec Mayan Ethnobotany*. Austin, Texas: University of Texas Press.
- Altieri, M. y V. M. Toledo. 2011. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*. 38(3): 587-612.
- Ashworth, V. E. T. M., y M. T. Clegg. 2003. Microsatellite markers in avocado (*Persea americana* Mill.): genealogical relationships among cultivated avocado genotypes. *Journal of Heredity*. 94(5): 407-415.
- Ashworth, L., M. Quesada, A. Casas, R. Aguilar y K. Oyama. 2009. Pollinator-dependent food production in Mexico. *Biological Conservation*. 142(5): 1050-1057.
- Badii, M. H. y S. Varela. 2015. *Insecticidas organofosforados: efectos sobre la salud y el ambiente*. México: CULCYT, (cuaderno 28).
- Barnosky, A. D., N. Matzke, S. Tomiya, G. O. U. Wogan, B. Swartz, T. B. Quental, C. Marshall, J. L. McGuire, E. L. Lindsey, K. C. Maguire, B. Mersey y E. A. Ferrer. 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*. 471: 51-57.
- Bashan, Y., G. Holguin y L. E. de-Bashan. 2004. Azospirillum plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). *Canadian Journal of Microbiology*. 50: 521-577.
- Blancas, J., A. Casas, A. I. Moreno-Calles y J. Caballero. 2016. Cultural motives of plant management and domestication. En: Lira, R., A. Casas y J. Blancas (eds.), *Ethnobotany of Mexico. Interactions of peoples and plants in Mesoamerica*. Utrecht, Holanda: Springer, pp. 233-255.
- Boa, E. 2004. *Wild edible fungi*. Roma: FAO.
- Calderón-Mandujano, R. R. (2011) Estrategia para el manejo de anfibios sujetos a uso en México. En: Sánchez, O., P. Zamorano, E. Peters y H. Moya

- (eds.), *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México*. México: Semarnat/INE/UAT/UAEM, pp. 71-82.
- Brush, S. B. 2004. *Farmers' Bounty: Locating crop diversity in the contemporary World*. New Haven: Yale University Press.
- Caballero, J., A. Casas, L. Cortés y C. Mapes. 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. *Estudios Atacameños*. 16: 181-196.
- Campos-Salas, N., A. Casas, A. I. Moreno-Calles y M. Vallejo. 2016. Plant management in agroforestry systems of rosetophyllous forests in the Tehuacán Valley. *Economic Botany*. 70(3): 254-269.
- Casas, A., J. L. Viveros y J. Caballero. 1994. *Etnobotánica mixteca: sociedad, cultura y recursos naturales en la Montaña de Guerrero*. México: Instituto Nacional Indigenista/Conaculta.
- Casas, A., J. Caballero, C. Mapes y S. Zárate. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México (Botanical Sciences)*. 61: 31-47.
- Casas, A., A. Otero-Arnaiz, E. Pérez-Negrón y A. Valiente-Banuet. 2007. In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany*. 100(5): 1101-1115.
- Casas A., J. Blancas, A. Otero-Arnaiz, J. Cruse-Sanders, R. Lira, A. Avendaño, F. Parra, S. Guillén, C. J. Figueredo, I. Torres-García y S. Rangel-Landa. 2016. Evolutionary ethnobotanical studies of incipient domestication of plants in Mesoamerica. En: Lira, R., A. Casas y J. Blancas (eds.), *Ethnobotany of Mexico. Interactions of peoples and plants in Mesoamerica*. Utrecht, Holanda: Springer, pp. 257-285.
- Casas, A., y F. Parra. 2016. Capítulo 1. El manejo de recursos naturales y ecosistemas. La sustentabilidad en el manejo de recursos genéticos. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.), *Domesticación y en el Continente Americano. Volumen 1. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina, pp. 25-50.
- Casas, A. y D. Velásquez-Milla. 2016. Capítulo 3. Erro-
 sión genética. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.), *Domesticación y en el Continente Americano. Volumen 1. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina, pp. 75-95.
- Casas, A., A. I. Moreno-Calles, M. Vallejo y F. Parra. 2016a. Importancia actual y potencial de los recursos genéticos. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.), *Domesticación y en el Continente Americano. Volumen 1. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina, pp. 51-74.
- Casas A., J. Blancas, A. Otero-Arnaiz, J. Cruse-Sanders, R. Lira, A. Avendaño, F. Parra, S. Guillén, C. J. Figueredo, I. Torres-García y S. Rangel-Landa. 2016b. Evolutionary ethnobotanical studies of incipient domestication of plants in Mesoamerica. En: Lira, R., A. Casas y J. Blancas (eds.), *Ethnobotany of Mexico. Interactions of peoples and plants in Mesoamerica*. Utrecht, Holanda: Springer, pp. 257-285.
- Casas, A., F. Parra, J. Blancas, S. Rangel-Landa, M. Vallejo, C. J. Figueredo y A. I. Moreno-Calles. 2016c. Capítulo 7. Origen de la domesticación y la agricultura: cómo y por qué. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (Eds.), *Domesticación y en el Continente Americano. Volumen 1. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina, pp. 189-223.
- Casas, A., F. Parra, S. Rangel-Landa, J. Blancas; M. Vallejo, A. I. Moreno-Calles, S. Guillén, I. Torres-García, A. Delgado-Lemus, E. Pérez-Negrón, C. J. Figueredo, J. M. Cruse-Sanders, B. Farfán-Heredia, L. Solís, X. Aguirre, A. Otero-Arnaiz, H. Alvarado-Sizzo y A. Camou. 2017(a). Manejo y domesticación de plantas en Mesoamérica. Una estrategia de investigación y estado del conocimiento sobre los recursos genéticos de México. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.), *Domesticación en el Continente Americano. Volumen 2. Perspectivas*

- de investigación y manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. Morelia, Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina/CONACYT, pp. 69-102.
- Casas, A., F. Parra, I. Torres, S. Rangel-Landa, M. Zarázúa y J. Torres-Guevara. 2017(b). Patrones continentales de domesticación. Perspectivas para el estudio y manejo de recursos genéticos. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.), *Domesticación en el Continente Americano. Volumen 2. Perspectivas de investigación y manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. Morelia, Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina/CONACYT, pp. 537-570.
- Chávez-Pesqueira, M. y J. Núñez-Farfán. 2017. Domestication and genetics of papaya: A review. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 5: 155. doi: 10.3389/fevo.2017.00155
- Colunga-GarcíaMarín, P., D. Zizumbo-Villarreal, I. Torres, A. Casas, A. Delgado Lemus, C. J. Figueroa, S. Rangel-Landa, L. Eguiarte, X. Aguirre-Dugua, O. Vargas y D. Cabrera-Toledo. 2017. Los agaves y las prácticas mesoamericanas de aprovechamiento, manejo y domesticación. Capítulo 11 En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.), *Domesticación en el Continente Americano. Volumen 2. Perspectivas de investigación y manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. Morelia, Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina/CONACYT, pp. 273-310.
- Crowley, E., L. Collette, E. Dulloo, J. Mulongoy, J. Scout, S. Mathur y N. O. Haddad. 2007. *Agricultura y desarrollo rural sostenible (ADRS). Sumario de política*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA).
- DeClerck, F. A., R. L. Chazdon, K. D. Holl, J. C. Milder, B. Finegan, A. Martínez-Salinas, P. Imbach, L. Canet y R. Zayra. 2010. Biodiversity conservation in human-modified landscapes of Mesoamerica: Past, present, and future. *Biodiversity Conservation*. 143: 2301-2313.
- Donkin, R. A. 1989. *The Muscovy Duck, Cairina moschata domestica. Origins, dispersal and associated aspects of the geography of domestication*. Rotterdam: A. A. Balkema.
- FAO. 1999. *Agricultural biodiversity, multifunctional character of agriculture and land conference. Background Paper 1*. Maastricht, Holanda.
- FAO. 2016. *Agricultura sostenible y biodiversidad. Un vínculo indisociable*. Roma: FAO. <http://www.fao.org/publications/es/>
- FAOSTATS México. 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#country/138>
- Foley, J. A., R. DeFries, G. P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S. R. Carpenter, F. S. Chapin, M. T. Coe, G. C. Daily, H. K. Gibbs, J. H. Helkowski, T. Holloway, E. A. Howard, C. J. Kucharik, C. Monfreda, J. A. Patz, I. C. Prentice, N. Ramankutty y P. K. Snyder. 2005. Global consequences of land use. *Science*. 309, 570-574.
- Galindo-Tovar, M. E., A. M. Arzate-Fernández, N. Ogata-Aguilar y I. Landero-Torres. 2007. The avocado (*Persea americana*, Lauraceae) crop in Mesoamerica: 10,000 years of history. *Harvard Papers in Botany*. 12(2): 325-334.
- Garibay-Orijel, R. y F. Ruan-Soto. 2014. Listado de los hongos silvestres consumidos como alimento tradicional en México. En: Moreno-Fuentes, A. y R. Garibay-Orijel (eds.), *La Etnomicología en México. Estado del Arte. Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural*. México: (Conacyt)-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-Instituto de Biología (UNAM)-Sociedad Mexicana de Micología-Asociación Etnobiológica Mexicana, A.C.-Grupo Interdisciplinario para el Desarrollo de la Etnomicología en México-Sociedad Latinoamericana de Etnobiología.
- Chazdon, R. L. 2003. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics*. 6: 51-71.
- Gómez-Pompa, A., J. S. Flores y V. Sosa. 1987. The "pet kot": a man-made tropical forest of the maya. *Interiencia*. 12: 10-15.
- González-Jácome, A., 1993. Management of land, wa-

- ter and vegetation in traditional agro-ecosystems in central Mexico. *Landscape and Urban Planning*. 27: 141-150.
- Green, R. E., S. J. Cronell, Scharlemann and Balmford. 2005. Farming and the fate of wild nature. *Science*. 307: 550-555.
- Groube, L., 1989. The taming of the rain forest: a model for late Pleistocene forest exploitation in New Guinea. En: Harris, D. R. y G. C. Hillman (eds.), *Foraging and farming. The evolution of plant exploitation*. Londres: Unwin Hyman, pp. 292-304.
- Harlan, H. R. y M. L. Martini. 1936. *Problems and results of barley breeding*. USDA Year-Book of Agriculture Washington: US Government Printing Office, pp. 303-346.
- Harlan, J., 2005. *Crops and man*. Madison: American Society of Agronomy.
- Hernández-Xolocotzi, E. 1993. Aspects of plant domestication in Mexico: a personal view. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa, *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press, pp. 733-753.
- Heywood, V., A. Casas, B. Ford-Lloyd, S. Kell y N. Maxted. 2007. Conservation and sustainable use of crop wild relatives. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 121(3): 245-255.
- Inegi. 2005. Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación: escala 1:250 000. Serie III (continuo nacional).
- Kritsky, G. 2017. Beekeeping from Antiquity through the Middle Ages. *Annual Review of Entomology*. 62: 249-264.
- Linares M. E. y R. Bye. 2015. Las especies subutilizadas de la milpa. *Revista Digital Universitaria*. 16(5): 22.
- Lubinsky, P., S. Bory, J. Hernández-Hernández, K. Seung-Chul y A. Gómez-Pompa. 2008. Origins and Dispersal of Cultivated Vanilla (*Vanilla planifolia* Jacks. [Orchidaceae]). *Economic Botany*. 62: 127.
- MacNeish 1967. A summary of the subsistence. En: Byers, D. (ed.), *The prehistory of the Tehuacan Valley. Vol. 1. Environment and Subsistence*. Austin: University of Texas Press.
- Mariaca-Méndez R. 2017. Capítulo 20. Avances en el estudio de la fauna de los traspatios familiares en el sureste de México. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.), *Domesticación en el Continente Americano. Volumen 2. Perspectivas de investigación y manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. Morelia, Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina/CONACYT, pp. 475-507.
- Martínez-Carrera, D., D. Nava, M. Sobal, M. Bonilla y Y. Mayett. 2005. Marketing channels for wild and cultivated edible mushrooms in developing countries: the case of Mexico. *Micología Aplicada Internacional*. 17(2): 9-20.
- Martínez-Carrera, D., N. Curvetto, M. Sobal, P. Morales y V. M. Mora (eds.). 2010. *Hacia un desarrollo sostenible de la producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: avances y perspectivas*. Puebla, México: Red latinoamericana de hongos comestibles y medicinales. Colpos, UNS, CONACYT, AMC, UAEM, IMINAP.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being. Biodiversity synthesis*. Washington: World Resources Institute.
- Moreno-Calles, A., A. Casas, J. Blancas, I. Torres, E. Pérez-Negrón, J. Caballero, O. Maser y L. García-Barrios. 2010. Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: the case of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central Mexico. *Agroforestry Systems*. 80(3): 315-331.
- Moreno-Calles, A., A. Casas, E. García-Frapolli e I. Torres. 2012. Agroforestry systems of the multi-crop "milpa" and "chichipera" cactus forest in the arid Tehuacán Valley, Mexico: their management and role in people's subsistence. *Agroforestry Systems*. 84(2): 207-226.
- Moreno-Calles, A. I., V. M. Toledo y A. Casas. 2013. Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*. 91(4): 375-398.
- Moreno Calles, A. I., A. Casas, M. Vallejo y V. M. Toledo (eds.). 2016a. *Etnoagroforestería en México*. México: UNAM.
- Moreno-Calles A. I., A. Casas, A. D. Rivero-Romero, Y. A. Bautista-Romero, D. Garrido-Rojas, R. A. Fisher, F. Alvarado-Ramos, S. Rangel-Landa, M. Vallejo-Ramos y D. Santos-Fita. 2016b. Ethnoagroforestry: Integration of biocultural diversity for

- food sovereignty in Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 12: 54.
- Moreno-Fuentes, A. y Garibay-Orijel, R. 2014. *La Etnomicología en México. Estado del Arte*. México: Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural (CONACYT)-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-Instituto de Biología (UNAM)-Sociedad Mexicana de Micología-Asociación Etnobiológica mexicana, A.C.-Grupo Interdisciplinario para el Desarrollo de la Etnomicología en México-Sociedad Latinoamericana de Etnobiología.
- Nair, P. K. R. 2011. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. *Journal of Environmental Quality*. 40: 784-790.
- Ortiz-Galindo, J. y H. Ríos-Bolívar. 2013. La pobreza en México, un análisis con enfoque multidimensional. *Revista Análisis Económico*. XXVIII(69): 189-218.
- Orozco, C. G. 2010. Paisajes de acumulación minera por desposesión campesina en el México actual. *Ecología política de la minería en América Latina*. 133.
- Orozco-Ramírez, Q., J. Odenthal, M. y Astier. 2017. Maize diversity in Pátzcuaro, Michoacán, Mexico, and its relationships with environmental and social factors. *Agrociencia*. 51(8): 867-884.
- Parra, F., A. Casas, J. Peñalosa-Ramírez, A. C. Cortés-Palomec, V. Rocha-Ramírez y A. González-Rodríguez. 2010. Evolution under domestication: Ongoing artificial selection and divergence of wild and managed *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) populations in the Tehuacán Valley, Mexico. *Annals of Botany*. 106: 483-496.
- Parra, F. y A. Casas. 2016. Origen y difusión de la domesticación y la agricultura en el Nuevo Mundo. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (Eds.). *Domesticación y en el Continente Americano. Volumen 1. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina, pp. 159-184.
- Pedraza, R. O., K. R. S. Teixeira, A. Fernández-Scavino, I. García de Salamone, B. E. Baca, R. Azcón, V. L. D. Baldani y R. Bonilla. 2010. Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Revista Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 11(2): 155-164.
- Phalan, B., M. Onial, A. Balmford y R. E. Green. 2011. Conservation: Model management intensity: Response. *Science*. 334: 594-595.
- Ramos-Elorduy J. y J. L. Viejo-Montesinos. 2007. Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Biología*. 102(1-4): 61-84.
- Reyes-González, A., A. Camou-Guerrero, O. Reyes-Salas, A. Argueta y A. Casas. 2014. Diversity, local knowledge and use of stingless bees (Apidae: Meliponini) in the Balsas River Basin of Michoacán, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 10: 47.
- Sagarpa. 2016. Se consolida México como el séptimo productor de proteína animal en el mundo. <http://www.Sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2014B1028.aspx>
- Smith, E. 1967. Plant remains. En: Byers, D. (ed.), *The prehistory of the Tehuacan Valley. Vol. 1. Environment and Subsistence*. Austin: University of Texas Press.
- Smythe, N. y O. Brown de Guanti. 1995. La domesticación y cría de la paca (Agouti paca). Roma: FAO.
- Minnis, P. E., M. E. Whalen, J. H. Kelley y J. D. Steward. 1993. Prehistoric macaw breeding in the North American Southwest. *American Antiquity*. 58(2): 270-276.
- Sugiyama, N., A. D. Somerville y M. J. Schoeninger. 2015. Stable isotopes and zooarchaeology at Teotihuacan, Mexico reveal earliest evidence of wild carnivore management in Mesoamerica. *PLoS ONE* 10(9): e0135635. doi: 10.1371/journal.pone.0135635
- Tscharntke, T., Y. Clough, S. A. Bhagwat, D. Buchori, H. Faust, D. Hertel, D. Hölscher, J. Jührbandt, M. Kessler, I. Perfecto, C. Scherber, G. Schroth, E. Veldkamp y T. C. Wanger. 2011. Multi-functional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes – a review. *Journal of Applied Ecology*. 48: 619-629.
- Tamang J. P. y K. Kailaspathy (eds.). 2010. *Fermented foods and beverages of the world*. Nueva York: CDRC Press, Taylor and Francis Group.
- Toledo, V. M. (ed.). 2015. *El Kuojtakiloyan. Patrimonio*

- nio biocultural náhuat de la Sierra Norte de Puebla, México*. México: Red de Patrimonio Biocultural, Conacyt/UNAM.
- Torres-Guevara, J., F. Parra y A. Casas. 2017. Panorama de los recursos genéticos en Perú. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.), *Domesticación en el Continente Americano. Volumen 2. Perspectivas de investigación y manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. Morelia, Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina/CONACYT, pp. 103-134.
- Vallejo M., A. Casas, J. Blancas, A. I. Moreno-Calles, L. Solís, S. Rangel-Landa, P. Dávila y O. Téllez. 2014. Agroforestry systems in the highlands of the Tehuacán Valley, Mexico: Indigenous culture and biodiversity conservation. *Agroforestry Systems*. 88(1): 125-140.
- Vallejo, M., A. Casas, E. Pérez-Negrón, A. I. Moreno-Calles, P. Dávila, O. Téllez y O. Hernández-Ordoñez. 2015. Agroforestry systems of the lowland alluvial valleys of Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve: An evaluation of their biocultural capacity. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 11: 8.
- Vallejo, M., A. Casas y A. I. Moreno-Calles. 2016. TEK and biodiversity management in agroforestry systems of different socioecological contexts of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 12: 31.
- Vallejo, M., I. Ramírez, A. Casas, A. Reyes y J. López. 2018. Cambios en la distribución de sistemas agroforestales en el paisaje del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Revista Ecosistemas* (en prensa).
- Vandermeer, J. e I. Perfecto. 2007 The agricultural matrix and the future paradigm for conservation. *Conservation Biology*. 21: 274-277.
- Vavilov, N. I. 1992. *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Velásquez-Milla, D., A. Casas, J. Torres-Guevara y A. Cruz-Soriano. 2016. Capítulo 4. Erosión Genética en comunidades andinas tradicionales. Factores ecológicos y socioculturales que influyen en la pérdida y conservación de agrobiodiversidad. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (Eds.). *Domesticación y en el Continente Americano. Volumen 1. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina, pp. 97-131.
- Wacher, C., G. Díaz-Ruiz y J. P. Tamang. 2010. Fermented vegetable products. En: Tamang J. P. y K. Kailaspathy (eds.), *Fermented foods and beverages of the world*. Nueva York: CRC Press, Taylor and Francis Group, pp. 149-190.
- Wasson, R. G. 1976. *María Sabina and her Mazatec mushroom velada*. Nueva York: Harcourt.
- Wendel, J. G., C. L. Brewbaker y T. Seelanan. 2010. The origin and evolution of *Gossypium*. En: Stewart, J. M. et al. (eds.), *Physiology of cotton*. Holanda: Springer, pp. 1-18.
- Wheeler, J. 2017. Evolución y domesticación en los camélidos sudamericanos. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.), *Domesticación en el Continente Americano. Volumen 2. Perspectivas de investigación y manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. Morelia, Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina/CONACYT, pp. 193-216.
- Wegier, A., A. Alavez y D. Piñero. 2016. Cotton: traditional and modern uses. En: Lira, R., A. Casas y J. Blancas (eds.), *Ethnobotany of Mexico. Interactions of peoples and plants in Mesoamerica*. Holanda: Springer.
- Zarazúa, M. 2016. Del guajolote a las chichatanas. Uso, manejo y domesticación de recursos genéticos animales en Mesoamérica. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (Eds.). *Domesticación y en el Continente Americano. Volumen 1. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina, pp. 283-316.



Las condiciones de la biodiversidad: diagnóstico y política pública

María del Coro Arizmendi (coordinadora)
Ana Escalante, Maya Rocha Ortega, Alex Córdoba Aguilar,
Rafael Lira Saade, Oswaldo Téllez Valdés, Patricia Dávila Aranda,
Carlos Muench, Gerardo Ceballos, Andrés García y Pedro Álvarez-Icaza



Introducción: la biodiversidad en México y su concepción como capital natural

María del Coro Arizmendi

El estudio, conocimiento y uso sustentable de la biodiversidad y los servicios ecosistemas que derivan de ella tomaron una relevancia sin precedente en los años 80 del siglo pasado. Desde entonces se reconoció que la naturaleza expresada en sus diversos niveles de organización desde los bancos de germoplasma hasta los ecosistemas no son asuntos separados de las sociedades humanas. Al contrario, la dureza de los datos científicos probó que la vulnerabilidad de sociedades humanas está ligadas a la condición de la biodiversidad. Bajo este irrefutable principio se iniciaron una serie de grandes conferencias que detonaron acuerdos de alcance mundial donde la gran mayoría de los países se comprometieron a documentar el estado del arte de su biodiversidad y dar alternativas de uso sustentable sin poner en riesgo el destino de las generaciones futuras. México no fue la excepción y desde la cumbre de Río, realizada en 1992, el gobierno mexicano ha sido uno de los más asiduos signatarios de acuerdos en pro de la conservación y uso sustentable de lo que hoy acuñamos como el capital natural de México.

El esfuerzo más significativo y sintético de México se refleja en la ardua labor realizada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Conabio). A la fecha se estima que conocemos el 98% de las especies de los grupos de vertebrados, el 90% de las plantas vasculares y los grupos de invertebrados y hongos entre otros de tamaños minúsculos aún distan mucho de ser inventariados en su totalidad. También sabemos que las tasas de pérdida tanto de hábitats naturales como de las especies nativas no tienen precedente ni forma de diezmar su tendencia negativa. Por ejemplo, se estima que hay 56 especies extintas de México de vertebrados; más del 45% de la superficie del país se encuentra en una condición de erosión y otro 25% en alguna condición de disturbio. A

pesar de que es reconocida la relevancia de México como banco de germoplasma mundial, no cuenta con una estrategia nacional que permita garantizar la conservación de al menos un porcentaje significativo del legado tanto natural como derivado de los milenios de domesticación de plantas y animales que hoy día sostienen la economía y son la base alimentaria de una parte significativa de las sociedades modernas más allá de las fronteras nacionales.

El esfuerzo de conservación del capital natural mexicano basado en una política de áreas naturales protegidas ha probado ser ineficaz e insuficiente. Las más de 30 millones de hectáreas bajo algún tipo de protección, que representan el 13% del territorio nacional, dejan muchas lecciones. La primera es que el resguardo de los bancos más relevantes de biodiversidad y servicios ambientales está en manos de comunidades indígenas en su mayoría grupos étnicos marginados y lejos de ser contribuyentes significativos en las escales de indicadores macro-económicos. Por ejemplo, las fuentes de agua, los servicios de regulación térmica y de captura de carbono pueden ser sostenibles únicamente si se mira a las comunidades indígenas como aliadas.

México alberga cerca del 12% de la biodiversidad del planeta y por eso es listado como uno de los diez países con mayor diversidad biológica del mundo. Esto constituye una fuente de riqueza y oportunidades, genera invaluable e insustituibles bienes servicios ambientales y contribuye a la resiliencia en términos locales, regionales y globales. Su (mal)uso, afecta a la sociedad por sus graves implicaciones sociales, culturales, económicas y políticas.

México es también un país de enorme riqueza cultural, de la que destacan los conocimientos tradicionales y locales acerca del manejo y conservación de los recursos y sistemas naturales. La diversidad y fuerza de las prácticas y conocimientos de los pueblos y comunidades mexicanas sobre su entorno natural es la base de la existencia de una importante agrobiodiversidad, de numerosas plantas útiles de las cuáles México es centro

de origen, domesticación o diversificación. A pesar de su enorme valor, este conocimiento no está bien documentado ni se valora en su justa medida como fuente de prácticas sostenibles. Otro aspecto del bagaje cultural de muchas comunidades de México son sus prácticas de protección de los sistemas naturales, territorios y recursos. En el sur y centro del país son numerosas las comunidades y ejidos que cuentan con áreas de protección de los manantiales, de conservación de la flora y la fauna y que llevan a cabo constantemente prácticas de control de incendios forestales, plagas y extracciones clandestinas. Estas comunidades desempeñan un papel central en la conservación de importantes áreas naturales. Las prácticas de conservación y protección conviven con diversas experiencias de uso sustentable de los recursos, entre ellas, el aprovechamiento forestal comunitario, el cultivo del café y cacao de sombra, la apicultura y el turismo a pequeña escala. No obstante, las comunidades rurales, quienes conciben a la biodiversidad como su único patrimonio, son las más desfavorecidas por las políticas públicas ambientales, dado que la visión de Estado se centra en dar un valor en esferas macroeconómicas, cuando se trata de temas que tienen preponderancia en las economías de base.

En las pasadas décadas, como consecuencia de políticas de desarrollo ajenas a la preocupación por el uso sustentable, la conservación de la riqueza natural del país y la calidad de vida de sus habitantes, la degradación y agotamiento de los sistemas naturales ha llegado en distintas regiones a escenarios cercanos al “desastre ambiental”, expresado en emigración masiva, calamidades colectivas por inundaciones, deslaves y usufructos ilegales, lo que en conjunto conlleva pérdidas importantes del capital natural y cultural, así como la debilitación de los sistemas de gobierno locales.

Si bien el ritmo de la deforestación, como un indicador directo de la pérdida del patrimonio bio-cultural, ha disminuido en muchas regiones, continúa siendo de los más altos a nivel mundial. En años recientes la degradación ambiental se ha

relacionado con procesos de cambio de uso del suelo para actividades agroindustriales con altos insumos de agrotóxicos a gran escala (plantaciones de aguacate, mango, limón, naranja, frutillas, palma *jatropha* y de soya, por mencionar algunos), con aprovechamientos ilegales y con la construcción de grandes desarrollos turísticos y explotaciones mineras que en conjunto desarticulan a las comunidades sociales oriundas que han sido los salvo-guardianes de la riqueza nativa del país.

Junto a la deforestación, procesos como la contaminación de los ecosistemas y la introducción de especies invasoras son causas directas de la pérdida de la biodiversidad, al provocar la fragmentación de los sistemas naturales, el aislamiento de distintas especies y poblaciones, el incremento de las tasas de extinción de especies, dando lugar a un deterioro profundo de los sistemas de soporte de la vida en el planeta.

En el caso de las costas y aguas marinas patrimoniales de México, la pesca extractiva sin control sigue siendo una práctica común que ya ha extinguido a un gran número de especies, como la vaquita marina en el Alto Golfo de California. Prevalcen “artes de pesca” muy agresivas para el balance ecológico marino, lejanas al manejo sustentable de esta riqueza.

Las dinámicas que generan degradación ambiental son complejas; entre ellas se encuentran el crecimiento urbano sobre áreas naturales, las presiones de los mercados sobre distintos recursos naturales, prácticas agrícolas, mineras y de desarrollo turísticos con altos impactos ambientales. Es importante conocer la magnitud de estos problemas y de sus consecuencias, asegurando el acceso público a esta información, de modo que sea posible establecer estrategias de participación ciudadanas, políticas públicas y legislación capaces de detener y revertir estas condiciones.

El manejo responsable y la conservación de la biodiversidad son temas complejos, prioritarios y urgentes. El éxito de estas tareas depende de las capacidades académicas, políticas y sociales para integrar una agenda de conservación y desarrollo

sustentable atenta a los aspectos biológicos, económicos y sociales de los problemas socioambientales y de las políticas para atenderlos. En México, la conservación de los sistemas de soporte de vida del planeta va de la mano con la construcción de una sociedad más participativa y equitativa.

Propuestas

La importancia económica, social, estética y cultural del capital natural de México debe ser reconocida de manera explícita como un eje articulador de calidad de vida y fuente de bienes y servicios ambientales irremplazables.

La atención al cambio climático debe alinearse con la labor de salvaguardar el capital natural y el conocimiento y las tradiciones milenarias asociadas a los sistemas productivos tradicionales de México como centro de origen, reservorio de diversidad genética y centro de domesticación. Este esfuerzo implica recuperar los sistemas de manejo diversificado como la milpa y las aportaciones de la agricultura familiar y de pequeña escala, como recomienda la FAO, ya que aporta hasta el 80% de la alimentación del mundo. Esta medida es la mejor política de adaptación al cambio climático en el terreno de la soberanía alimentaria.

El conocimiento y uso sustentable del capital natural de México debe ser un tema obligatorio en la estructura curricular del sistema educativo para buscar la generación de una nueva cultura sustentable.

El uso sustentable del capital natural es un tema prioritario que implica una regulación más estricta para el aprovechamiento de los bienes públicos naturales (los recursos hidrológicos y del subsuelo) y no puede estar subordinado a los intereses del capital financiero que responde a tendencias de mercados globales. De ahí la importancia de los órganos autónomos de gestión pública en materia ambiental, evitando la permisividad por parte de las instituciones de gobierno y su subordinación a intereses económicos contrarios al bien común.

El uso sustentable del capital natural debe basarse en alianzas entre las distintas instituciones del Estado y la sociedad. Alianzas público-comunitarias con énfasis en el México rural. Alianzas público-privadas que aprovechen esquemas de empresas con responsabilidad social ambiental, con ideas innovadoras, así como con Pymes comprometidas con la sustentabilidad socioambiental de México. Y alianzas con la comunidad científica para promover programas de investigación interdisciplinarios que atiendan los problemas socio-ambientales urgentes de la realidad nacional.

Se deben priorizar los marcos legales que operen a favor de los procesos de sustentabilidad y, de ser necesario, crear nuevas leyes al amparo de los derechos de nueva generación, los DESCA (derechos, económicos, sociales, culturales y ambientales), valorar las virtudes de nuestro andamiaje legislativo en el sector ambiental y, desde la transversalidad, repensar la reforma energética, la ley de cambio climático, la capacidad de instituciones federales, estatales y locales competentes en el tema, para que sean más efectivas e incluyentes en todos los ámbitos de la vida nacional.

El sistema de áreas naturales protegidas (ANP) de México debe ser revisado para transformarlo en un tema de apropiación local y regional con fines de reservas patrimoniales que son resguardadas por actores sociales locales con jurisdicción histórica, cultural y legal de los territorios en cuestión. Las ANP deben concebirse como bancos de germoplasma de propiedad colectiva y laboratorios generadores de conocimiento con impactos de usos sustentables más allá de sus fronteras.

Detonar una política de disminución de la huella ecológica del país mediante el aumento del consumo de bienes locales y nacionales, con cadenas de valor que activen y fortalezcan las economías locales, basadas en el ahorro en el traslado de personas productos y servicios.

Dar respaldo a esquemas internacionales de apoyo financiero y técnico a la sustentabilidad y la conservación (por ejemplo, el *Global Environmental Facility*, la Agenda 2030, y la Banca internacional para el desarrollo).

Biodiversidad de microorganismos y su impacto en el funcionamiento ecosistémico y la sostenibilidad

Ana Escalante

Las ciencias de la sostenibilidad constituyen en su conjunto un cuerpo de conocimiento que se dirige a lograr el entendimiento de cómo los procesos socioambientales (o socio-ecológicos) afectan los sistemas de soporte de la vida en la Tierra (Steffen et al., 2015) y, con ello, el bienestar de las generaciones tanto del presente como del futuro (Kates et al., 2011).

Así, la sostenibilidad es un precepto que norma las conductas para lograr la persistencia de los sistemas de soporte de vida y la distribución justa de los recursos para satisfacer las necesidades humanas y del entorno no humano, en el corto y largo plazo (Dobson, 1998). Por lo tanto, se ha sugerido que el concepto de sostenibilidad da marco a otros conceptos, como “servicios” o “funcionamiento” ecosistémico como herramienta para regular las obligaciones sociales hacia:

- i. las generaciones presentes y futuras, y
- ii. el ambiente (Abson et al., 2014).

Problemas de sostenibilidad

Las actividades humanas han generado problemas que afectan negativamente los sistemas de soporte de vida, poniendo en riesgo el bienestar presente y futuro de las sociedades. Actualmente, la humanidad enfrenta diferentes retos urgentes y complejos que se manifiestan como síndromes del cambio global (Lüdeke et al., 2004), todos relacionados con el soporte de vida en la Tierra (Steffen et al., 2015) y que se han agrupado en los denominados problemas de sostenibilidad, asociados con la agricultura, el agua, la energía, la contaminación, la salud y la biodiversidad (Kates et al., 2011).

Sistemas socioambientales y su estudio para la sostenibilidad

El concepto de sistemas socio-ecológicos (SSE) o socioambientales (usados aquí indistintamente) deriva del hecho de que pocos ecosistemas, tal vez ninguno, existen hoy libres de la influencia humana. Los paisajes cambian constantemente, debido a acciones naturales y antropogénicas, lo que impacta la funcionalidad de los ecosistemas en el sentido de la provisión de sistemas de soporte de vida (servicios ecosistémicos). Así, hay reciprocidad entre las acciones humanas como agentes de cambio ecológico y las consecuencias ecosistémicas, al influir estas últimas en las decisiones humanas sobre el uso y manejo de los ecosistemas (Bennet et al., 2015). Los sistemas productivos (e.g. agropecuarios y energéticos) son paradigmáticos de esta interacción recíproca y revelan cómo los ciclos de decisiones, con las consecuentes alteraciones ecosistémicas, llevan a su vez a un nuevo ciclo de decisiones. El reconocimiento de la influencia recíproca de la humanidad con el ambiente y los servicios ecosistémicos ha hecho que, en la actualidad, se reconozca que, en la mayoría de los ecosistemas, la estructura y funcionalidad son influidas de manera incluso primaria, por los desarrollos tecnológicos, las percepciones y los comportamientos de las sociedades, por lo que es más apropiado pensar y referirse a SSE (Zurlini et al., 2008).

El reconocimiento de los SSE lleva, entre otras cosas, a la necesidad de comprender su comportamiento y, en referencia al precepto de sostenibilidad, usar este conocimiento para la transformación de los sistemas hacia estados de bienestar, resiliencia y adaptabilidad. Como parte de esta comprensión, es indispensable investigar los mecanismos de acoplamiento de los subsistemas social y ecológico (figura 1), por ejemplo, la contribución relativa de la influencia humana y “natural” en la funcionalidad y cambios ecosistémicos, o bien, las motivaciones de la toma de decisiones (Zurlini et al., 2008). Así, este conocimiento empírico requiere investigación desde

y más allá de las disciplinas científicas, en el entendido de una intencionalidad del conocimiento generado para el manejo adaptativo de los SSE (Wise et al., 1998).

Consecuencias funcionales de cambios en la biodiversidad en sistemas socioambientales

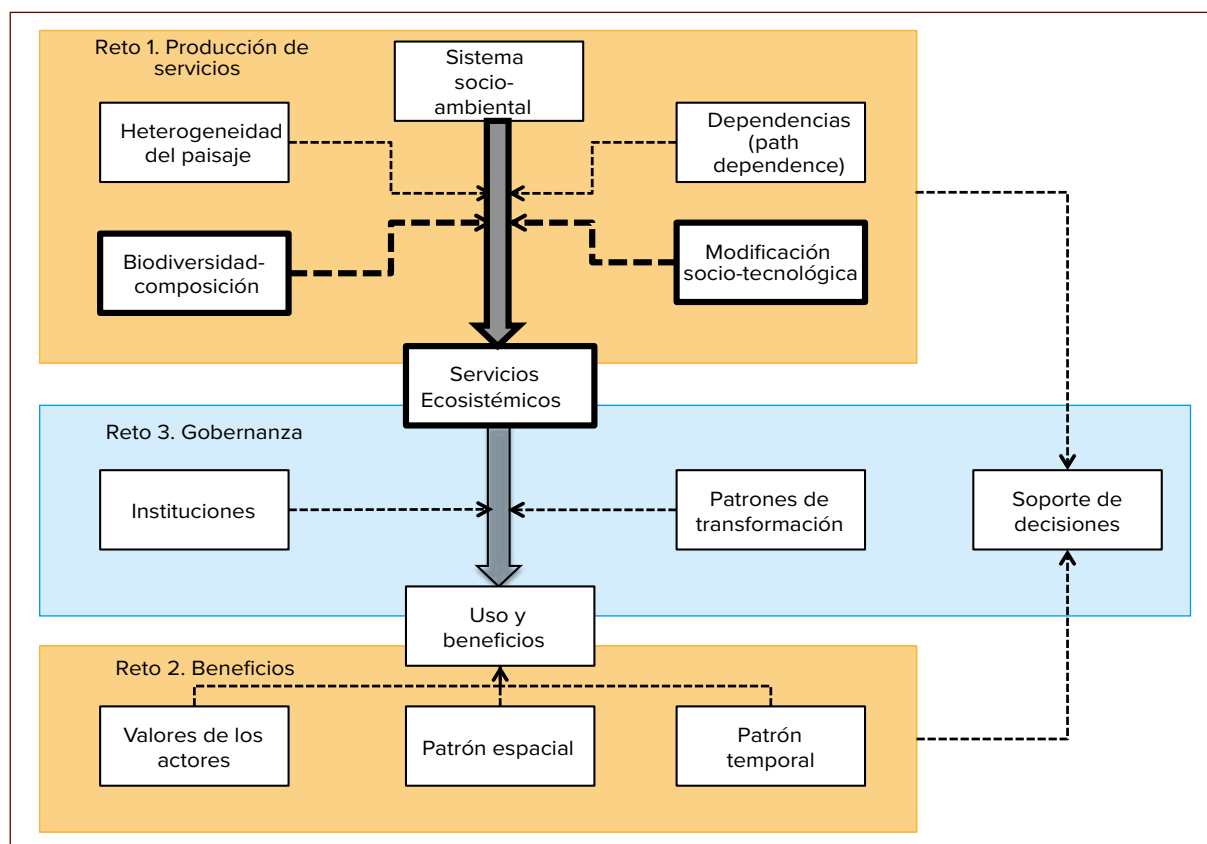
En los escenarios actuales de intervención antropogénica en los ecosistemas, la conservación y el manejo de los recursos naturales pasan de ser puramente estéticos o éticos hacia algo pragmático: la pérdida de diversidad biológica, funcional y de respuesta puede llevar a la vulnerabilidad, la imposibilidad de provisión de servicios ecosistémicos y, en consecuencia, a regímenes socio-ecológicos degradados (Homer-Dixon y Blitt, 1998), reduciendo su capacidad adaptativa y de resiliencia, lo que pone en peligro los sistemas de soporte de vida y la sostenibilidad de los SSE (Bengston et al., 2002). De este modo, es necesario no solo investigar la biodiversidad, sino también los mecanismos que la conectan con la funcionalidad ecosistémica y su potencial de adaptación.

Servicios ecosistémicos como herramienta para la toma de resoluciones hacia la sostenibilidad

Las consecuencias de las alteraciones ambientales antropogénicas en la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas requieren de investigación sobre cómo manejar los SSE para su sostenibilidad, logrando mantener el soporte de la vida mediante la provisión de servicios ecosistémicos (Bennett et al., 2015), equivalentes con funcionalidad ecosistémica.

Se han propuesto distintas aproximaciones para entender el potencial del concepto de servicio ecosistémico y establecer las características de manejo de los SSE para el bienestar sostenible (Bennett et al., 2015; *Millenium Ecosystem Assess-*

Figura 1. Marco conceptual para el diagnóstico. Retos para entender la relación que guardan biodiversidad, servicios ecosistémicos y bienestar humano en diseño de estrategias para la sostenibilidad de los SSE: 1) Entender cómo los servicios ecosistémicos son coproducidos por los SSE, 2) entender cómo los beneficios se distribuyen entre los usuarios, 3) entender cómo la gobernanza actúa como interfaz entre la producción de los servicios y la distribución de los beneficios que generan.



Modificado de Bennett et al., 2015.

ment, 2003). El concepto de desarrollo sostenible exige estas aproximaciones de estudio por lo que incluyen metas sobre mantenimiento y mejoramiento de la funcionalidad ecosistémica, así como del bienestar humano (Bennett et al., 2015). A pesar de la abundante investigación sobre servicios ecosistémicos, el entendimiento sobre su fundamento ecológico, sus impactos en el bienestar humano y el conocimiento sobre el manejo o gobernanza de los beneficios siguen siendo insuficientes (Kremen et al., 2005; Bennett et al., 2015). Particularmente, la combinación precisa de las contribuciones de cada sistema que son

requeridas para la función ecosistémica de interés y cómo esta combinación afecta la resiliencia y sostenibilidad de los SSE, no es clara (figura 1; Bennett et al., 2015; Díaz et al., 2015).

Así, en las ciencias de la sostenibilidad, uno de los principales retos en investigación es resolver la relación que guarda la acción antropogénica, como alteración ambiental, sobre los ecosistemas y su biodiversidad en términos de su funcionalidad y consecuente provisión de recursos (servicios ecosistémicos), es decir, la relación entre biodiversidad, función ecosistémica y bienestar humano.

Diagnóstico. Diversidad microbiana, conocimiento actual

Históricamente, el conocimiento sobre la diversidad microbiana en el planeta ha estado limitado por diversos retos. El primero de estos retos, ha sido el enfoque médico en aquellos microorganismos causantes de enfermedades infecciosas y muertes, como el caso paradigmático de la peste negra cuyo agente infeccioso es la bacteria *Yersinia pestis*, y cuya epidemia causó la muerte de un tercio de la población humana en el siglo XIV. Sin embargo, hoy sabemos que los microorganismos responsables de enfermedades infecciosas en el planeta representan solo una pequeñísima fracción de la diversidad global y que esta diversidad adicional es responsable de la mayor parte del ciclaje de nutrientes en el planeta, uno de los principales sistemas de soporte de vida en la Tierra (Steffen et al., 2015). El segundo reto que ha limitado el estudio amplio de la diversidad microbiana se debe a las limitaciones técnicas asociadas con la hasta ahora limitada posibilidad de cultivo o aislamiento en laboratorio de las distintas variantes, reto que ha sido parcialmente superado en los pasados 25 años, gracias a herramientas de caracterización genética de la diversidad genética que son independientes de las restricciones del cultivo. Un tercer y último reto integra dos problemáticas, por un lado la enorme diversidad y, por otro, la falta de microorganismos cultivados. Es decir, aunque tenemos capacidad de documentar la diversidad genética encontrada en cualquier sitio mediante estrategias independientes de cultivo, nuestras referencias para “identificar” las especies que corresponden con esas secuencias siguen siendo organismos cultivados.

A pesar de los retos anteriormente descritos, hemos avanzando en el conocimiento general sobre abundancia y distribución de grupos de microorganismos no solo en México sino a nivel global (Delgado-Baquerizo et al., 2018). Entender los atributos ecológicos de los grupos dominantes nos habilitará para desarrollar un conocimiento predictivo de la variación de microorganismos

ante retos ambientales y antropogénicos en espacio y tiempo.

El ejemplo más reciente de los avances en este sentido se encuentra publicado en la revista *Science* con el título: “A global atlas of the dominant bacteria found in soil” (Delgado-Baquerizo et al., 2018), en donde los autores demuestran estadísticamente que la mayoría de los grupos de bacterias del suelo son raros y solo algunos pocos son abundantes, pero muchos de estos últimos se encuentran en casi todos los suelos del planeta. Estos resultados sugieren que, al igual que las plantas, las comunidades de bacterias están dominadas por algunos pocos grupos. Menos del 18% de los grupos más abundantes identificados pueden asociarse con especies, lo cual representa una llamada de atención de nuestros esfuerzos hacia el aislamiento en cultivo de un mayor número de microorganismos para referencia. A pesar de esta falta de referencias a nivel de especie, este diagnóstico global de la diversidad de microorganismos apunta a patrones robustos, uno de ellos indica que la mayoría de los grupos dominantes identificados (>52%) presenta una distribución predecible en función de algunos parámetros ambientales concretos: pH, aridez, temperatura máxima, estacionalidad de la precipitación y productividad de plantas.

El inventario global publicado por Delgado-Baquerizo et al. (2018) es consistente con otros esfuerzos globales y locales de caracterización de diversidad microbiológica, específicamente del suelo, lo que indica la pertinencia de una mayor cobertura de este tipo de estudios en nuestro país que, en el contexto global, se encuentra subrepresentado. Los inventarios de diversidad microbiana acoplados con la caracterización ambiental abren la puerta a la posibilidad de predecir las consecuencias de cambios ambientales en la distribución de los grupos microbianos. El siguiente paso correspondería a la identificación de las consecuencias funcionales de cambios en la diversidad microbiana y sus efectos a nivel ecosistémico en los ciclos de C y del N, por ejemplo.

Diversidad microbiana de suelos y funcionamiento ecosistémico: relevancia de su estudio para manejo adaptativo de socio-ecosistemas

Como se menciona en la sección anterior, los microorganismos del suelo son protagonistas del ciclo de nutrientes (Bradford et al., 2012), uno de los sistemas de soporte de vida en la Tierra (Steffen et al., 2015) y son sujetos de alteraciones dadas por cambios ambientales de origen natural o antropogénico (Allison y Martiny, 2008). Así, la generación de conocimiento empírico para comprender cómo estos cambios influyen en las comunidades microbianas de los suelos, es esencial para la predicción y toma de decisiones sobre clima futuro, fertilidad del suelo, remediación, almacenaje de carbono, ciclo de nutrientes y bienestar humano (Bradford et al., 2012; *Millenium Ecosystem Assessment*, 2005; Wall et al., 2015), es decir, para la sostenibilidad de los SSE. Predecir las consecuencias de perturbaciones ambientales en los procesos ecosistémicos de los suelos requiere de conocimiento no solo de patrones de distribución y correlaciones, como el trabajo reciente por Delgado-Baquerizo y colaboradores (2018), sino de un entendimiento mecánico de su funcionamiento. Esta comprensión es un enorme reto en ecología microbiana si se aspira a generar conocimiento útil para el manejo efectivo de los SSE (Bradford et al., 2012).

A pesar de la relevancia de incorporar información sobre comunidades microbianas de suelo en modelos predictivos de funcionamiento ecosistémico, la investigación explícita y causal que lleve al entendimiento mecánico de la relación entre diversidad microbiana y función ecosistémica es aún escasa (Reed y Martiny, 2007; Strickland et al., 2009).

Diagnóstico de la biodiversidad y su impacto en los ecosistemas y en los servicios ecosistémicos

Aunque escasa, la investigación explícita de los mecanismos que relacionan la diversidad de

microorganismos y las funciones ecosistémicas que desempeñan ha cobrado enorme ímpetu en la pasada década.¹⁸⁻²⁰ Este tipo de investigaciones son posibles hoy en día por la relevancia de su estudio dado el contexto de cambio global y la necesidad de mejorar nuestras predicciones sobre manejo de ecosistemas, así como gracias al desarrollo de herramientas técnicas. Ejemplos de estas herramientas son aquellas de tipo genómico que permiten la investigación de comunidades microbianas completas (i.e. metagenómica) en experimentos diseñados para determinar las consecuencias funcionales de alteraciones en la biodiversidad de dichas comunidades (Reed y Martiny, 2007).

Aunque las observaciones son el punto de partida clásico para la investigación científica, y esta aproximación puede identificar los factores ambientales y microbianos que regulan las funciones ecosistémicas (e.g. Strickland et al., 2009), para ligar la diversidad genética o composición microbiana de manera incuestionable con funciones ecosistémicas, se requieren experimentos estrictamente controlados y enfocarse en grupos funcionales particulares (Bell, 2002; Reed y Martiny, 2007). Avanzar en este conocimiento empírico nos acerca a la posibilidad de estimar con mayor confianza el riesgo socioambiental de alteraciones en la biodiversidad microbiana.

Históricamente se ha supuesto que el ambiente determina las funciones ecosistémicas y que la diversidad y estructura de las comunidades microbianas no tiene influencia en ello. Para falsificar este supuesto de similitud funcional es necesario demostrar que los cambios en diversidad y composición de comunidades están asociados con los cambios en su funcionalidad. Reed y Martiny en 2007 evaluaron detalladamente tres aproximaciones experimentales para este fin, las cuales van de menor a mayor poder de resolución en identificar las relaciones causales entre la diversidad de comunidades microbianas y función ecosistémica: i) manipulación ambiental en el largo plazo, ii) jardines comunes y iii) trasplantes recíprocos. Se enfocan en aproximaciones que consideran “co-

comunidades completas” en sitios naturales y que utilizan herramientas genómicas independientes de cultivo (i.e. metagenómica). La manipulación ambiental en el largo plazo identifica asociaciones o correlaciones estadísticas entre las comunidades microbianas y la función. Los jardines comunes, en donde comunidades microbianas de distinto origen y composición se manipulan a través de tratamientos experimentales en un ambiente o locación común, en el corto plazo, permiten la investigación de las relaciones entre comunidades microbianas y función y, si se mantienen en el largo plazo, las asociaciones correlativas y no causales pueden ser evaluadas. Los trasplantes recíprocos en donde el trasplante en sí es la comunidad microbiana completa (e.g. una porción de suelo) y el ambiente común corresponde al sitio en donde las distintas comunidades se mantienen juntas, proveen evidencia de la causalidad de cambios en la funcionalidad. Las tres aproximaciones reducen, en algún grado, el asunto de moverse de las correlaciones a las causas entre comunidades microbianas y función, dada la incertidumbre introducida por la variación ambiental.

Las fallas institucionales y las barreras que enfrenta la construcción de opciones de sostenibilidad

Uno de los principales obstáculos que enfrenta la investigación sobre la relación entre la salud o funcionamiento ecosistémico y el uso de microorganismos como indicadores de estas características integrales de los ecosistemas es la falla en la comunicación efectiva sobre la existencia y el valor funcional de la diversidad de microorganismos en general. No obstante, en años recientes (irónicamente) desde las ciencias médicas el concepto de “microbioma” ha cobrado relevancia en la sociedad en general, superando la visión microorganismo-enfermedad llegando incluso a una visión de microorganismo-salud, que bien podría ser el primer paso a un concepto de salud ecosistémica y sostenibilidad.

Propuestas de política pública y acción ciudadana relacionadas con el manejo de la biodiversidad

Trabajos recientes apuntan a la posibilidad de que existan grupos microbianos, bacterias específicamente, asociados con ciertas condiciones ambientales y que, al ser organismos que integran aspectos de biodiversidad y funcionamiento ecosistémico, puedan funcionar como indicadores de respuesta rápida del estado de los mismos. Es de crucial importancia la implementación de programas de monitoreo de biodiversidad microbiana acoplados, por ejemplo, a labores de monitoreo que de por sí se llevan a cabo por dependencias de gobierno relacionadas con la gestión y manejo de recursos naturales. Entre las dependencias que podrían asociar a sus programas de monitoreo la diversidad de microorganismos en distintos hábitats y ecosistemas están la Conagua, la Conafor, la Sader, la Semarnat y la Conabio, y todas ellas (y otras) en asociación con el Inegi, quien hace ya esfuerzos de gran envergadura para el almacén y sistematización de información en el contexto geoespacial de nuestro país.

Un esfuerzo de esta naturaleza, en pocos años, permitiría establecer un sistema de monitoreo ambiental que incluya microorganismos directamente, o mediante proxies, como indicadores del estado ecosistémico y el efecto de distintos esquemas de manejo y aprovechamiento de recursos naturales en dos de los sistemas de soporte de vida en la Tierra: biodiversidad y ciclaje de nutrientes.

Invertebrados. Diversidad, servicios ecosistémicos, peligros y medidas preventivas

Maya Rocha Ortega y Alex Córdoba Aguilar

La alta biodiversidad de México es, en primer lugar, reflejo de su historia y ubicación. Conformó una masa terrestre a partir de la unión de varias

placas tectónicas y eventos que conectaron la biota de América del Norte y del Sur hace millones de años. Además, la nación posee un área tropical, algo que enriquece y caracteriza a los países megadiversos.

Los cuatro procesos ecológicos fundamentales para el funcionamiento de los ecosistemas son el ciclo del agua, los ciclos biogeoquímicos (o de nutrientes), el flujo de energía y la dinámica de las comunidades; es decir cómo cambia la composición y estructura de un ecosistema después de una perturbación (sucesión). La biodiversidad de especies en el planeta es importante para el mantenimiento de los procesos anteriores, ya que las interacciones entre especies y su ambiente, mantienen dichos procesos a través del tiempo. A su vez, la biodiversidad proporciona una variedad de servicios de los cuales los humanos y otros organismos dependen para su supervivencia y bienestar. Estos servicios ecosistémicos se pueden categorizar como: 1) aprovisionamiento (alimentos, fibra, agua y otros recursos), 2) culturales (recreación, valores estéticos espirituales y otros), 3) soporte (producción primaria, polinización, descomposición y formación del suelo necesario para la producción de recursos) y 4) regulación (control biológico, *Millenium Ecosystem Assessment* 2005). El valor global de estos servicios se ha estimado en 33 billones de dólares por año.

Biodiversidad de invertebrados en México

Se tienen aproximadamente 1.2 millones de especies de invertebrados descritas en el mundo, de las cuales entre 10 y 12% ocurren en México. Este valor es alto si se considera que nuestro país tiene tan solo 1.5% de la superficie terrestre del planeta. Actualmente, se conocen cerca de 65 mil especies de invertebrados mexicanos, en su mayoría insectos (alrededor de 48 mil especies), de las cuales alrededor del 10% son endémicas. A pesar de estas cifras, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, por sus siglas en inglés) solo considera

1,226 especies dentro de alguna de sus categorías de riesgo. Más preocupante aún es que con base en la norma que enlista las especies y subespecies de flora y fauna silvestres que se encuentran en alguna categoría de riesgo de extinción en el país (NOM-059-SEMARNAT-2010), solo 49 especies de invertebrados son incluidas. La falta de consideración para la protección de estos animales es resultado, principalmente, del desconocimiento de las especies.

Funciones y diversidad

Los invertebrados merecen atención especial porque son nuestros mayores competidores de recursos, vectores de enfermedades humanas y del ganado, pero a su vez son los principales reguladores de los procesos de los ecosistemas y sustentan la provisión de los servicios ecosistémicos. Por lo tanto, asegurar la sostenibilidad de los servicios de los ecosistemas mediante el manejo y conservación de las especies de invertebrados y sus interacciones es fundamental para la supervivencia humana. La atención a las contribuciones ecológicas de los invertebrados en los servicios de los ecosistemas ha aumentado rápidamente en años recientes, pero aun falta mucho por estudiar y hacer, en México y en el mundo.

Los invertebrados constituyen una amplia variedad de organismos con diferentes estilos de vida, particularmente tienen una amplia variedad de hábitos alimenticios, a través de los cuales contribuyen a los servicios ecosistémicos. Incluyen grupos tanto raros como ricos en número de especies, sedentarios como migratorios, y valiosos para el sostenimiento de la vida, por otro lado, también provocan grandes perjuicios para la humanidad. Paradójicamente y a pesar de esta gran diversidad de impactos, conocemos muy poco de ellos.

La diversidad conocida de invertebrados en México es más baja de lo que se estima, esto se debe a los pocos especialistas que estudian estas especies en nuestro país. Algunos de los grupos

más importantes por el número y/o el tipo de servicios ecosistémicos que ofrecen son las abejas, hormigas, escarabajos, avispas, termitas y odonatos (cuadro 1). Las abejas mexicanas comprenden ocho familias y 153 géneros, con aproximadamente 1,589 especies (56% de las reconocidas en el mundo), aunque se estima que podrían ser más de 2000. La composición del porcentaje de especies está dominada por las familias *Andrenidae* y *Anthophoridae*. Las abejas se alimentan principalmente de néctar, por lo que intervienen en el servicio de polinización y son consideradas los principales polinizadores en la mayoría de los ecosistemas.

El grupo de insectos más diverso en especies en el mundo son los escarabajos. También presentan una gran variedad de hábitos alimenticios, los hay herbívoros, frugívoros, xilófagos, micófagos, depredadores, carroñeros y coprófagos; a través de estos hábitos contribuyen a la prestación de una variedad de servicios ecosistémicos. Para México, están citadas 114 familias, de las cuales el 88.37% son las conocidas para América Latina. En el país existen pocos especialistas en algunas familias, pero aunque existe un inventario de especies más o menos completo. Las familias con un mayor número de especies descritas son: coleópteros acuáticos, *Silphidae*, *Staphylinidae*, *Scarabaeoidea*, *Lycidae*, *Phengodidae*, *Lampyridae*, *Cantharidae*, *Cerambycidae*, *Chrysomelidae* y *Curculionidae*. Estos grupos también son importantes por su relevancia económica, ya que algunos son plagas de cultivos o árboles silvestres. Por lo tanto, es necesario incrementar los esfuerzos de estudios ecológicos para la conservación y manejo de este grupo.

En México se tienen registradas 630 especies de hormigas, que equivale al 4.4% de las registradas en el mundo. Este grupo tiene también una amplia variedad de hábitos alimenticios y nivel de especialización. Las hormigas son omnívoras, micófagas, granívoras y depredadoras, por consiguiente, intervienen en muchos procesos ecosistémicos como son los ciclos biogeoquímicos (o de nutrientes), el flujo de energía y la dinámica

de las comunidades¹. Aunque son un grupo muy estudiado en otros países y empleado como un buen grupo indicador de disturbios antropogénicos, esto no se ha dado en nuestro país.

Como las hormigas, las termitas son también un grupo dominante en biomasa. En México se han reportado 79 especies (4% de las registradas en el mundo), aunque se estima que pueden existir 150. Las termitas se alimentan principalmente de madera y otros materiales con celulosa, por lo que juegan un papel funcional en el mejoramiento de los suelos y en el reciclaje de nutrientes. En el país existen algunos estudios de especies asociadas a agroecosistemas. Por su impacto sobre la madera aserrada y procesada, así como en casas habitación, se le debería considerar un grupo de importancia económica en México.

La mayoría de las avispas son parásitos o parasitoides durante su estado larval, y como adultos se alimentan de néctar. Este grupo de avispas son depredadores de otros insectos. Otras especies de avispas sociales son omnívoras y se alimentan de una variedad de frutos caídos, néctar, y carroña. En general, las avispas son consideradas especies que pueden controlar plagas en hábitats naturales y antropizados. Otras pocas especies pueden transportar de manera efectiva el polen y por lo tanto contribuir a la polinización de varias especies de plantas.

Las libélulas en su estado larval son habitantes de ríos, lagos, lagunas y de casi cualquier cuerpo de agua dulce, mientras que los adultos son insectos terrestres. Tanto larvas como adultos son importantes depredadores de otros invertebrados, incluyendo vectores de virus como son mosquitos. En México, se tienen 330 especies descritas (5.78% de las registradas en el mundo).

1 En biología y ecología se define una comunidad como un grupo interactuante de diferentes especies en un sitio compartido. Por ejemplo, un bosque con árboles, plantas del sotobosque, habitado por animales, con bacterias y hongos en el suelo constituyen una comunidad.

Principales amenazas para la diversidad de invertebrados

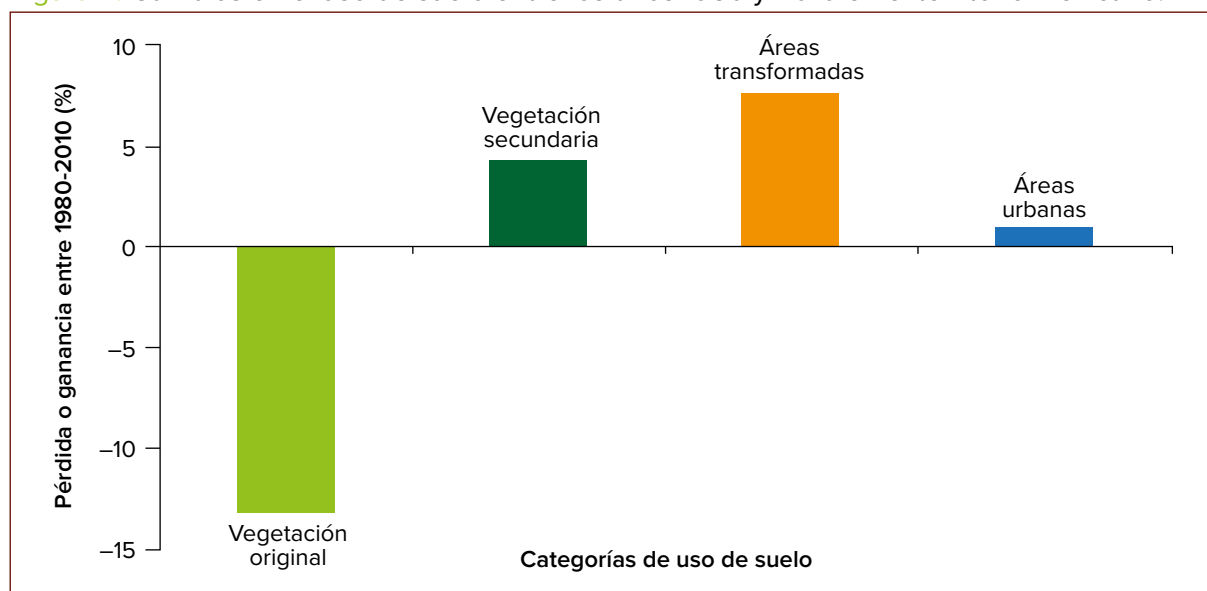
Las principales amenazas para la biodiversidad de invertebrados en México son: el cambio de uso del suelo, la fragmentación del hábitat, el cambio climático, la contaminación de los suelos y aguas y la desecación de cuerpos de agua, especies invasoras y plaguicidas. Estas amenazas se extienden a partir de la década de 1950, con el incremento de la población humana, y la implementación de la llamada “revolución verde”, basada en un alto uso de plaguicidas. A la par de este proceso, para el año 2002 más de 50% del territorio se había transformado de vegetación original a otros usos de suelo. El bosque tropical es el ecosistema más deforestado, la remoción de la vegetación original ha continuado, las cartas de uso del suelo y vegetación del Inegi muestran que entre las décadas de 1980 y 2010 se perdió el 13% de la cobertura de vegetación original (figura 2).

La intensificación del cambio de uso de suelo modifica la composición de especies de invertebrados y disminuye el número de especies y servicios ecosistémicos que brindaban las especies desaparecidas. A partir de este deterioro, también

puede incrementar la abundancia de plagas, o especies nocivas para los humanos. En México, pocos estudios se han enfocado en la investigación del efecto de cambio de uso de suelo sobre las comunidades de invertebrados. Existen algunos esfuerzos aislados con estudios del número de especies de hormigas, mariposas y escarabajos coprófagos en cafetales. También, se ha observado una reducción del tamaño de las poblaciones de mariposa monarca con el cambio de uso de suelo. Por último, se ha documentado que la intensificación del cambio de uso de suelo incrementa las poblaciones de algunos escarabajos picudos que son plagas de coníferas.

Por otro lado, gran parte de la vegetación original que se mantiene actualmente se reduce a remanentes pequeños (< 100 ha) en paisajes fragmentados. Se sabe que un paisaje fragmentado es incapaz de mantener poblaciones viables de animales, particularmente los de talla mayor y de la parte superior de la cadena trófica como son los carnívoros. El análisis sistemático de la variación espacial de la fragmentación de la vegetación a escala nacional es una tarea pendiente. Asimismo, falta hacer estudios multi-taxa sobre las formas en que los invertebrados responden a la frag-

Figura 2. Cambios en el uso de suelo entre los años 1980 y 2010 en el territorio mexicano.



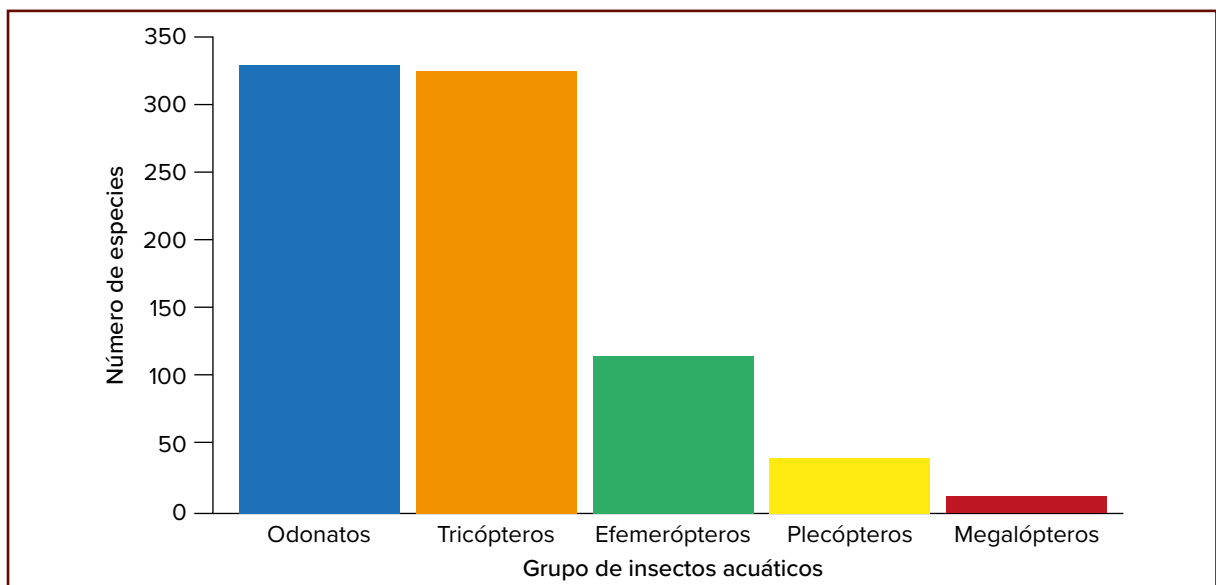
mentación. Los estudios realizados hasta ahora se enfocan mayormente en los bosques tropicales. Las mariposas son el grupo de invertebrados más estudiados en paisajes fragmentados en México. Estudios en las regiones de Los Tuxtlas y Chame-la muestran que a mayor fragmentación, menor es la la tasa de herbivoría de larvas de mariposa. Otro grupo de invertebrados que ha sido estudiado en paisajes fragmentados son los escarabajos coprófagos. Este grupo también responde negativamente a la fragmentación, ya que en paisajes fragmentados disminuyen la abundancia y el número de especies de estos escarabajos. Existen otros pocos trabajos sobre la pérdida de interacciones de polinizadores en paisajes fragmentados.

A las amenazas mencionadas se suma el cambio climático. Por sus características geográficas, climáticas, orográficas e hidrológicas, así como por las condiciones económicas y sociales de sus habitantes, nuestro país es altamente vulnerable al cambio climático. Los escenarios de futuros asumen que los principales efectos del cambio climático serán el aumento del nivel del mar y de la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos (huracanes, tormentas, El Niño).

Por otra parte, los efectos del cambio climático en invertebrados, en ambientes marinos incluyen el incremento de las enfermedades y mayor mortalidad de organismos sésiles como esponjas, gorgóneas, y corales. En ambientes terrestres, se estima que vectores de enfermedades predominantemente tropicales como mosquitos y chinches triatominas (vectores de la enfermedad de Chagas) incrementarán sus áreas de distribución hacia latitudes y altitudes mayores.

A finales del año 2001, más de 70% de los cuerpos de agua en México presentaban algún indicio de contaminación, particularmente en la zona del Valle de México. El tratamiento de aguas residuales se ha convertido en una prioridad dentro de las agendas políticas en México. Además del tratamiento de aguas, la Conagua en el año 2004 incorporó el monitoreo biológico a través de macroinvertebrados para algunas regiones hidrológicas administrativas, para conocer el estado de los cuerpos de agua del país. Los estudios de invertebrados sensibles a los cambios en la calidad del agua se han centrado en los insectos, ya que son buenos indicadores de la calidad del agua (figura 3). Sin embargo, en México, la mayoría de los

Figura 3. Número de especies de insectos acuáticos según su valor como indicadores de calidad de agua en México.



estudios se han limitado al análisis taxonómico, por lo que falta hacer estudios con un enfoque más ecológico y de conservación para estos grupos.

El impacto de las especies invasoras se ha considerado en años recientes una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad a nivel global. En México, existe una revisión no exhaustiva de especies invasoras que ya están aquí y su distribución en sitios específicos. En particular, se han determinado especies invasoras de invertebrados que requieren acciones urgentes de manejo, control y erradicación. Un ejemplo es la palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*), que ataca nopales del género *Opuntia*, y que podría llevarlos a su extinción. Otros ejemplos son la abeja africanizada (*Apis mellifera adansonii*) y el abejorro (*Bombus terrestris*) que pueden estar desplazando poblaciones de abejas nativas. Otras especies de alto riesgo sin presencia verificada en México, pero que requieren medidas de prevención son el piojo harinoso (*Hypogeococcus festerianus*), que afecta a las cactáceas columnares; el gorgojo kihapra (*Trogoderma granarium*) que es una de las plagas de cereales y legumbres más importantes del mundo; las hormigas de fuego (*Solenopsis invicta*) y argentina (*Linepithema humile*) que son responsables de múltiples extinciones de vertebrados e invertebrados a nivel mundial; y el escarabajo barrenador esmeralda (*Agrilus planipennis*) y la avispa (*Sirex noctilio*) que afectan, respectivamente, los pinos (*Pinus* spp.) y fresnos (*Fraxinus* spp.). Por otro lado, algunas especies de vertebrados invasoras también tienen que ser monitoreadas por su efecto negativo sobre invertebrados nativos, como en el caso del pez carpa (*Cyprinus carpio*), que reduce la abundancia de invertebrados por depredación. Aunque en México ya se han comenzado a tomar medidas preventivas para evitar la dispersión de especies invasoras con base en la Norma Oficial Mexicana EM-040-FITO-2003-2004, éstas pueden resultar insuficientes si no se establecen convenios de cooperación con los países vecinos.

Desde hace décadas el modelo de agricultura industrial con alto uso de plaguicidas (insectici-

das, fungicidas y herbicidas) y fertilizantes sintéticos ha avanzado en forma desmedida. Estas sustancias ocasionan grandes daños a los suelos y ecosistemas acuáticos, y pueden ser altamente persistentes en los sistemas biológicos. En México, según la FAO, se usaron en promedio 4.55 toneladas de plaguicidas (fungicidas, herbicidas e insecticidas) por cada 1000 hectáreas entre el año 2009 y 2010. En el país se han elaborado estudios aislados para detectar la presencia de estas sustancias en diferentes regiones del país, pero aún falta una evaluación unificada a lo largo de todo el territorio. Por ejemplo, los plaguicidas organoclorados, considerados compuestos orgánicos persistentes en los ecosistemas como son el DDT, DDE, DDD, aldrín, dieldrín, endrín aldehído, heptaclor, heptaclor epóxido, hexaclorohexano (HCH) lindano y endosulfán se han detectado no solo en regiones terrestres de México, sino también el mar. La mayoría de estas sustancias se encuentran sujetas al Convenio de Estocolmo por su peligrosidad para la salud pública y de los ecosistemas. Aunque los plaguicidas organofosforados son menos persistentes en el ambiente que los organoclorados, son sustancias mucho más tóxicas tanto para el humano como para otros animales. En el caso de los organofosforados también existe evidencia de la falta de regulación del uso de estas sustancias en México. Por último, también se ha detectado en México la presencia de glifosato, el herbicida más usado en el mundo, que en 2015 fue catalogado por la OMS como posible cancerígeno. En gran medida, el problema de todos estos compuestos es que son de amplio espectro, por lo que eliminan especies importantes en funciones para los ecosistemas. Una consecuencia es que tenemos que invertir dinero para suplir el proceso que de manera natural harían los invertebrados sin ningún costo económico. Por ejemplo, al año el uso de insecticidas para control de saltamontes cuesta alrededor de 150 dólares por familia, mientras que el control de saltamontes, mediante el consumo humano, como comida, genera una ganancia de 3,000 dólares por familia. En conclusión, para la mayoría de los casos, los efectos negativos tan-

to económicos, ecológicos y de salud por el uso de plaguicidas son mayores que sus beneficios. Es necesario resaltar la importancia de hacer una investigación más amplia que documente el sin número de afectaciones por la aplicación de estas sustancias y que no han sido atendidas ni consideradas en las políticas públicas, sino que, por el contrario, incentivan su uso.

Servicios ecosistémicos proporcionados por los invertebrados mexicanos

Todas las amenazas para la biodiversidad de invertebrados antes mencionadas disminuyen el número de especies y/o el tamaño de las poblaciones. Esta pérdida o disminución de invertebrados eventualmente tiene un importante efecto negativo sobre los humanos, porque también se pierden los servicios ecosistémicos que brindan estas especies. Uno de los servicios ecosistémicos más reconocidos de los invertebrados es que son un recurso alimenticio de muchas culturas. Los saltamontes, las cigarras, las orugas, los escarabajos y otros insectos son fuentes importantes de proteínas y de ingresos económicos en muchas partes del mundo. México es un país con una importante tradición cultural de entomofagia. Debido a que los invertebrados precisan de menos energía que los vertebrados homeotérmicos, producen proteínas de manera mucho más eficiente. Será necesario impulsar políticas para el cultivo de más especies de invertebrados como alimento. Para este fin, primero es necesario cambiar los prejuicios y la visión social de algunos insectos, porque un saltamonte es prácticamente lo mismo que un camarón.

Algunos invertebrados a menudo son el objeto de los destinos turísticos. En México muchas personas viajan para visitar agregaciones de hibernación de la mariposa monarca, *Danaus plexippus* (*Lepidoptera: Nymphalidae*) en los estados de México y Michoacán. Este fenómeno genera importantes ingresos económicos y la oportunidad de disfrutar de mariposas representativas que pueden ser usados como una oportunidad de

educación ambiental. Otros insectos que pueden atraer la atención son las luciérnagas como se ha impulsado en algunos ejidos de Tlaxcala y el Estado de México.

El mundo vive una crisis de polinizadores por el uso de herbicidas como los neonicotinoides. Es importante priorizar los esfuerzos de conservación de polinizadores. Los polinizadores silvestres nativos desempeñan un rol clave en la producción de frutas o semillas de especies de plantas domesticadas en México, pero también de plantas silvestres. En particular, las abejas y mariposas son los polinizadores más frecuentes, inclusive dentro de las ciudades. En México existe un listado de especies importantes de abejas y mariposas, sin embargo, para abejas existen pocos estudios ecológicos y de conservación.

En México existen 26 de los 32 tipos de suelo reconocidos, sin embargo, de éstos el 56.4% se encuentran erosionados ligeramente y 39.7% moderadamente. Esto tiene un impacto negativo sobre la productividad primaria neta de los ecosistemas. La principal fuente de recursos vitales para el ciclo de productividad en el suelo forestal es el aporte de nutrimentos de la hojarasca. La productividad primaria neta es otro servicio ecosistémico muy importante regulado por invertebrados. En México se han realizado trabajos de producción de hojarasca, principalmente, en bosques tropicales húmedos y en bosques tropicales deciduos. Varios de estos estudios se refieren a la influencia de algunos macroorganismos sobre las propiedades físicas, la fertilidad, la descomposición de la hojarasca y la fertilidad del suelo. Otros estudios se han limitado a la diversidad de especies o de grupos de la macrofauna y su distribución en diferentes ecosistemas. Los principales grupos estudiados en relación con la productividad del suelo son: lombrices, escarabajos, hormigas, termitas, cien y milpiés, arañas, cochinillas, cucarachas y larvas de mosca, mariposas, chinches y tijerillas. En general, se ha encontrado que los bosques originales tienden a ser más productivos que otros tipos de uso de suelo. Mientras que algunos cultivos tienden a tener un

mayor número de especies de invertebrados, pero muchas de las especies son plaga, lo que reduce la productividad de los cultivos.

La dispersión de semillas es un servicio ecosistémico muy importante porque regula la distribución y reclutamiento de plantas, principalmente en los bosques tropicales. Los invertebrados son principalmente dispersores secundarios de semillas. Esto quiere decir que los invertebrados toman las semillas de las excretas de los vertebrados y relocalizan a las semillas, las limpian de hongos y en algunos casos también las depredan lo que evita aglomeración de plantas de una sola especie. Esta interacción invertebrado-planta es un importante proceso para la restauración de los bosques. Los invertebrados que son reconocidos como principales dispersores de semillas son las hormigas, gasterópodos y escarabajos coprófagos. En México existe un vacío muy importante del conocimiento de la dispersión de semillas por invertebrados.

El control biológico es un servicio importante que normalmente está infravalorado. Una gran variedad de especies de artrópodos depredadores regula especies plaga. Los ecosistemas de manera natural regulan la abundancia de especies vectores y patógenos a través de diversas interacciones de la red alimentaria y las condiciones del hábitat. Interrumpir las redes alimentarias como consecuencia a disturbios de origen antropogénico y cambios en la biodiversidad limita la eficiencia del control biológico natural de las plagas. En algunos casos, los daños de las plagas y vectores pueden prevenirse mediante la protección o restauración de los organismos que proporcionan control biológico natural. En México, la Sociedad Mexicana de Control Biológico (SMCB) ha elaborado una plataforma para la comunicación continua con todos los interesados en el control de plagas. Será necesario que las nuevas políticas públicas atiendan la información generada por la SMCB e incentiven nuevas estrategias de control de plagas y vectores con base en este conocimiento. Por ejemplo, tantos coleópteros acuáticos (*Gyrinidae*, *Hydrophilidae* y *Dytiscidae*), y larvas de odonatos se alimentan de larvas de mosquitos.

Así, mediante la protección y conservación de estos grupos es posible controlar a los mosquitos y a su vez las enfermedades que transmiten como dengue y Chikungunya.

Retos para la conservación de los invertebrados mexicanos

Es fundamental asegurar la sostenibilidad de los servicios de los ecosistemas mediante planes de manejo y conservación de las especies de invertebrados y sus interacciones, para la preservación de la biósfera y la propia supervivencia humana. Particularmente, conservar la diversidad de hábitos alimenticios (depredación, comer néctar, etc.), a través de los cuales muchas especies de invertebrados proporcionan servicios ecosistémicos. En México, las principales amenazas para la biodiversidad de invertebrados y los procesos ecosistémicos que brindan (cuadro 1) son: el cambio de uso de suelo, la fragmentación de los ecosistemas, el cambio climático, la contaminación y/o desecación de cuerpos de agua, las especies invasoras y el uso extensivo de plaguicidas. La investigación que busque generar bases para revertir las amenazas que pesan sobre la diversidad de invertebrados y los “servicios” ecosistémicos que brindan, deben utilizar la presencia de invertebrados como bioindicadores, evaluando los efectos de las amenazas antes mencionadas sobre la diversidad de especies mexicanas de invertebrados y conocer cómo ellas responden a amenazas particulares y a partir de ellas establecer planes de manejo y conservación específicos para México. Las estrategias concretas que se proponen son:

1. Fomentar estudios enfocados a la investigación del efecto de cambio de uso de suelo sobre las comunidades de invertebrados.
2. Llevar a cabo análisis sistemáticos de la variación espacial de la fragmentación de distintos ecosistemas a escala nacional, y evaluar la respuesta de grupos de invertebrados a dicha fragmentación.

3. Estudios sobre la pérdida de especies e incremento de enfermedades como consecuencia del cambio climático.
4. Homogenizar los protocolos de tratamiento de aguas residuales a través de los 32 estados del país y continuar con los estudios de invertebrados acuáticos como bioindicadores, pero con un enfoque ecológico y de conservación.
5. Realizar una revisión exhaustiva de especies invasoras y establecer convenios de cooperación con los países vecinos.
6. Hacer una investigación más amplia que documente el sinnúmero de afectaciones a las poblaciones de invertebrados como consecuencia de la aplicación de plagui-

cidas e incentivar estrategias alternativas para el control de plagas.

Las plantas

*Rafael Lira Saade, Oswaldo Téllez Valdés
y Patricia Dávila Aranda*
Unidad de Biotecnología y Prototipos,
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

Clasificación e importancia

Las plantas son organismos eucariontes (tienen células con núcleo diferenciado y protegido por

Cuadro 1. Servicios ecológicos brindados por los insectos en México.

Grupo	Servicios ecosistémicos	Proceso ecológico	Implicaciones económicas
Abejas	Polinización	Sucesión vegetal	Mantienen la productividad de cultivos de plantas con flor
Escarabajos	Control de enfermedades, dispersión de semillas, control de plagas, enriquecimiento de los suelos y limpieza de los ecosistemas	Ciclo de nutrientes, flujo de energía, sucesión y dinámica de las comunidades	Incrementan la productividad del suelo/ Disminuyen la productividad de cultivos por herbívora/ Regulan la comunidad vegetal natural/ Matan un importante número de coníferas
Hormigas	Comida para humanos y otros vertebrados e invertebrados, control de enfermedades, dispersión de semillas, control de plagas, polinización, enriquecimiento de los suelos, incremento de la productividad primaria y limpieza de los ecosistemas	Ciclo de nutrientes, flujo de energía, sucesión y dinámica de las comunidades	Incrementan la productividad del suelo/ Mantienen la productividad de cultivos/ Aceleran la restauración vegetal/ Pueden ser plaga y disminuir la producción de cultivos
Termitas	Comida para vertebrados e invertebrados, enriquecimiento de los suelos y limpieza de los ecosistemas	Ciclo de nutrientes y flujo de energía	Plagas de madera
Avispas	Control de enfermedades, control de plagas y polinización	Dinámica de las comunidades	Ayudan a control de plagas de cultivos y ecosistemas naturales
Odonatos	Control de plagas	Dinámica de las comunidades	Contribuyen al control de plagas en general

una membrana), principalmente multicelulares y predominantemente fotosintéticos y autótrofos (producen su propio alimento, Reece y Campbell, 2011). Históricamente, las plantas fueron tratadas como uno de los dos reinos en los cuales se incluía a todos los seres vivos que no son animales y a todas las algas y los hongos; en la actualidad, sin embargo, se excluyen de este grupo a los hongos, algunas algas (rojas y pardas), así como también a las bacterias y al grupo denominado Archaea. Así, de acuerdo con los estudios más recientes sobre la evolución de las plantas, se ha documentado que conforman un grupo natural conocido como *Clado Viridiplantae* (plantas verdes, en latín) en el cual se incluyen las plantas con flores, las coníferas y otras gimnospermas, los helechos, los musgos, las hepáticas y los anthoceros, así como también las algas verdes (Smith et al., 2009).

La importancia ecológica y social de las plantas es indiscutible. Proporcionan alimentos, medicinas, madera, combustible y fibras; brindan cobijo a multitud de otros seres vivos, producen el oxígeno que respiramos, mantienen el suelo, regulan la humedad y contribuyen a la estabilidad del clima; forman parte de todos los ecosistemas y se han adaptado a diversos climas y condiciones del suelo. Por si esto fuera poco, más de la mitad de los alimentos que consume la humanidad procede de solo tres especies de plantas: el trigo, el arroz y el maíz y se sabe que más del 40% de las medicinas derivan de las plantas. Por todo lo anterior, resulta claro que las plantas son indispensables para la vida de otros organismos incluyendo, evidentemente, a los humanos (FAO).

La riqueza de plantas en México

La flora de México es una de las más variadas y complejas del planeta, lo cual en buena medida se debe a la confluencia dentro del territorio de las regiones Neártica y Neotropical, así como también a su extensión latitudinal y longitudinal, a su muy diversa orografía, y una consecuente notable riqueza climática. Su estudio tiene sus anteceden-

tes recientes más importantes en algunas exploraciones botánicas de los años 1950 y en donde destacan las colecciones de Faustino Miranda, Efraím Hernández X., Eizi Matuda, Arturo Gómez Pompa, Ramón Riba y Jerzy Rzedowski, entre otros (Dávila y Germán, 1991). Desde entonces y hasta la actualidad, el estudio de la diversidad vegetal en México ha sido una tarea constante de los botánicos de nuestro país. No obstante, una de las asignaturas pendientes es la conformación de un inventario completo y confiable de las especies vegetales que prosperan en el territorio nacional. Los esfuerzos de numerosos investigadores han permitido tener avances significativos en este aspecto en los grupos actualmente reconocidos como plantas. Así, estudios recientes que han involucrado la recopilación y análisis de numerosas fuentes bibliográficas y colecciones, han revelado que en México crecen 23,314 especies, pertenecientes a 2854 géneros, 297 familias y 73 órdenes de plantas vasculares (Villaseñor, 2016). Así mismo, se ha determinado que en los límites del territorio nacional crecen 1482 especies de dos de los tres grupos reconocidos de briofitas (musgos 982 spp y hepáticas 500 spp.) y 2702 especies de algas, tanto marinas (1600 spp) como de agua dulce (1102 spp) (Llorente-Bousquets y Ocegüera, 2008).

La riqueza florística de plantas vasculares mexicanas ubica a nuestro país en el cuarto lugar a nivel mundial (Villaseñor, 2016), solo detrás de Brasil (32000 spp), China (29000 spp) y Colombia (24000 spp). Por su parte, la riqueza de las briofitas y algas de México representan el 7.4% y 10%, respectivamente, de las especies que se estiman a nivel mundial en esos grupos (Llorente-Bousquets y Ocegüera, 2008). Las familias de plantas vasculares con mayor número de especies son *Asteraceae* (3057 spp), *Fabaceae* (1903 spp.), *Orchidaceae* (1213 spp.) y *Poaceae* (1047 spp.), mientras que los estados con mayor riqueza son Oaxaca (10229 spp.), Chiapas (8790 spp.), Veracruz (8497 spp.), Jalisco (7155 spp.), Guerrero (6551 spp.) y Michoacán (5885), de acuerdo con Villaseñor (2016).

El endemismo en las plantas

El endemismo es un concepto usado en biología para identificar a organismos nativos o grupos biológicos con áreas de distribución restringida (Noguera-Urbano, 2017). El endemismo define zonas geográficas donde hay grupos biológicos integrados espacio-temporalmente (Nelson y Platnick, 1981; Stattersfield et al., 1998; Morrone, 2009; Noguera-Urbano, 2017) y en este sentido su estudio y documentación, aunado al de la riqueza, es crucial para entender la historia evolutiva de la naturaleza en las distintas regiones del mundo y desarrollar acciones que protejan las zonas de mayor vulnerabilidad. En el caso de las plantas vasculares mexicanas, se sabe que 11610 especies (49.8% del total) son endémicas al territorio nacional (Villaseñor, 2016); de acuerdo con este mismo autor, los estados con mayor número de endemismos son Oaxaca (4071 spp.), Jalisco (3353 spp.), Guerrero (2715 spp.), Michoacán (2588 spp.) y Veracruz (2498 spp.). Ejemplos de estas especies endémicas son *Manihot pauciflora Brandegeee* (Jalisco, Oaxaca y Puebla), *Casimiroa calderoniae F. Chiang y Medrano*, *Jatropha neopauciflora Pax*, *Fouquieria ochoterena Miranda*, *Agave macroacantha Zucc.* (las cuatro de Oaxaca y Puebla), *Lasianthaea helianthoides DC* (Colima, Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Sinaloa, Oaxaca y Puebla), *Morkillia mexicana (Moc. y Sesse) Rose y Painter* (Guanajuato, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz) y *Lasiocarpus ferrugineus Gentry* (Colima, Durango, Jalisco, Morelos, Nayarit, Sinaloa, Oaxaca y Puebla) (Villaseñor, 2016; figura 4).

Los tipos de vegetación

Si bien es cierto que el número de especies vegetales que habitan el territorio nacional es una razón de peso para considerarlo entre las regiones más importantes del mundo, también lo es la diversidad de espacios geográficos y ecológicos en que habitan y han evolucionado estas especies con-

formando comunidades vegetales muy diversas y que de esta forma constituyen tipos de vegetación relativamente bien definidos. Aunque la vegetación terrestre primaria y secundaria de México ha sido descrita y clasificada por diversos autores, los sistemas de clasificación más utilizados y citados han sido el de Miranda y Hernández X. (1963), que incluye 32 comunidades vegetales, y el de Rzedowski (1978) con 10 tipos de vegetación principales y que se puede decir que es el que ha tenido mayor aceptación. Más recientemente, el Inegi (2005) reconoce 50 tipos de vegetación e incluye la cartografía digital 1:250 000.

Con base en todos estos trabajos y muchos otros, Challenger y Soberón (2008) reconocen siete grandes tipos de vegetación para México: los bosques tropicales perennifolios (selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias del trópico húmedo); los bosques tropicales caducifolios (selvas bajas y medianas caducifolias y subcaducifolias y las selvas espinosas); los bosques mesófilos de montaña (comunidades de gran diversidad en su estructura y composición, que comparten ambientes templados muy húmedos); los bosques templados de coníferas y latifoliadas (bosques de pino, oyamel, ayarín, cedro, táscate, de encinos y mixtos de pino y encino, en distintas proporciones); los matorrales xerófilos (diversas comunidades vegetales dominantes en los climas áridos y semiáridos, i.e. matorrales rosetófilos, desérticos, crasicuales, submontano y subtropical, mezquital y vegetación gipsófila y halófila); los pastizales (pastizal natural, pradera de alta montaña, sabana y pastizales gipsófilos y halófilos), y los humedales (manglar, bosque y selva de galería, dunas costeras, vegetación de petén, popal y tular). La figura 5 muestra la distribución de los siete tipos de vegetación primaria y de la vegetación secundaria derivada de ellos.

Los servicios ecosistémicos de las plantas

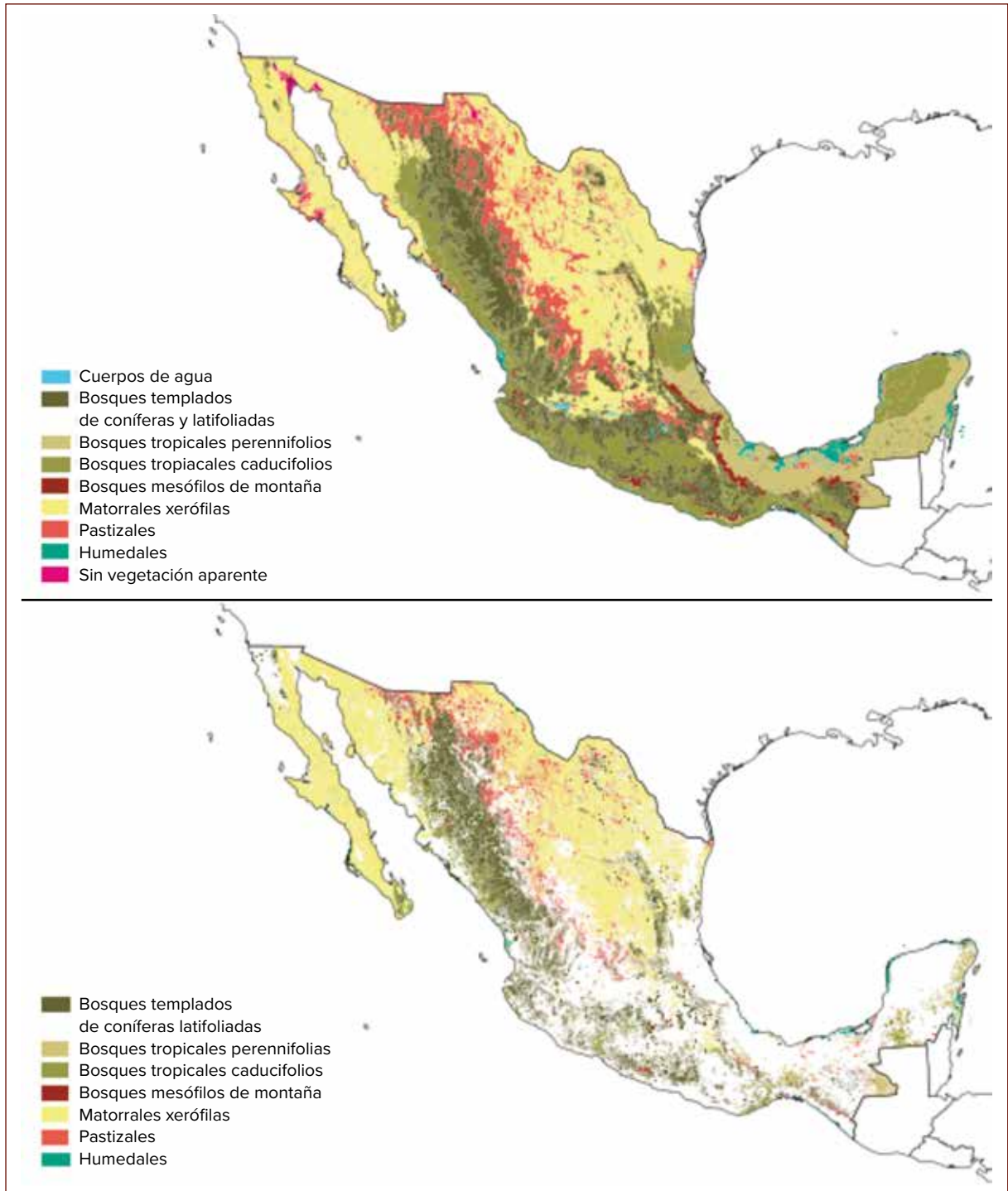
Los servicios ecosistémicos son los componentes de los ecosistemas que se consumen directamente,

Figura 4. Algunas plantas vasculares endémicas de México. 1) *Manihot pauciflora* Brandegee, 2) *Casimiroa calderoniae* F. Chiang y Medrano, 3) *Jatropha neopauciflora* Pax, 4) *Fouquieria ochoterenae* Miranda, 5) *Agave macroacantha* Zucc., 6) *Lasianthaea helianthoides* DC., 7) *Morkillia mexicana* (Moc. y Sessé) Rose y Painter, 8) *Lasiocarpus ferrugineus* Gentry.



Fotografías de Oswaldo Téllez Valdés.

Figura 5. Distribución de los tipos de vegetación primaria (A) y secundaria (B) de México.



Tomado de Challenger y Soberón (2008).

que se disfrutan o que contribuyen, a través de interacciones entre ellos, a generar condiciones adecuadas para el bienestar humano. Estos servicios incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural; y, los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos (Balvanera et al., 2009; Balvanera, 2012).

Las plantas de México tienen un papel crítico en todos y cada uno de estos servicios. Así, en nuestro país, el estudio de la prolongada historia de interacción entre las sociedades y las plantas ha revelado que existen 11,700 especies de plantas principalmente vasculares que son utilizadas en mayor o menor grado (Casas et al., 2016), lo que representa poco más del 50% de la riqueza registrada para el país (Villaseñor, 2016). De ellas, más de 3,000 son empleadas en la medicina tradicional, 1,600 son consumidas como alimento humano y más de 300 se destinan al forraje (Casas et al., 2017). Entre las plantas alimenticias destacan las especies que para algunos pueden considerarse como malezas y que contribuyen a la alimentación y medicina de la población, pero sobre todo otras que fueron domesticadas en México, como los frijoles, chiles, calabazas y amarantos, además de los guajes, el tempesquite, el tejocote y por supuesto el maíz; en conjunto, todas estas especies han contribuido en la nutrición y otros rubros del bienestar humano, tanto en el país, como en otras partes del mundo (Lira et al., 2016; véase también el capítulo sobre Agrobiodiversidad de A. Casas en este volumen). Se ha documentado también que en México todos los ecosistemas contribuyen en mayor o menor grado a regular la calidad y cantidad de agua, de la biodiversidad, las plagas, la polinización, erosión, clima, calidad del aire e incluso la respuesta a eventos naturales extremos, sin dejar de lado, por supuesto, su aportación de belleza, espiritualidad, recreación cultural y social para las poblaciones humanas (Balvanera et al., 2009; Balvanera, 2012).

Amenazas a las plantas

Las amenazas más importantes para las plantas de México son el cambio de uso del suelo, la sobreexplotación de los recursos y el cambio climático, así como también la combinación entre estos factores. Se sabe que algunas actividades tienen efectos negativos específicos en las especies vegetales y en los servicios ecosistémicos que proporcionan, entre los que se encuentran: 1) la siembra de forrajes porque compite con la agricultura por superficie; 2) la expansión de la frontera agrícola-ganadera pues reduce la cobertura de bosques y de los ecosistemas con elementos leñosos; 3) los cambios en la cobertura vegetal puesto que disminuyen la calidad del suelo para regular el ciclo hidrológico; 4) el uso de plaguicidas y herbicidas porque afecta las poblaciones de polinizadores y en consecuencia a la reproducción de muchas especies vegetales; 5) la reducción de la biodiversidad en paisajes agrícolas ya que afecta el mantenimiento de enemigos naturales de plagas y vectores de enfermedades; 6) la remoción o quema de la cobertura vegetal original pues disminuye la capacidad del suelo para regular el ciclo hidrológico, promueven la erosión y disminuyen la disminución de los almacenes y mantenimiento de la fertilidad; y, 7) la explotación forestal clandestina, el manejo inadecuado y la sobreexplotación de leña debido a que conducen a la pérdida de biodiversidad y disminuyen la calidad del suelo para regular el ciclo hidrológico (Balvanera et al., 2009). Aunque aun no se tiene información detallada sobre estos aspectos, existen trabajos que destacan sus efectos en los bosques tropicales en general (Balvanera, 2012) y de manera particular el bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca (Meave et al., 2012), el cual, como ya se mencionó, es el de mayor riqueza en especies vegetales del país.

En cuanto al cambio climático, los estudios sobre algunas especies de plantas han revelado que sus efectos serán principalmente negativos afectando la distribución potencial de especies vegetales importantes ya sea por su rareza, importan-

cia cultural o económica o por su relevancia como recursos genéticos para el posible mejoramiento de cultivos. Ejemplos son los casos de *Fagus grandifolia* var. *mexicana* (Téllez-Valdés et al., 2006), los parientes silvestres de especies domesticadas de la familia *Cucurbitaceae* (Lira et al., 2009) y las poblaciones de la especie de cactácea *Neobuxbaumia tetetzo* del Valle de Tehuacán-Cuicatlán en los estados de Puebla y Oaxaca (Dávila et al., 2013).

Políticas públicas y acciones para el manejo y conservación de las plantas

De acuerdo con Carabias et al. (2008), distintos fallos en las políticas públicas han generado importantes pérdidas de biodiversidad en México, entre ellas destacan:

- 1) La falta de consenso en torno a una meta general sobre la superficie que debe mantener el país con cobertura vegetal, conservada o sujeta a manejo sustentable, sin transformarla; 2) políticas confusas y marco jurídico inadecuado (el reparto agrario y las reformas legales vinculadas a la tenencia de la tierra no incorporaron criterios de resguardo del capital natural, lo cual fomentó la transformación acelerada de los ecosistemas); 3) aprovechamiento inapropiado de recursos forestales (los recursos forestales maderables y las actividades asociadas estuvieron concesionados por años a terceros, sin que la extracción de estos recursos de los ecosistemas naturales beneficiara directamente a sus dueños para lograr su desarrollo y bienestar social); 4) abandono del campo (en los años noventa presenciamos el acelerado desmantelamiento de las instancias federales relacionadas con el desarrollo económico y social del campo). También tuvieron lugar distintos avances que buscaron revertir las dinámicas del deterioro ambiental, a partir de 1994 la creación de la Semarnap más tarde la Semarnat fue un paso sustantivo en la búsqueda de la sustentabilidad. La fusión en una nueva institución de los sectores forestal, de agua y de pesca, junto con la gestión

de los temas ambientales, permitieron alcanzar cierta convergencia en las políticas sectoriales. Desde la perspectiva científica, la creación de la Conabio representó una excelente iniciativa para fomentar las actividades académicas relacionadas con la documentación de los recursos naturales del país y la generación de nuevas propuestas para su manejo y conservación emanadas del análisis de toda la información recopilada.

Los avances en materia de áreas naturales protegidas son también notables, pues en la actualidad se cuenta en el país con más de 180 zonas de protección en distintas categorías, cuya regulación está a cargo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/anps_decretadas/lista_anps.pdf). Igualmente, relevantes son los esfuerzos de conservación *ex situ*, entre los cuales destaca la colección de semillas de plantas silvestres, un proyecto que durante muchos años han llevado a cabo la FES Iztacala, UNAM, y los Jardines Botánicos Reales de Kew, en Inglaterra, en donde se conservan e investigan 3500 accesiones provenientes de 1,700 especies pertenecientes a 861 géneros y 137 familias de plantas vasculares (Dávila et al., 2016).

La diversidad de los vertebrados en México

María del Coro Arizmendi, Carlos Muench,
Gerardo Ceballos y Andrés García

El mundo está en un punto de inflexión importante con respecto al deterioro ambiental. Por primera vez en la historia, los científicos estamos preocupados por el posible colapso global de la civilización en pocas décadas, como consecuencia de ese deterioro. Los principales problemas ambientales son las elevadas tasas de destrucción y fragmentación del hábitat (i.e. deforestación), la extinción de poblaciones y especies, la sobreexplotación y tráfico ilegal de especies, la contaminación, la toxificación, las especies introducidas, las enfermedades transmitidas por animales domésticos, y ahora el cambio climático, con sus

múltiples manifestaciones. Nunca la humanidad había enfrentado un reto de esta magnitud, complejidad y gravedad de consecuencias, con excepción, tal vez, de un holocausto nuclear (Ceballos et al., 2015, 2017; 2018).

La pérdida de la diversidad biológica y los efectos del calentamiento global tienen muchas consecuencias negativas para el ser humano. Entre las más importantes está la pérdida de los servicios ambientales, que son los beneficios que obtenemos los seres humanos por el buen funcionamiento de los sistemas naturales.

La diversidad biológica de México ha sufrido un deterioro profundo, especialmente acentuado desde mediados del siglo xx. Ese deterioro ha sido causado por los impactos negativos el crecimiento de la población humana, los patrones de consumo y las tecnologías como el uso de energías fósiles (Ehrlich y Ceballos, 1997; Ceballos et al., 2015).

Diversidad biológica

México cubre 2 millones de kilómetros cuadrados, lo que lo coloca como el decimotercer país más grande del mundo. Se considera un país megadiverso porque alberga alrededor del 10% de todas las especies existentes en el mundo en menos del 1% de la masa de tierra global (Ceballos y Brown, 1995; Mittermeier et al., 1999; Sarukhán et al., 2009). Ocupa el primer lugar en riqueza de especies de reptiles y anfibios (864 y 376 especies, respectivamente), cuarto para mamíferos (564 especies), cuarto para plantas vasculares (entre 21,989 y 23,424 especies), y décimo primero para aves (1150 especies) (Ceballos y Oliva, 2005; Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004; Navarro-Sigüenza y Gordillo, 2006; Villaseñor, 2004, Sarukhán et al., 2009). En cuanto a peces, México tiene descritas 2672 especies de peces de las 27,977 presentes en el mundo (Sarukhán et al., 2009).

La biodiversidad de México se compone de especies de afinidad tropical y templada, siendo el único país en la Tierra en donde convergen

completamente dos regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical. El país presenta un gradiente de humedad de norte a sur, con matorrales áridos que dominan los paisajes del norte, bosques templados que cubren las montañas y selvas tropicales en el sur y las zonas costeras. En nuestro territorio existen 50 tipos de vegetación que representan cuatro principales biomas: matorrales, pastizales, bosques templados y selvas tropicales (Sarukhán et al., 2009).

La biodiversidad mexicana es notable también porque aproximadamente el 20% de sus especies de vertebrados son endémicas, es decir, exclusivos del país. El endemismo es mayor del 40% para anfibios (174 especies), reptiles (368 especies) y plantas vasculares. Mamíferos (161 especies) y aves (125 especies) presentan niveles menores de endemismo, que se concentra en zonas y ecosistemas específicos del país, como los bosques tropicales caducifolios, los bosques mesófilos de montaña y las zonas áridas. En cuanto a peces, el 10% de las especies mexicanas (271) son endémicas.

Nuestra mayor responsabilidad como país en cuanto a conservación de la biodiversidad es con las especies endémicas, ya que, si el hábitat de estas especies se pierde, podemos causar su extinción total. Un buen ejemplo es la Coqueta de Atoyac (*Lophornis brachylophus*) especie de colibrí restringida a 53 km² de bosque mesófilo de montaña en la sierra de Atoyac en Guerrero (Arizmendi y Berlanga, 2004). Esta especie es prácticamente desconocida, excepto por su descripción taxonómica relativamente reciente (Banks, 1990), y depende de bosques que se encuentran amenazados por diferentes causas. El gorrión zacatero serrano (*Xenospiza baileyi*), endémico de las montañas del centro de México y cuya distribución se limita a un pequeño sitio al sur de la Ciudad de México conocido como La Cima, es otro ejemplo.

La vaquita marina (*Phocoena sinus*), endémica del Alto Golfo de California, es el único mamífero marino endémico y se considera la especie de mamífero más amenazada del mundo. Es el cetáceo más pequeño del mundo y está en peligro de extinción debido a que es capturada de manera

ilegal -aunque a veces accidental- en las redes de pesca (Sarukhán et al., 2009). El teporingo (*Romerolagus diazi*) es el conejo de menor tamaño y es endémico del sur y sureste de la cuenca de México, en regiones altas y boscosas. Está en peligro dada su distribución restringida, su alta especificidad de hábitat, su baja habilidad de dispersión, sus bajas tasas reproductivas (Sarukhan et al., 2009) y la grave reducción de su hábitat.

Entre los reptiles, la serpiente coralillo del Balsas (*Micrurus laticollaris*) es una especie que se distribuye en las costas del Pacífico y la cuenca del Balsas, característica de las selvas bajas caducifolias de esta región. La fragmentación de estos ecosistemas pone a esta y otras especies en riesgo de extinción.

Importancia ecológica y servicios ecosistémicos provistos por los vertebrados

Los vertebrados presentes en el país desempeñan funciones ecológicas cruciales en la estructuración y regulación de los ecosistemas que habitan, por lo que son prioritarios en términos de conservación de la biodiversidad. Los vertebrados son los depredadores principales que controlan las poblaciones de muchas otras especies. Jaguares, pumas y águilas son los grandes carnívoros depredadores, mientras que los grandes herbívoros, tapires, jabalíes, venados, son los depredadores de semillas. Además, los vertebrados tienen una gran importancia económica para muchas comunidades rurales, que recurren a la cacería de subsistencia para cumplir sus requerimientos de proteína animal (Robinson y Bodmer, 1999). La desaparición de las poblaciones de vertebrados mayores tiene importantes consecuencias sobre el funcionamiento de los ecosistemas y su capacidad para proveer servicios clave a las sociedades humanas (Dirzo y Miranda, 1990; Dirzo et al., 2007; Dirzo et al., 2014).

Los vertebrados insectívoros son muy importantes para el control poblacional de insectos, algunos de los cuales pueden considerarse plagas

de importancia económica innegable. Los murciélagos y muchas especies de aves insectívoras son ejemplos importantes de este servicio, cuyo valor para la agricultura es significativo (Cleveland et al., 2006).

Por otro lado, la reproducción de las plantas con flor depende en un 90% de los casos del servicio de polinizadores y dispersores de semillas. Muchos vertebrados se alimentan de néctar de las flores, fertilizándolas al visitarlas y permitiendo que las plantas se reproduzcan. Otros animales consumen los frutos, transportando las semillas en sus tractos digestivos y “sembrándolas” en sitios alejados de la planta madre, donde germinan y se establecen. La polinización tiene también un valor económico importante, pues muchas de las plantas que dependen de ella para producir semillas son cultivos que producen frutas, verduras y otros productos útiles para el hombre (i.e. Aizen et al., 2009; Ashworth et al., 2009). El tequila y el mezcal son ejemplos de productos de importancia creciente en las economías del mundo que dependen de la presencia y abundancia de murciélagos polinizadores.

Menos cuantificable pero no por ello menos importante es el valor que los vertebrados tienen en la cultura. Muchos dioses de nuestros antepasados están representados o representan un vertebrado. *Huitzilopochtli*, dios de la guerra mexicana cuyo nombre significa colibrí zurdo, es un ejemplo de la importancia de los colibríes como símbolos en las culturas prehispánicas, que hasta la fecha se conserva.

Problemas de conservación

México tiene una población de alrededor de 130 millones de personas, lo que lo coloca en el undécimo lugar en el mundo. Su economía también es grande, ocupando el puesto decimoprimer en el mundo, con un producto interno bruto de 1.2 billones de dólares. Sin embargo, aproximadamente el 50% de su población vive en la pobreza y hay enormes desigualdades en la distribución del

ingreso (Inegi, 2010; Hanson, 2007). Se proyecta que para el año 2050 la población aumentará a alrededor de 144 millones de personas. El crecimiento poblacional y el desarrollo económico de México, entre otros factores complejos, han producido profundos problemas ambientales que han ocasionado la pérdida de diversidad biológica y la erosión de los servicios ambientales.

A pesar de que las tasas de deforestación han disminuido en la década pasada, se estima que actualmente aproximadamente 100,000 ha de vegetación natural se pierden cada año. Los ecosistemas tropicales, en particular las selvas húmedas, que albergan una altísima diversidad biológica, han sido impactados severamente por este proceso. Las selvas secas ahora están sufriendo las mayores pérdidas anuales (Ceballos y García, 1995; Challenger, 1998; Maass et al., 2005).

El país presenta severos problemas de erosión (Challenger, 1998). Los pastizales y matorrales en el centro y norte de México se están desertificando por el pastoreo excesivo y la expansión de tierras de cultivo (Ceballos et al., 2010). Prácticamente todos los principales acuíferos en las regiones central y norte se usan de manera insostenible, extrayendo más agua que la que se infiltra naturalmente. La mayoría de las cuencas hidrológicas y los ríos están contaminados (Challenger, 1998). La caza y el comercio ilegal de especies es un fenómeno que, a pesar de muchos esfuerzos, no se ha podido controlar, de manera que existen grupos de vertebrados, como los pericos y guacamayas, que están amenazados por el tráfico ilegal (Cantú et al., 2007; Stephen, 2012). Las especies invasoras, y las enfermedades emergentes y re-emergentes también son problemas ambientales importantes. Finalmente, el cambio climático es un factor importante que pone en riesgo el destino de la biodiversidad (Sarukhán et al., 2009).

Propuestas

Para diseñar políticas públicas en materia de conservación de la biodiversidad es necesario contar

con un diagnóstico adecuado de la situación actual, así como definir objetivos precisos e indicadores para evaluar su cumplimiento con base en conocimiento científico robusto.

Los ejes temáticos para la conservación de la biodiversidad deben ser la conservación de la vegetación natural y del medio marino, la protección de las especies de fauna y flora silvestres, y la preservación de los servicios ambientales.

Mantener la vegetación natural es el principal método para conservar la diversidad biológica y los servicios ambientales a corto, mediano y largo plazos. Para lograrlo, una estrategia importante que el gobierno mexicano ha comprometido al suscribir acuerdos internacionales es aumentar la superficie total protegida en el país, no sin antes consolidar y fortalecer el sistema nacional de Áreas Naturales protegidas (ANP) y la comisión del mismo nombre que las maneja y protege. Es necesario que todas las ANP cuenten con planes de manejo y conservación, pero también con un sistema de seguimiento transparente y eficaz para las acciones emprendidas. La protección en papel no tiene ningún sentido para la conservación de la biodiversidad. Para ello es necesario reforzar el Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas haciendo vinculantes sus recomendaciones. Por otro lado, es crucial fomentar la participación social en el manejo y administración de las ANP, mediante la construcción y el fortalecimiento de espacios de discusión y planeación que fomenten la vinculación entre las comunidades locales, las instituciones académicas y el gobierno.

Lograr una tasa de deforestación cero debería ser una meta primordial para el gobierno. Dado que entre el 60% y el 80% de los territorios forestales del país son propiedad de ejidos y comunidades agrarias (Madrid et al., 2009), la importancia de la propiedad colectiva para lograr este objetivo es insoslayable. Por ello, es importante fortalecer la figura de áreas dedicadas voluntariamente a la conservación (ADVOC), reforzando y ampliando este instrumento de gestión para generar un sistema de Áreas Naturales Protegidas Comunitarias. Este instrumento de conservación

puede ser muy efectivo, pues las áreas de conservación comunitaria pueden mantener niveles de biodiversidad similares a las reservas oficiales (Muench y Martínez-Ramos, 2016), incluyendo especies amenazadas o con características ecológicas que las hacen vulnerables a la extinción, tales como un gran tamaño corporal, o una tasa reproductiva lenta.

En este sentido, es crucial que la certificación de las ADVC represente un beneficio claro para los dueños de la tierra, desarrollando incentivos para la conservación de áreas naturales. Las ADVC deben contar con recursos para el financiamiento de las actividades de manejo pertinentes a cada caso. Adicionalmente, se deben fortalecer los programas de pago por servicios ambientales, buscando que sean sustentables, de largo plazo y vinculados a actividades de manejo sustentable del territorio y la biodiversidad.

El avance de la deforestación provoca el aislamiento entre las áreas naturales, lo cual tiene fuertes impactos ecológicos, provocando en muchos casos la extinción local de especies de fauna mayor (Newmark, 1996; Woodroffe y Ginsberg, 1998). Por ello es muy importante que las políticas públicas para la conservación de la biodiversidad estén basadas en una perspectiva de manejo integral del paisaje. El mantenimiento de la conectividad del paisaje es crucial para permitir el movimiento de fauna entre remanentes de vegetación natural, reduciendo el riesgo de extinción local (Bennett et al., 2006). Para ello, es importante el mantenimiento de corredores biológicos y el fomento a actividades productivas de bajo impacto.

La conservación de las especies de vertebrados amenazadas y en peligro de extinción debe ser una prioridad nacional, dado que forman parte esencial de nuestro patrimonio natural. Las especies vulnerables, así como las de importancia económica y cultural, deben también ser protegidas y su uso y manejo debe estar regulado por la ley. Debemos promover la cero extinción de especies mediante instrumentos tales como los planes de conservación de especies en riesgo, y con acciones

para evitar el tráfico ilegal de especies. El monitoreo constante y sistemático de especies clave de fauna debe convertirse en un instrumento para informar la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad y desarrollo rural sustentable.

La conservación del medio marino y de las aguas dulces es primordial para la conservación de la biodiversidad. México es el duodécimo país en cuanto a presencia de ecosistemas marinos con influencia del Pacífico-centro-oriental y Atlántico-centro-occidental, y con una variedad enorme de ambientes marinos como los taludes continentales, las planicies abisales, islas oceánicas, fosas y cadenas montañosas marinas (Sarukhán et al., 2009). De las especies que forman parte de estos ecosistemas tenemos poco conocimiento, salvo para aquellas especies que tienen un valor comercial en las pesquerías. Los ecosistemas costeros, insulares y las aguas continentales también son importantes para el mantenimiento de la biodiversidad de vertebrados. Las zonas costeras revisten una importancia fundamental y el conocimiento que tenemos de su dinámica es muy fragmentario (Sarukhán et al., 2009). Por ello, es importante fomentar la investigación biológica y ecológica en el medio marino.

La promoción de estrategias sustentables de manejo de nuestros recursos naturales debe ser impulsada desde las plataformas educativas. La valorización de los animales resaltando los servicios ecosistémicos que prestan es primordial. La inclusión de las comunidades y de los habitantes de las poblaciones urbanas es necesaria para la conservación de los vertebrados, por lo que la educación ambiental debe ser una prioridad para el desarrollo sustentable.

Uso y conservación de la biodiversidad en México

Carlos Muench y Pedro Álvarez-Icaza

México es uno de los 5 países con mayor diversidad biológica del mundo: alberga entre el 10 y el

12% de las especies del planeta en solo 2.5% de la superficie terrestre. Esta gran riqueza biológica es el resultado de diversos factores. La complejidad climática y orográfica del territorio mexicano determina el gran número de ecosistemas y condiciones ambientales distintas que constituyen el hábitat de numerosas especies, poblaciones y comunidades biológicas, que a su vez son los reservorios de una gran diversidad genética. Además, dada su ubicación en el centro del continente americano, México es el punto de contacto entre dos regiones biogeográficas con historias evolutivas distintas. Hace millones de años, al emerger un puente de tierra que conectó la región neotropical en América del Sur y la región neártica en Norte América, la región hoy conocida como Mesoamérica se convirtió en un punto de intercambio de flora y fauna entre estas dos regiones. Así, la biodiversidad mexicana incluye especies provenientes de ambas regiones, además de un importante nivel de endemismos.

Otro factor que determina el lugar privilegiado de nuestro país en el mundo en cuanto a diversidad biológica es la interacción entre esta diversidad y los grupos humanos que han habitado el territorio mexicano. México es uno de los ocho centros de origen, diversificación y domesticación de cultivos y otras especies útiles para los seres humanos a nivel mundial, los conocidos como centros Vavilov. En estos sitios es donde los seres humanos han seleccionado, generación tras generación, las características más deseables de las especies que utilizan, generando variedades adaptadas a las condiciones de cada región específica, y construyendo así un valioso acervo de diversidad genética. Este aspecto de la biodiversidad, conocido como agrobiodiversidad, fue modelado y es mantenido por las prácticas de manejo de las culturas indígenas y rurales que han convivido con los ecosistemas mexicanos por miles de años.

Entre las especies cultivadas cuyo origen debemos a las culturas mexicanas se encuentran algunas de gran importancia para la economía global y la cultura culinaria de muchos países, como

la calabaza, el chile, el aguacate o el cacao. Entre estas especies se encuentra también una que, además de su gran importancia cultural, es una de las cuatro plantas más importantes para la alimentación de la población mundial: el maíz. El mantenimiento de esta agrobiodiversidad, que guarda un potencial incalculable para la economía y la seguridad alimentaria del país y del planeta, está íntimamente ligado a la persistencia de los grupos y las prácticas culturales que le dieron origen y que hoy continúan desarrollándola.

Las culturas mexicanas no solo han creado especies y variedades nuevas, además han generado nuevos paisajes mediante la implementación y el perfeccionamiento de sistemas productivos adaptados a los ecosistemas y condiciones locales, tales como las terrazas agrícolas, las chinampas, los distintos paisajes agroforestales y las múltiples formas de cultivo de la milpa en distintas regiones del país. Los paisajes generados por los grupos humanos, mosaicos territoriales en los que coexisten distintos tipos de ecosistemas naturales y sistemas productivos, son una escala geográfica crucial para el manejo y conservación de la biodiversidad y los procesos ecológicos, pues constituyen sistemas integrados en los que el binomio naturaleza-cultura ha adquirido una forma determinada en el transcurso de largos periodos. Estos paisajes bioculturales, los sistemas productivos y las prácticas culturales que los modelan, la agrobiodiversidad y biodiversidad asociada que albergan y los grupos humanos que los manejan y usan son profundamente interdependientes. Por ello, su conservación requiere de un esquema de conservación *in situ* del patrimonio biocultural, que mantenga las interacciones entre grupos sociales, sistemas productivos, ecosistemas, especies y diversidad genética.

La diversidad cultural y la biodiversidad no solo son interdependientes, si no que están amenazadas por los mismos tipos de procesos. En México, los principales factores de amenaza son los patrones de producción agropecuaria basados en el modelo agroindustrial y las actividades extractivas vinculadas a la industria minera y de

hidrocarburos, así como los desarrollos turísticos de gran escala. Típicamente, estas actividades están vinculadas con un proceso de acaparamiento de tierras previo al cambio de uso del suelo, y conducen no solo a la deforestación y fragmentación de los ecosistemas naturales, sino a la erosión de las estructuras sociales y prácticas culturales tradicionales para sustituirlas por sistemas de valores que giran en torno a la acumulación y el consumismo. En suma, este modelo de desarrollo, impuesto por las fuerzas del mercado global e impulsado por legislaciones y políticas públicas vigentes, conduce a la degradación de los sistemas naturales del país y de la calidad de vida de sus habitantes.

El nivel de deterioro ambiental de los ecosistemas y procesos naturales es alarmante. Las actividades humanas han modificado los paisajes y las dinámicas naturales en prácticamente toda la superficie del planeta (Kareiva et al., 2007). Solo las actividades productivas basadas en el modelo agroindustrial, que utiliza semillas mejoradas, fertilizantes y pesticidas, maquinaria agrícola e infraestructura de irrigación para desviar fuentes de agua de los ecosistemas naturales a las tierras de cultivo, cubren hoy una tercera parte de la superficie terrestre. Como resultado directo de este modelo de producción, millones de hectáreas de bosques y vegetación natural han sido convertidas en terrenos agrícolas. El uso indiscriminado de pesticidas ha envenenado el suelo de grandes extensiones de tierra y grandes volúmenes de agua, y el uso de fertilizantes ha contaminado aguas superficiales, acuíferos y humedales costeros, modificando radicalmente los ecosistemas acuáticos. La mitad de la tierra agrícola del planeta presenta suelos degradados, la mitad de los ríos del planeta están fuertemente contaminados, y el 60% de los ríos más grandes del planeta están fragmentados por presas (Scherr y McNeely, 2008).

Para detener y revertir este alarmante proceso de deterioro ambiental y social es necesario un cambio en el paradigma de conservación biológica vigente. A la fecha, la política de conservación del Estado mexicano se ha centrado en el

establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP) bajo el control y la administración del Estado. La institución encargada de salvaguardar el patrimonio natural de México presente en las ANP es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). A la fecha, cerca del 12% del territorio nacional terrestre y marino cuenta con un decreto de protección bajo alguna de las categorías de ANP consideradas en la legislación. La Conanp ha logrado que la mayoría de las ANP del país cuente con un mínimo de personal calificado, con presencia constante en los territorios a resguardar. Este logro no es menor si se considera que en muchas regiones remotas y marginadas del país la presencia del Estado mexicano es prácticamente nula, de manera que la población local identifica al personal de la Conanp como el representante más cercano del gobierno. Otro logro de esta institución digno de resaltar es que cerca de 70 de las 176 ANP federales cuentan con un programa de manejo, lo que tomó 10 años lograr. A pesar de la considerable cobertura lograda por el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la mayor parte de la riqueza biológica del país se encuentra fuera de las ANP.

Entre las más importantes limitaciones de la Conanp es necesario mencionar su limitado apoyo a iniciativas de conservación provenientes de la sociedad civil. Aunque esta institución cuenta con un programa de certificación de Áreas Dedicadas Voluntariamente a la Conservación, hace falta que el Estado mexicano valore y apoye los esfuerzos sociales de conservación con políticas públicas bien estructuradas, acciones concretas y recursos para su correcta operación.

Por otro lado, la Conanp no ha dedicado suficientes esfuerzos a incorporar de manera efectiva a los dueños del territorio en la administración y manejo de las ANP. Con frecuencia, el establecimiento de las ANP se realiza sin considerar las prácticas, visiones, valores e intereses de las comunidades locales, y por ello genera conflictos entre ellas y las autoridades ambientales (West et al., 2006; García-Frapolli et al., 2009; Merino y Hernández, 2009). Cuando existen espacios de

participación local para la toma de decisiones de manejo, éstos no suelen ser efectivos por estar sujetos a fuertes inequidades de poder (García-Frapolli et al., 2009). Este es un problema grave, ya que ha provocado un rechazo social a la institución y a las reservas en sí mismas, que en ocasiones se traduce en una resistencia activa por parte de las comunidades que habitan estas áreas (Wilshusen et al., 2002; Chapin, 2004; García-Frapolli et al., 2009). Por ello, es fundamental fomentar la participación social en el manejo de las ANP, mediante la construcción y el fortalecimiento de instituciones locales que regulen el acceso a los recursos naturales y el establecimiento de mecanismos de vinculación entre las comunidades locales, instituciones académicas y de gobierno (Álvarez-Icaza, 2014).

La frecuente oposición social al modelo de conservación basado en el establecimiento de ANP es comprensible, considerando que éstas generan beneficios a escala global, pero los costos económicos, sociales y culturales de su establecimiento son en gran medida transferidos a las comunidades locales (Adams y Hutton, 2007). Las comunidades locales a menudo dependen de la biodiversidad para satisfacer necesidades básicas de alimento, medicina o vivienda (Kaimowitz y Sheil, 2007), por lo que sus prioridades y visiones suelen ser distintas de las prioridades de conservación globales.

La inclusión de la perspectiva de las comunidades locales no solo puede evitar conflictos previsibles, si no generar oportunidades de colaboración hacia objetivos de conservación comunes (Sheil et al., 2006). La necesidad de una política de conservación más cercana a los intereses de las comunidades es insoslayable, considerando el patrón de tenencia de la tierra existente en nuestro país. La propiedad colectiva de la tierra en México, resultado directo de diversos movimientos sociales, en especial, la lucha agrarista vinculada a la Revolución Mexicana de 1910, es un caso relevante. Este tipo de propiedad es más significativa en los territorios que mantienen una cobertura de bosques y selvas, los de mayor importancia

en términos de diversidad biológica. De acuerdo con distintas estimaciones, entre el 60 y el 80% de los territorios forestales del país son propiedad de ejidos y comunidades agrarias (Madrid et al., 2009). Dado este patrón de tenencia, no es sorprendente que la gran mayoría de las ANP del país se encuentren establecidas sobre el territorio de comunidades indígenas y ejidos (García-Frapolli et al., 2009, Reyes et al., 2012).

La importancia de la propiedad colectiva para el manejo sustentable del territorio y la biodiversidad debe ser reconocida y valorada. La conservación de la diversidad y la funcionalidad de los paisajes es una tarea compleja que no puede emprenderse de manera individual y requiere necesariamente de la construcción de comunidad. La construcción de acuerdos y reglas de acceso, uso y protección del territorio y sus recursos, así como las actividades de planeación para su manejo y conservación, se ven enriquecidas por la colectividad inherente en las formas de propiedad social que existen en nuestro país (Merino, 2009; 2013; 2017).

La política de conservación basada en el establecimiento de ANP no solo afecta los derechos de las comunidades, dueñas legítimas de la tierra; además, tiene alcances limitados en términos ecológicos. La protección de ANP estáticas, que ignoran los procesos ecológicos y socioculturales que ocurren fuera de sus límites administrativos, es incapaz de asegurar el mantenimiento de la conectividad entre áreas conservadas, de allí que las ANP oficiales en muchas regiones se encuentran cada vez más aisladas por el avance de la deforestación en sus inmediaciones (DeFries et al., 2005; Merino, 2009 a, b). Los impactos ecológicos del aislamiento incluyen la extinción local de especies de fauna mayor dentro de muchas reservas (Newmark, 1996; Woodroffe y Ginsberg, 1998). Este modelo de conservación, al modificar radicalmente los vínculos de uso y apropiación de la naturaleza establecidos por las comunidades a lo largo del tiempo, tiende a erosionar el patrimonio biocultural del país, modificando en consecuencia la estructura y funcionalidad de los paisajes.

La política de conservación a impulsar en México debe poner énfasis en el manejo sustentable de los paisajes productivos que albergan la mayor parte de la riqueza biológica del país. Para ello, un primer paso es reconocer que la diversidad biocultural constituye un enorme potencial para el desarrollo social y económico del México rural, y que por lo tanto el patrimonio biocultural, la interacción de los grupos humanos con la biodiversidad, los conocimientos y las prácticas de manejo que han modelado y mantenido paisajes, ecosistemas y sistemas productivos son objetos de protección y conservación en sí mismos. Un nuevo modelo de gestión territorial muy prometedor en este sentido se planteó en la iniciativa de Ley General de Biodiversidad (que no fue aprobada), bajo la denominación de “Demarcaciones Bioculturales”. La instrumentación de este modelo de gestión debe partir de un ordenamiento ecológico y económico del territorio como instrumento de planificación territorial, construido a partir de acuerdos entre todos los actores involucrados en el manejo del territorio en cuestión.

Por otro lado, es muy importante diseñar políticas públicas basadas en una perspectiva de manejo integral del paisaje, que fortalezcan las capacidades locales de gestión territorial y procuren el mantenimiento de la conectividad del paisaje y de la funcionalidad de los ecosistemas. El mantenimiento de la conectividad del paisaje busca facilitar el movimiento de la fauna entre remanentes de vegetación natural, reduciendo el riesgo de extinción local y manteniendo la riqueza y composición de la comunidad biológica (Bennett et al., 2006). Este manejo puede consistir en el mantenimiento o creación de corredores y pequeños parches de vegetación entre los remanentes de bosque, o incrementando la permeabilidad de la matriz antrópica (Fischer y Lindenmayer, 2007), lo cual puede lograrse mediante el manejo agroecológico de los sistemas productivos (Donald y Evans, 2006; Perfecto y Vandermeer, 2008).

Un instrumento de gestión territorial interesante son los corredores biológicos, concebidos como espacios en los que las comunidades rurales

hacen uso de sus recursos bajo estrategias de aprovechamiento diverso y de bajo impacto ambiental. Estos espacios integran tierras productivas, remanentes de bosque y franjas ribereñas con el fin de incrementar la capacidad del paisaje de mantener biodiversidad (Chazdon et al., 2009). Estas áreas son muy importantes en cuanto a la provisión de servicios ambientales, además de interconectar las áreas naturales protegidas, potenciando su efectividad. La planeación territorial es crucial para el correcto diseño de los corredores biológicos, ya que ciertos elementos del paisaje pueden tener una importancia desproporcionada para mantener la conectividad del paisaje dado su contexto espacial (Lindenmayer et al., 2008). La planeación territorial debe buscar la integración regional de los instrumentos de planeación local que existen en nuestro país, tales como los ordenamientos territoriales y reglamentos ambientales comunitarios. Es importante que otros aspectos de la política de desarrollo rural, como el desarrollo de infraestructura carretera y tendidos eléctricos, se realicen en concordancia con esta planeación regional.

Finalmente, es fundamental que la política de conservación reconozca, apoye y promueva las formas de manejo colectivo del territorio que existen en el país, así como las formas de organización tradicionales e instituciones sociales que permiten la gobernanza local del territorio y la preservación de la biodiversidad. Algunos ejemplos relevantes que ilustran la efectividad del manejo colectivo para lograr el desarrollo socioeconómico y la conservación de la biodiversidad, y que vale la pena revisar a fondo como parte del diseño de una nueva política pública en materia ambiental, son las iniciativas de conservación comunitaria y los sistemas productivos amigables con la biodiversidad, entre los cuales destaca el manejo forestal comunitario.

Conservación comunitaria

Muchas comunidades dedican una proporción importante de su territorio al objetivo de conser-

var los ecosistemas nativos, la biodiversidad que en ellos se encuentra y los servicios ambientales que proveen, estableciendo por acuerdo de asamblea áreas de conservación comunitaria (Martin et al., 2011; Merino y Martínez, 2015; Merino, 2015; 2017). Muchas otras mantienen áreas de conservación de facto, sin que medie un acuerdo comunitario explícito para tal fin. Como un importante ejemplo de este último caso, se calcula que más del 25% de la superficie forestal aprobada para aprovechamiento en comunidades forestales permanece sin actividades de extracción, y sí con actividades de manejo para la conservación (Chapela com. pers.). Las áreas de conservación comunitaria, tanto formales como informales, son activamente manejadas, evitando y controlando incendios, plagas y actividades de extracción ilegal, limpiando manantiales y restaurando parajes, o monitoreando especies clave de flora y fauna. En suma, muchas comunidades hacen un manejo de sus áreas de conservación que sobrepasa la capacidad de intervención del estado en las ANP oficiales.

El manejo comunitario con fines de conservación y uso sustentable ha demostrado ser una estrategia efectiva para detener la deforestación en zonas de frontera agrícola en expansión (Nepstad et al., 2006; Bray et al., 2008; Porter-Bolland et al., 2012). Aunque la información al respecto es escasa, existen indicios de que las áreas de conservación comunitaria mantienen niveles de biodiversidad similares a las ANP oficiales (Muench y Martínez-Ramos, 2016), incluyendo especies amenazadas o con características que las hacen vulnerables a la extinción (gran tamaño corporal, grandes requerimientos espaciales, densidades poblacionales naturalmente bajas, tasas reproductivas lentas). Esta modalidad de conservación mantiene el control territorial, la toma de decisiones de manejo y los beneficios de la biodiversidad en manos de los ejidos y comunidades, evitando los costos sociales que pueden acarrear las áreas protegidas oficiales, como son la restricción del acceso a recursos naturales fundamentales para la vida de los habitantes de las comunidades o la

criminalización de las prácticas de manejo tradicionales y usos locales de los recursos (West et al., 2006).

La aportación de la conservación comunitaria al mantenimiento de la biodiversidad y la integridad de los ecosistemas en el contexto nacional e internacional pasa frecuentemente desapercibida, pero se estima que la superficie del planeta bajo conservación comunitaria es al menos igual a la superficie que cubren las reservas oficiales (Kothari et al., 2012). El valor de la conservación comunitaria ha sido reconocido por la Convención para la Diversidad Biológica, que exige a los gobiernos nacionales reconocer y apoyar estas iniciativas (Kothari, 2006). Sin embargo, la conservación comunitaria permanece excluida de las políticas de conservación en México. Las iniciativas de conservación comunitaria requieren apoyo gubernamental y de otros sectores de la sociedad, en forma de reconocimiento legal, seguridad en la tenencia de la tierra, apoyo económico y fortalecimiento de capacidades técnicas (Kothari, 2006).

La conservación comunitaria debe desempeñar un papel central en la política pública ambiental, no solo por el valor biológico presente en los territorios manejados por las comunidades, si no como estrategia indispensable para asegurar la efectividad de las ANP oficiales al mantener la conectividad entre ellas y amortiguar algunas de las presiones externas que las afectan (Shahabuddin y Rao, 2010; Kitamura y Clapp, 2013). Como primer paso, es importante fortalecer un instrumento de gestión ya existente, la figura de áreas dedicadas voluntariamente a la conservación (ADVC), de manera que la certificación de las áreas de conservación comunitaria bajo esta categoría represente beneficios claros para las comunidades. Estos beneficios bien pueden consistir en el acceso preferencial a ciertos programas de gobierno, lo que actualmente está estipulado en el reglamento de las ADVC, pero no en los planes de operación de los programas de gobierno relevantes. Es también fundamental que las ADVC cuenten con recursos destinados a las comunidades para el manejo de estas áreas; pueden ser

destinados al pago de brigadas de vigilancia y monitoreo comunitario o al financiamiento de otras actividades de manejo pertinentes para cada caso.

Producción sostenible

México es especialmente rico en sistemas productivos amigables con el ambiente, muchos de los cuales se han conservado por siglos en comunidades indígenas y campesinas marginadas, sobreviviendo a la expansión del modelo agroindustrial. Estos sistemas funcionan bajo una lógica radicalmente distinta a la producción agroindustrial, integrando los procesos productivos a los ecosistemas naturales que los albergan, en lugar de sustituirlos. Imitando la estructura de la vegetación natural y aprovechando las funciones naturales de los ecosistemas en lugar de modificarlas, estos sistemas productivos son ideales desde una perspectiva de conservación de la biodiversidad (Lefroy et al., 1999). Este modelo de producción permite conservar altos niveles de biodiversidad, pues las tierras agrícolas constituyen el hábitat para muchas especies nativas. Los sistemas agroforestales con varios estratos de vegetación, como el café y el cacao cultivados bajo la sombra de una gran diversidad de especies de árboles, han demostrado en varios estudios mantener una alta riqueza de especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles (Scherr y McNeely, 2008). Además, las zonas agrícolas manejadas bajo este modelo proveen diversos servicios ambientales, tales como la captación de lluvia y el mantenimiento de la calidad del agua, la protección y el mantenimiento de la fertilidad de los suelos y la captura de carbono del ambiente.

En nuestro país, la persistencia de sistemas agroforestales, especialmente de cultivo de café de sombra, la fuente de ingresos agrícolas más importante para los pobladores indígenas de México, ha permitido mantener e incluso incrementar la cobertura de bosques y selvas, conservar y restaurar los cuerpos de agua y la calidad de los suelos. Los territorios manejados de esta manera

contribuyen de manera insustituible al mantenimiento de la conectividad ecológica en las regiones con mayor riqueza biológica del país, permitiendo el flujo de genes y especies entre áreas de vegetación nativa conservada. El cultivo de café de sombra ha mejorado además las condiciones de vida de cientos de comunidades de los estados de Chiapas y Oaxaca que, a partir de una labor cotidiana y apoyándose en la organización colectiva, han colocado a México como el primer productor mundial de café orgánico.

La promoción de sistemas productivos amigables con la biodiversidad es muy importante para contrarrestar la expansión de la agricultura industrial y sus impactos en regiones de alto valor biológico en nuestro país. Las políticas públicas diseñadas en este sentido deben buscar la diversificación productiva, así como la reconversión de áreas dedicadas a actividades de alto impacto hacia sistemas más compatibles con la conservación de la biodiversidad. Para ello, se requieren instrumentos de gestión pública que construyan y fortalezcan mecanismos asociativos sociales de los productores rurales y sus comunidades, impulsando oportunidades económicas que permitan incrementar los ingresos y condiciones de bienestar de las comunidades rurales, a la par de conservar la riqueza biológica de sus territorios. Una posibilidad que ha dado buenos resultados en nuestro país es el fomento de empresas sociales campesinas que incorporen en sus planes de negocios prácticas amigables con la biodiversidad. Es importante que en la construcción de estos mecanismos asociativos se atienda a los procesos endógenos de desarrollo comunitario, y se respete las formas de organización tradicional de las comunidades, con miras a construir instituciones locales fuertes, con más capacidad de reglamentación y control del manejo territorial.

La experiencia de la Conabio a través del proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano y posteriormente con el proyecto de Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad ha evidenciado durante varios años la efectividad del manejo y conservación de paisajes productivos como

un motor del desarrollo comunitario incluyente y sustentable (Conabio, 2016).

Manejo forestal comunitario

El manejo forestal comunitario merece especial mención como una actividad económica que genera enormes beneficios en términos de conservación de la biodiversidad. En las comunidades que han logrado consolidar empresas forestales robustas, las prácticas de manejo forestal se adaptan cada vez más a la dinámica de recuperación natural de los bosques e incorporan medidas para mitigar los impactos de la extracción sobre la biodiversidad. Muchas de estas empresas están desarrollando capacidades cada vez más sofisticadas para adaptar sus actividades a los cambios en los ecosistemas manejados, incorporando, por ejemplo, esfuerzos de monitoreo de biodiversidad y calidad del agua a sus actividades cotidianas. Los territorios bajo este tipo de manejo han tenido logros muy notables deteniendo la deforestación, superando incluso el desempeño de muchas áreas naturales protegidas (Bray et al., 2008; Bray, Merino y Borry, 2005; Porter-Bolland et al., 2012). La información existente sobre el estado de las poblaciones de especies de fauna en peligro de extinción en territorios forestales, aunque escasa, indica que este tipo de manejo es compatible con su conservación. En términos de provisión de servicios ambientales el aporte del manejo forestal comunitario es todavía más claro, pues la actividad forestal promueve la captura de carbono, protege y alimenta los mantos acuíferos, mantiene la biodiversidad edáfica y las poblaciones de insectos polinizadores, entre otros beneficios importantes para la sociedad.

Así, el impulso decidido a un modelo de manejo forestal comunitario desde las instituciones de gobierno, puede ser una estrategia eficiente para articular las políticas de conservación de la biodiversidad en México. Las necesidades para fortalecer el manejo forestal comunitario en nuestro país se desarrollan con amplitud en otro capítulo,

por lo que aquí solo mencionaremos dos aspectos de política pública que pueden fortalecerse para articular de manera más eficiente la actividad forestal con la conservación de la biodiversidad.

Primero, es importante que los programas de pago por servicios ambientales (PSA), aseguren el fomento productivo estipulado de las áreas sujetas a este mecanismo. El PSA debe promover el manejo forestal comunitario, tanto de madera como de productos forestales no maderables, en áreas elegibles para el programa, aquellas con un valor de conservación significativo. Al construir alternativas económicas vinculadas al bosque, el beneficio de estos programas puede trascender su periodo de ejecución, promoviendo la revalorización de los ecosistemas y la biodiversidad, así como la apropiación social del territorio y la biodiversidad, ambos aspectos fundamentales para el éxito de las actividades de conservación. Con estas consideraciones en mente, es posible usar mecanismos de este tipo para vincular las acciones de conservación y manejo sustentable a la economía global, mediante las llamadas “economías verdes” y fondos nacionales e internacionales destinados al combate del cambio climático.

Por otro lado, los programas de reforestación y restauración ecológica pueden vincularse al desarrollo forestal comunitario. La restauración productiva, encauzada tanto a la restauración de la fertilidad del suelo como a la repoblación de especies maderables nativas de importancia económica, debe ser un objetivo central de la política de conservación oficial como lo es ya de los objetivos locales de conservación de muchas comunidades rurales. Programas de reforestación que consideren explícitamente el aprovechamiento futuro de las áreas reforestadas, y abonen a la construcción de acuerdos y reglas generadas localmente para regir estos aprovechamientos, responderían de manera simultánea a los intereses de las comunidades y a la restauración del valor ecológico de áreas degradadas.

En conclusión, la conservación de la biodiversidad en México pasa necesariamente por la reappropriación social del territorio y el fortalecimiento

to de las capacidades de gestión comunitaria. Un modelo basado en la conservación del patrimonio biocultural, el mantenimiento y restauración de la conectividad ecológica, y el fomento de la conservación comunitaria y la producción sustentable, podría ser una estrategia de desarrollo socioeconómico y conservación de la biodiversidad, viable y eficiente en el contexto de México.

Referencias

- Abson, D. J. et al. 2014. Ecosystem services as a boundary object for sustainability. *Ecol. Econ.* 103: 29-37.
- Adams, W. M. y J. Hutton. 2007. People, Parks and Poverty: Political Ecology and Biodiversity Conservation. *Conservation and Society*. 5(2): 147-183.
- Aizen, M. A., L. A. Garibaldi, S. A. Cunningham y M. A. Klein. 2009. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. *Annals of botany*. 103(9): 1579-1588.
- Allison, S. D. y J. B. H. Martiny. 2008. Resistance, resilience, and redundancy in microbial communities. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 105: 11512-11519.
- Altieri M. A. 1994. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. Nueva York: Haworth Press.
- Álvarez Icaza, P. 2014. El uso y conservación de la biodiversidad en propiedades colectivas. Una propuesta tipológica sobre los niveles de gobernanza. *Revista Mexicana de Sociología*. 76: 199-226.
- Arellanes, E. 2014. Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: El Valle de Tehuacán. *Investigación Ambiental, Ciencia y Política Pública*. 6(2): 23-44.
- Ashworth, L., M. Quesada, A. Casas, R. Aguilar y K. Oyama. 2009. Pollinator dependent food production in Mexico. *Biological Conservation*. 142(5): 1050-1057.
- Balvanera, P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21: 136-147.
- Balvanera, P., H. Cotler O. Aburto-Oropeza, A. Aguilar-Contreras, M. Aguilera-Peña, M. Aluja, A. Andrade-Cetto, I. Arroyo-Quiroz, L. Ashworth, M. Astier, P. Ávila, D. Bitrán-Bitrán, T. Camargo, J. Campo, B. Cárdenas-González, A. Casas, F. Díaz-Fleischer, J. D. Etchevers, A. Ghillardi, E. González-Padilla, A. Guevara, E. Lazos, C. López-Sagástegui, R. López-Sagástegui, J. Martínez, O. Masera, M. Mazari, A. Nadal, D. Pérez-Salicrup, R. Pérez-Gil, M. Quesada, J. Ramos-Elorduy, A. Robles-González, H. Rodríguez, J. Rull, G. Suzán, C. H. Vergara, S. Xolalpa-Molina, L. Zambrano y A. Zarco. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. México: Conabio, pp. 185-245.
- Banks, R. C. 1990. Taxonomic status of the coquette hummingbird of Guerrero, Mexico. *Auk*. 107: 191-192.
- Bell, T. et al. 2002. Microbial Biodiversity and Ecosystem Functioning Under Controlled Conditions and in the Wild. En: Naeem, S., D. E. Bunker, A. Hector, M. Loreau, C. y Perrings, C., *Biodiversity, Ecosystem Functioning, and Human Wellbeing. An Ecological and Economic Perspective*. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press, pp. 121-133.
- Bennett, A. F., J. Q. Radford y A. Haslem. 2006. Properties of Land Mosaics: Implications for Nature Conservation in Agricultural Environments. *Biological Conservation*. 133 (2): 250-264.
- Bengston, J. et al. 2002. Slippin' and slidin' between the scales: the scaling components of biodiversity-ecosystem functioning relations En: Loreau, M., S. Naeem y P. Inchausti, *Biodiversity and Ecosystem Functioning. Synthesis and Perspectives*. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press, pp. 209-220.
- Bennett, E. M. et al. 2015. Linking biodiversity, ecosystem services, and human well-being: three challenges for designing research for sustainability. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 14: 76-85.
- Bradford, M. A. y Fierer, N. 2012. The biogeography of microbial Communities and Ecosystem Processes. En: Wall, D. H., *Soil Ecology and Ecosystem services*. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press, pp. 189-200.
- Bray, D. B., E. Duran, V. H. Ramos, J. F. Mas, A. Velazquez, R. B. McNab, D. Barry y J. Radachowsky. 2008. Tropical Deforestation, Community Forests, and Protected Areas in the Maya Forest. *Ecology and Society*. 13(2): 56.

- Cantú, G. J. C., M. E. Sánchez-Saldaña, M. Grosselet y J. S. Gamez. 2007. *The illegal parrot trade in Mexico: a comprehensive assessment*. Defenders of Wildlife/Teyeliz AC.
- Carabias, J., A. Mohar y E. Provencio. 2008. Retos y riesgos en el uso de la biodiversidad. En: *Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*. México: Conabio, pp. 285-295.
- Casas, A., F. Parra, S. Rangel-Landa, J. Blancas, M. Vallejo, A. I. Moreno- Calles, S. Guillén, I. Torres-García, A. Delgado-Lemus, E. Pérez-Negrón, C. J. Figueroa, J. M. Cruse-Sanders, B. Farfán-Heredia, L. Solís, X. Aguirre, A. Otero-Arnaiz, H. Alvarado-Sizzo y A. Camou. 2017. Manejo y domesticación de plantas en Mesoamérica. Una estrategia de investigación y estado del conocimiento sobre los recursos genéticos de México. En: Casas, A., J. Torres-Guevara y F. Parra (eds.), *Domesticación en el Continente Americano. Volumen 2. Perspectivas de investigación y manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. Morelia, Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México/ Universidad Nacional Agraria La Molina/Conacyt, pp. 69-102.
- Ceballos, G. y A. García. 1995. Conserving neotropical biodiversity: the role of dry forests in western Mexico. *Conservation Biology*. 9(6): 1349-1356.
- Ceballos, G. y J. H. Brown. 1995. Global patterns of mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Conservation Biology*. 9(3): 559-568.
- Ceballos, G., P. R. Ehrlich, A. D. Barnosky, A. García, R. M. Pringle y T. M. Palmer. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*. 1(5): e1400253.
- Ceballos, G., P. R. Ehrlich y R. Dirzo. 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 114(30): E6089-E6096.
- Ceballos, G. y P. R. Ehrlich. 2018. The misunderstood sixth mass extinction. *Science* 360(6393): 1080-1081.
- Cleveland, C. J., M. Belke, P. Federico, J. D. Frank, T. G. Hallam, J. Horn, J. D. López Jr, G. F. McCracken, R. Medellín, A. Moreno-Valdez, C. G. Sansone, J. K. Westbrook y T. Kunz. 2006. Economic value of pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south central Texas. *Front Ecol Environm.* 4(5): 238-243.
- Challenger, A. y J. Soberón. 2008. *Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. México: Conabio, pp. 87-108.
- Chapin, M. 2004. A Challenge to Conservationist. *World Watch Magazine*. 17(6): 17-31.
- Chazdon, R. L., C. A. Peres, D. Dent, D. Sheil, A. E. Lugo, D. Lamb, N. E. Stork, y S. E. Miller. 2009. The Potential for Species Conservation in Tropical Secondary Forests. *Conservation Biology*. 23(6): 1406-1417.
- Dávila, P., O. Téllez y R. Lira. 2013. Impact of climate change on the distribution of the populations of an endemic Mexican columnar cactus in the Tehuacan-Cuicatlán Valley, Mexico. *Plant Biosystems*. 147: 376-386.
- Dávila, P., I. Rodríguez-Arévalo, L. García-Rojas y A. Lecona-Rodríguez. 2016. Capítulo 20. Ethnobotany and ex situ conservation of plant genetic resources in Mexico. En: Lira, R., A. Casas y J. Blancas (eds.), *Ethnobotany of Mexico. Interactions of peoples and plants in Mesoamerica*. Utrecht, Holanda: Springer, pp. 475-489.
- Dávila, P., y T. Germán. 1991. *Herbario Nacional de México. Colecciones biológicas nacionales del Instituto de Biología*. México: Instituto de Biología, UNAM.
- DeFries, R., A. Hansen, A. C. Newton y M. C. Hansen. 2005. Increasing Isolation of Protected Areas in Tropical Forests over the Past Twenty Years. *Ecological Applications*. 15(1): 19-26.
- Delgado-Baquerizo et al. 2018. A global atlas of the dominant bacteria found in soil. *Science*. 359: 320-325.
- Díaz, S. et al. 2015. The IPBES Conceptual Framework - connecting nature and people. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 14: 1-16.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1990. Contemporary Neotropical Defaunation and forest structure, function and diversity: a sequel to John Terborgh. *Conservation Biology*. 4(4): 444-447.

- Dirzo, R., E. Mendoza y P. Ortiz. 2007. Size-related differential seed predation in a heavily defaunated neotropical rain forest. *Biotropica*. 39(3):355-362.
- Dirzo, R., H. S. Young, M. Galetti, G. Ceballos, N. J. R. Isaac y B. Collen. 2014. *Defaunation in the Anthropocene*. *Science*. 345(6195): 401-406.
- Dobson, A. 1998. *Justice and the Environment: Conceptions of Environmental Sustainability and Dimensions of Social Justice*. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press.
- Donald, P. F. y A. D. Evans. 2006. Habitat Connectivity and Matrix Restoration: The Wider Implications of Agri-Environment Schemes. *Journal of Applied Ecology*. 43(2): 209-218.
- Ehrlich, P. R. y G. Ceballos. 1997. Población y medio ambiente: ¿qué nos espera? *Ciencia*. 48(4): 19-30.
- FAO. Tema 5. Las Plantas. <http://www.fao.org/docrep/006/W1309S/w1309s07.htm>.
- Fischer, J. y D. B. Lindenmayer. 2007. Landscape Modification and Habitat Fragmentation: A Synthesis. *Global Ecology and Biogeography*. 16: 265-280.
- García-Frapolli, E., G. Ramos-Fernández, E. Galicia y A. Serrano. 2009. The Complex Reality of Biodiversity Conservation through Natural Protected Area Policy: Three Cases from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Land Use Policy*. 26(3): 715-722.
- Homer-Dixon, T. y J. Blitt, (eds). 1998. *Ecoviolence: Links Among Environment, Population, and Security*. Lanham, MD: Rowman y Littlefield.
- INEGI, 2009. Cuentas económicas y ecológicas de México. www.Inegi.gob.mx.
- Kaimowitz, D. y S. Douglas. 2007. Conserving What and for Whom? Why Conservation Should Help Meet Basic Human Needs in the Tropics. *Biotropica*. 39(5): 567-574.
- Kareiva, P., S. Watts, R. McDonald y T. Boucher. 2007. Domesticated Nature: Shaping Landscapes and Ecosystems for Human Welfare. *Science*. 316(5833): 1866-1869.
- Kates, R. W. 2011. What kind of a science is sustainability science? *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 108: 19449-19450.
- Kitamura, K. y R. A. Clapp. 2013. Common Property Protected Areas: Community Control in Forest Conservation. *Land Use Policy*. 34: 204-212.
- Kothari, A., C. Corrigan, H. Jonas, A. Neumann y H. Shrumm (eds). 2012. *Recognising and Supporting Territories and Areas Conserved by Indigenous Peoples and Local Communities: Global Overview and National Case Studies*. Montreal, Canadá: Secretariado del Convenio de Diversidad Biológica, ICCA-Consortium, Technical Series 64.
- Kothari, A. 2006. Community Conserved Areas: Towards Ecological and Livelihood Security. *Parks*. 16(1): 3-13.
- Kremen, C. 2005. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecol. Lett.* 8: 468-479.
- Lefroy, E., R. Hobbs, M. O'Connor y J. Pate (eds.). 1999. *Agriculture as a Mimic of Natural Ecosystems. Current plant science and biotechnology in agriculture*. Netherlands: Springer.
- Lindenmayer, D. B., R. J. Hobbs, R. Montague-Drake, J. Alexandra, A. Bennett, M. Burgman, P. Cale, et al. 2008. A Checklist for Ecological Management of Landscapes for Conservation. *Ecology Letters*. 11(1): 78-91.
- Lira, R., A. Casas y J. Blancas (eds.). 2016. *Ethnobotany of Mexico: Interactions of People and Plants in Mesoamerica*. Netherlands: Springer.
- Lira, R., O. Tellez y P. Dávila. 2009. The effects of climate change on the geographic distribution of wild Mexican Cucurbitaceae related to cultivated plants. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 56: 691-703.
- 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*. México: Conabio, pp. 283-322.
- Loor Solorzano, R. G., O. Fouet, A. Lemainque, S. Pavék, M. Boccara, X. Argout, F. Amores, B. Courtois, A. M. Risterucci y C. Lanaud. 2012. Insight into the wild origin, migration and domestication history of the fine flavour Nacional Theobroma cacao L. variety from Ecuador. *PLoS ONE*. 7(11): e48438. doi:10.1371/journal.pone.0048438
- Lüdeke, M. K. B., G. Petschel-held y H. Schellnhuber. 2004. Syndromes of Global Change: The First Panoramic View. *GAIAEA*. 13(1)1-80.
- Madrid, L., J. M. Núñez, G. Quiroz y Y. Rodríguez. 2009. La propiedad social forestal en México. *Investigación ambiental*. 1: 179-196.

- Muench, C. y M. Martínez-Ramos. 2016. Can Community-protected Areas Conserve Biodiversity in Human-modified Tropical Landscapes? The Case of Terrestrial Mammals in Southern Mexico. *Tropical Conservation Science*. 9: 178-202.
- Newmark, W. D. 1996. Insularization of Tanzanian Parks and the Local Extinction of Large Mammals. *Conservation Biology*. 10(6): 1549-1556.
- Martin, G. J., C. I. Camacho, C. A. Del Campo, S. Anta, F. Chapela y M. A. González. 2011. Indigenous and Community Conserved Areas in Oaxaca, Mexico. *Management of Environmental Quality*. 22(2): 250-266.
- Meave, J., M. A. Romero-Romero, S. H. Salas-Morales, E. A. Pérez-García y J. A. Gallardo-Cruz. 2012. Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México. *Ecosistemas*. 21: 85-100.
- Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being. Synthesis*. Washington: Island Press.
- Millenium Ecosystem Assessment. 2003. *Ecosystems and Human Well-Being: A framework for Assessment*. Washington: Island Press.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 28: 29-179.
- Morrone, J. J. 2009. *Evolutionary biogeography: an integrative approach with case studies*. New York: Columbia University Press.
- Nava, M. E. P. 2003. Aplicación de un instrumento para evaluar exposición a plaguicidas organofosforados, efectos agudos y subagudos en la salud de trabajadores agrícolas. *Revista de la Facultad de Medicina, UNAM*. 46(1).
- Nelson, G. y N. Platnick, N. 1981. *Systematics and biogeography: cladistics and vicariance*. New York: Columbia University Press.
- Nepstad, D., S. Schwartzman, B. Bamberger, M. Santilli, D. Ray, P. Schlesinger, P. Lefebvre, et al. 2006. Inhibition of Amazon Deforestation and Fire by Parks and Indigenous Lands. *Conservation Biology*. 20(1): 65-73.
- Newmark, W. D. 1996. Insularization of Tanzanian Parks and the Local Extinction of Large Mammals. *Conservation Biology*. 10(6): 1549-1556.
- Noguera-Urbano, E. A. 2017. El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta Zoologica Mexicana*. 33(1), versión online.
- Perfecto, I. y J. Vandermeer. 2008. Biodiversity Conservation in Tropical Agroecosystems: A New Conservation Paradigm. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1134: 173-200.
- Pires, S. F. 2012. The illegal parrot trade: a literature review. *Global Crime*. 13(3): 176-190.
- Porter-Bolland, L., E. A. Ellis, M. R. Guariguata, I. Ruiz-Mallén, S. Negrete-Yankelevich y V. Reyes-García. 2012. Community Managed Forests and Forest Protected Areas: An Assessment of Their Conservation Effectiveness across the Tropics. *Forest Ecology and Management*. 268: 6-17.
- Reece, J. B. y N. A. Campbell. 2011. *Campbell Biology*. 9ª ed. San Francisco: Benjamin Cummings.
- Reed, H. E. y J. B. H. Martiny. 2007. Testing the functional significance of microbial composition in natural communities. *FEMS Microbiol. Ecol.* 62: 161-170.
- Reyes, J., R. Gómez, R. Muis, R. Zavala, G. Ríos y V. Villalobos. 2012. *Atlas de Propiedad Social y Servicios Ambientales en México*. México: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Cooperación Técnica Registro Agrario Nacional - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Robinson, J. G. y R. E. Bodmer. 1999. Towards wildlife management in tropical forests. *The Journal of wildlife management*. 63(1): 1-13.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. México: Limusa.
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquet, G. Halffter, R. Gonzalez, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. de la Maza. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Scherr, S. y J. McNeely. 2008. Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of 'ecoagriculture' landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 363: 477-494.

- Shahabuddin, G. y M. Rao. 2010. Do Community-Conserved Areas Effectively Conserve Biological Diversity? Global Insights and the Indian Context. *Biological Conservation*. 143(12): 2926-2936.
- Sheil, D., R. Puri, M. Wan, I. Basuki, M. van Heist, N. Liswanti, I. Rachmatika e I. Samsodin. 2006. Recognizing Local People's Priorities for Tropical Forest Biodiversity. *Ambio*. 35(1): 17-24.
- Smith, S. A., J. M. Beaulieu y M. J. Donoghue. 2009. Mega-phylogeny approach for comparative biology: an alternative to supertree and supermatrix approaches. *BMC Evolutionary Biology*. 9: 37.
- Stattersfield, A. J., M. L. Crosby, A. J. Long y D. C. Wege. 1998. *Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation*. *Bird Life International*, Cambridge: Birdlife International.
- Steffen, W. et al. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*. 347(6223):1259855.
- Steward, J. H., 1938. *Basin plateau aboriginal socio-political groups*. Washington: Bureau of American Ethnology, Bulletin of the Smithsonian Institution 120.
- Strickland, M. S., C. Lauber, N. Fierer y M. Bradford. 2009. Testing the functional significance of microbial community composition. *Ecology*. 90: 441-451.
- Tellez-Valdés, O., P. Dávila-Aranda y R. Lira. 2006. The effects of climate change on the long-term conservation of *Fagus grandifolia* var. *mexicana*, an important species of the cloud forest in eastern Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 15: 1095-1107.
- UNEP. 2016. *The state of biodiversity in Latin America and the Caribbean. A mid-term review of progress towards the Aichi biodiversity targets*. New York: UNEP.
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87: 559-902.
- Vitousek P. 1994. Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*. 75: 1861-1876.
- Wall, D. H., U. N. Nielsen y J. Six. 2015. Soil biodiversity and human health. *Nature*. 528(7580):69-76.
- West, P., J. Igoe y D. Brockington. 2006. Parks and Peoples: The Social Impact of Protected Areas. *Annual Review of Anthropology*. 35(1): 251-277.
- Wilshusen, P. R., S. R. Brechin, C. L. Fortwangler y P. C. West. 2002. Reinventing a Square Wheel: Critique of a Resurgent 'Protection Paradigm' in International Biodiversity Conservation. *Society and Natural Resources*. 15(1): 17-40.
- Wise, R. M. et al. 2014. Reconceptualising adaptation to climate change as part of pathways of change and response. *Glob. Environ. Chang.* 28: 325-336.
- Woodroffe, R. y J. R. Ginsberg. 1998. Edge Effects and the Extinction of Populations Inside Protected Areas. *Science*. 280(5372): 2126-2128.
- Zurlini, G., I. Petrosillo y M. Cataldi. 2008. Socioecological Systems. En: *Encyclopedia of Ecology, Vol. 4 System Ecology*. Oxford: Elsevier, pp. 3264-3269.



Hacia una política forestal sustentable e incluyente. Los bosques de México, problemas y propuestas

Gonzalo Chapela y Leticia Merino



Los planteamientos que se exponen tienen como eje el manejo forestal comunitario (MFC), considerando también perspectivas complementarias, como la producción orientada por la industria –plantaciones comerciales–, la conservación de los ecosistemas y recursos naturales y los servicios ambientales. Esta orientación busca compensar la marginalidad que las recientes administraciones han otorgado a la apropiación de los bosques naturales por parte de las comunidades y pequeños propietarios. Este trabajo propone el MFC como estrategia central para el desarrollo económico, la conservación forestal y la mejora de las condiciones de vida de las comunidades y la población de los territorios forestales.

Estas propuestas son producto de experiencias documentadas y vividas y de abundantes debates y reflexiones que han tenido lugar a lo largo de los pasados cuarenta años: las que condujeron, entre 1970 y 1980, a instrumentar la política de la *socioproducción*; las que en la década siguiente introdujeron la perspectiva de la sustentabilidad en el MFC; las que ocurrieron entre 1994 y 2000 cuando se estableció la Semarnap y se generaron nuevas leyes, instituciones e instrumentos; las discusiones en torno a distintas leyes forestales de 1986, 1992, 1997, 2003 y 2018.

Como ejercicios directamente abocados a la formulación de propuestas de política pública, destacan los ejercicios colectivos emprendidos en las coyunturas electorales de 2006 y 2012 con la formación de la plataforma denominada *G-Bosques*. La propuesta de política que se presenta tiene como antecedente inmediato la serie de sesiones del Seminario Universitario Sustentabilidad, Medio Ambiente e Instituciones, SUSMAI, organizadas por el Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM y el Consejo Civil para la Silvicultura Sostenible entre octubre de 2016 y noviembre de 2017.

El presente texto se organiza en tres grandes bloques: en el primero se bosqueja el estado y la dinámica del sector forestal. En el segundo se plantea el paradigma que enmarca y hace de hilo conductor a las propuestas. Un tercer bloque desarrolla propuestas de política, respondiendo al diagnóstico de distintas problemáticas del sector.

Bosques, comunidades y producción forestal de México

México cuenta con 2.1% de la superficie mundial forestal, el 0.3% de la producción de madera en rollo y el 0.5% en madera aserrada. Ni la extensión, ni el volumen de la producción del país compiten con los grandes países forestales: la Federación Rusa, Estados Unidos, China, Canadá, Brasil o Indonesia. No obstante, los bosques mexicanos son relevantes en términos mundiales por su alta biodiversidad y por la experiencia de manejo de bosques mediante esquemas comunitarios presente en el país (figura 1).

La contribución del sector forestal al Producto Interno Bruto es de solo 0.2%¹. Es claro que, si bien la economía forestal puede y debe incrementarse, no puede competir con otros sectores de mayor tamaño y productividad en términos de peso económico. La importancia de los ecosistemas forestales para el país va más allá del peso de la producción forestal en el PIB (Merino, 2007).

La tercera parte del territorio nacional terrestre está cubierta con arbolado y casi dos terceras partes del territorio nacional tienen cobertura forestal. Las áreas forestales están imbricadas con áreas con otros usos de la tierra, especialmente el uso agropecuario (Inegi, 2009) y 17.7 millones² de personas de los 26 millones de habitantes rurales de México viven en territorios forestales (Inegi, 2012), donde se ubican 15,584 ejidos y comunidades agrarias con más de 200 hectáreas forestales (Reyes et al., 2012). En los territorios forestales se encuentran la mayor parte de las comunidades indígenas del país (Reyes et al., 2012) y con ellas son el espacio de persistencia y reproducción de culturas y conocimientos invaluable (figura 2).

La gran mayoría de las localidades que se ubican cerca o dentro de los territorios forestales tienen condiciones de pobreza: precario acceso a

educación y alimentación, por lo que las acciones en favor del desarrollo forestal tienen efectos directos sobre la calidad de vida de la población.

La mayor parte de los jóvenes en los ejidos y comunidades forestales carece de derechos de acceso a los recursos naturales. Las actividades forestales son en muchos casos la única ocupación, fuente de ingreso y desarrollo local, la silvicultura y la industria forestal son los ejes de la actividad económica en territorios generalmente aislados y al margen de las acciones de fomento productivo y acceso a servicios públicos.

Desde la perspectiva ambiental, la importancia del desarrollo forestal sustentable es invaluable por su contribución a la protección de los suelos y la regulación hídrica, la provisión de agua limpia y la mitigación de daños por fenómenos hidrometeorológicos extremos; la conservación de la biodiversidad, la conectividad biológica y la preservación de áreas para recreación, valores rituales y de paisaje; en la mitigación del calentamiento global en tanto las áreas forestales son depósitos de carbono en suelos y como factor determinante del albedo y el reflejo de radiaciones calóricas e infrarrojas por la generación de nubosidad.

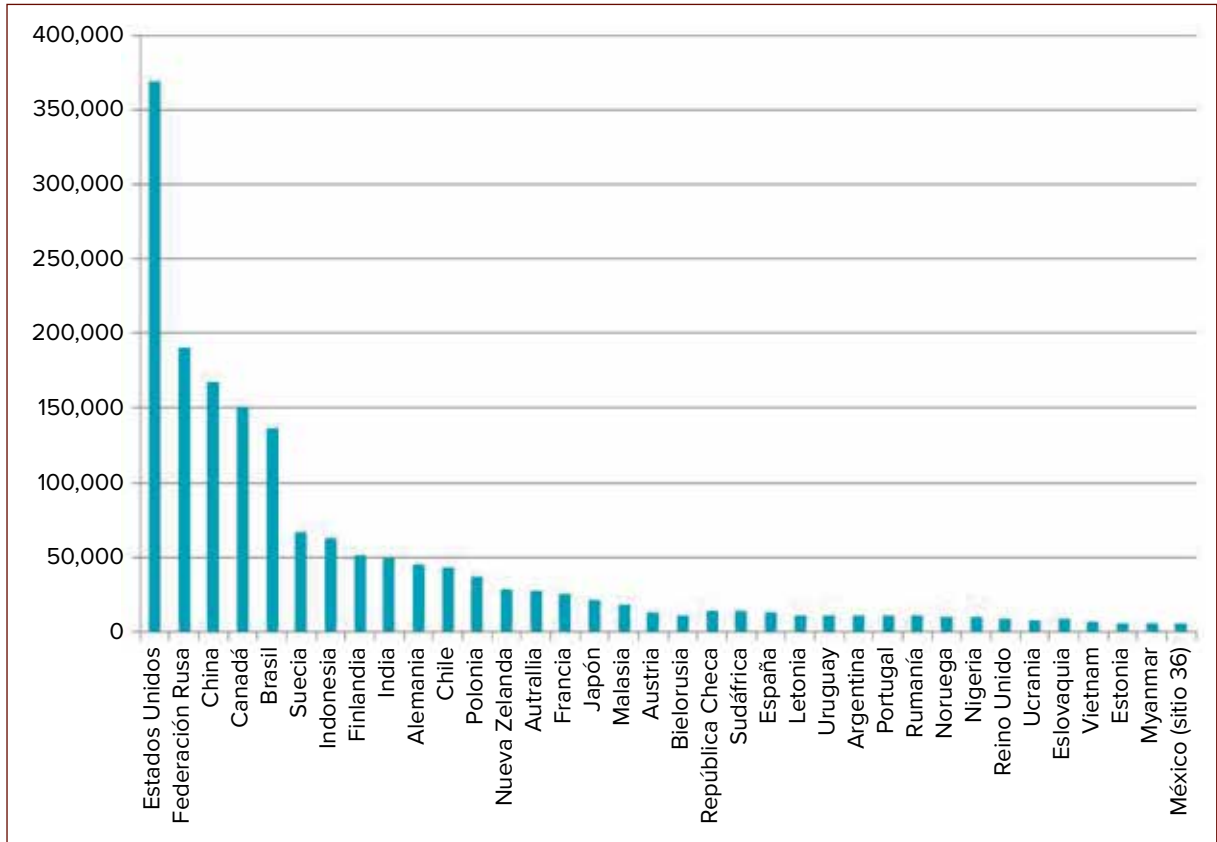
La ubicación y topografía del territorio mexicano determinan la presencia de una gran diversidad de ecosistemas con variados climas, geología, suelos y riqueza de especies, que hacen de México uno de los cinco países con mayor diversidad en el mundo (Conabio, 2016). México es centro de origen, diversificación y domesticación de numerosas especies. Las condiciones climáticas y de suelos del país favorecen también una elevada productividad biológica, altas tasas de crecimiento del arbolado, lo que puede traducirse en una importante ventaja comparativa de la producción forestal nacional (figura 3).

México tiene 86 millones de hectáreas con vegetación forestal, de las cuales 66 millones son superficies arboladas. La vegetación forestal se reparte casi equitativamente entre bosques y diversos tipos de selvas, vegetación de zonas áridas y semiáridas.

1 PIB Forestal 2015: 49,852 millones de pesos; PIB nacional: 31 millones de millones de pesos. Semarnat, 2016. Anuario de Estadísticas Forestales; Inegi, 2016. Anuario Estadístico y Geográfico de los Estados Unidos Mexicanos.

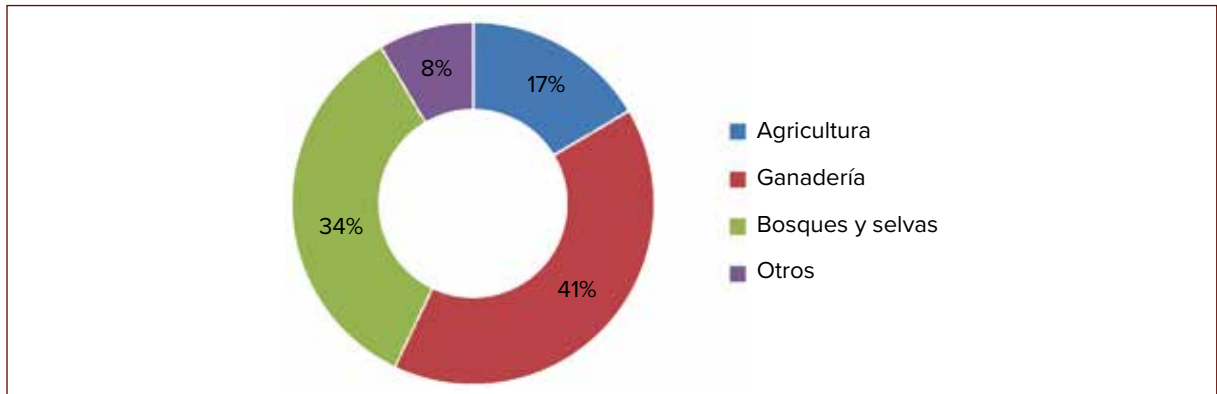
2 Pedro Álvarez Icaza, 2017.

Figura 1. Producción de madera en rollo, millares de m³.



Fuente: elaborado con datos de FAOSTAT, 2017.

Figura 2. México. Uso de suelo.

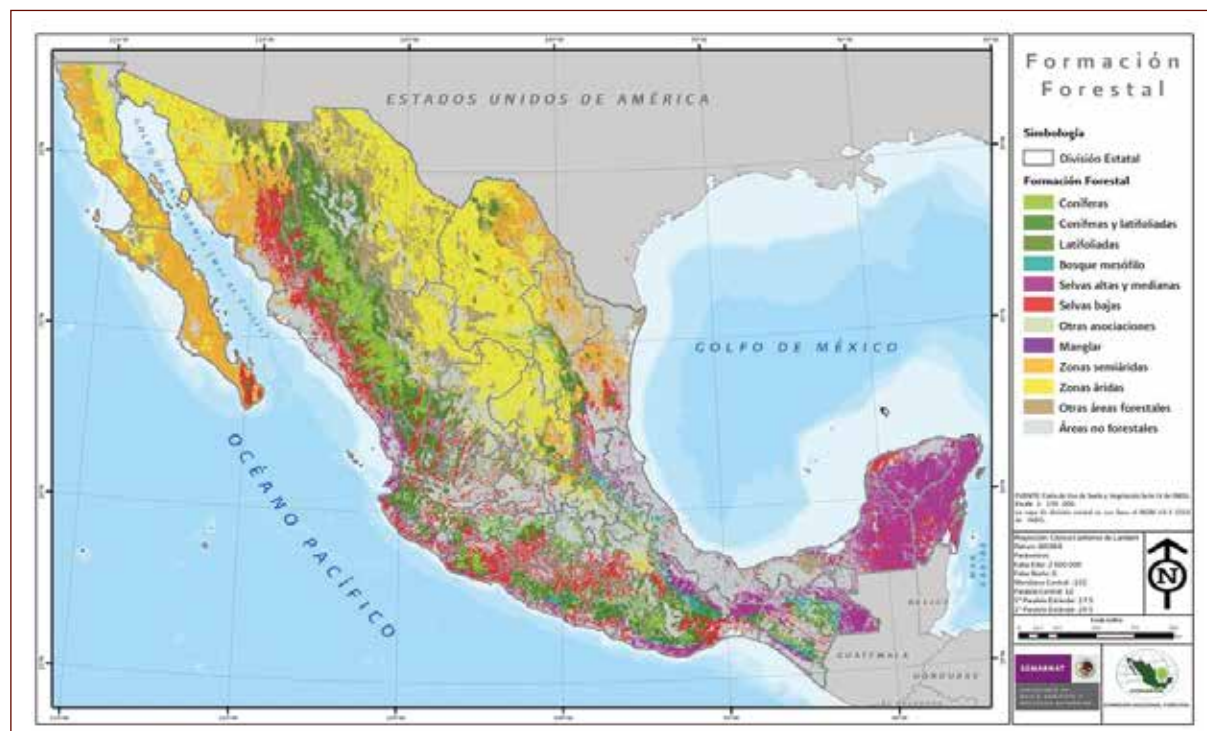


Fuente: elaborado con datos de Inegi (2009).

La productividad actual de los bosques y selvas tiene un amplio margen de incremento que se aprecia en la comparación de la productividad

nacional media estimada en 1.2. m³ de madera por hectárea (2015) por año y tasas de crecimiento de entre 18 y 20 m³/ha evaluados por

Figura 3. Formación forestal.



Fuente: Inegi, 2010. Carta de Uso de suelo y vegetación. Tomado de Semarnat– Conafor, s/f. Formaciones Forestales en México.

la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (1986) o de 9 m³/ha obtenidos en Chihuahua (Luján s/f). Este contraste es resultado de un manejo deficiente aplicado por décadas que puede ser superado mediante la aplicación de mejores métodos silvícolas, la regeneración de bosques degradados y un aprovechamiento más integral del arbolado.

Alrededor de 25% de la superficie bajo planes de manejo forestal autorizados permanece sin aprovecharse³, lo que equivale en los hechos al establecimiento informal de áreas voluntariamente destinadas a la conservación en 1,850,000 hectáreas.

Un importante potencial de recursos forestales permanece sin aprovecharse; un indicador de esta condición es la diferencia entre el volumen autorizado por la Semarnat y el volumen que se

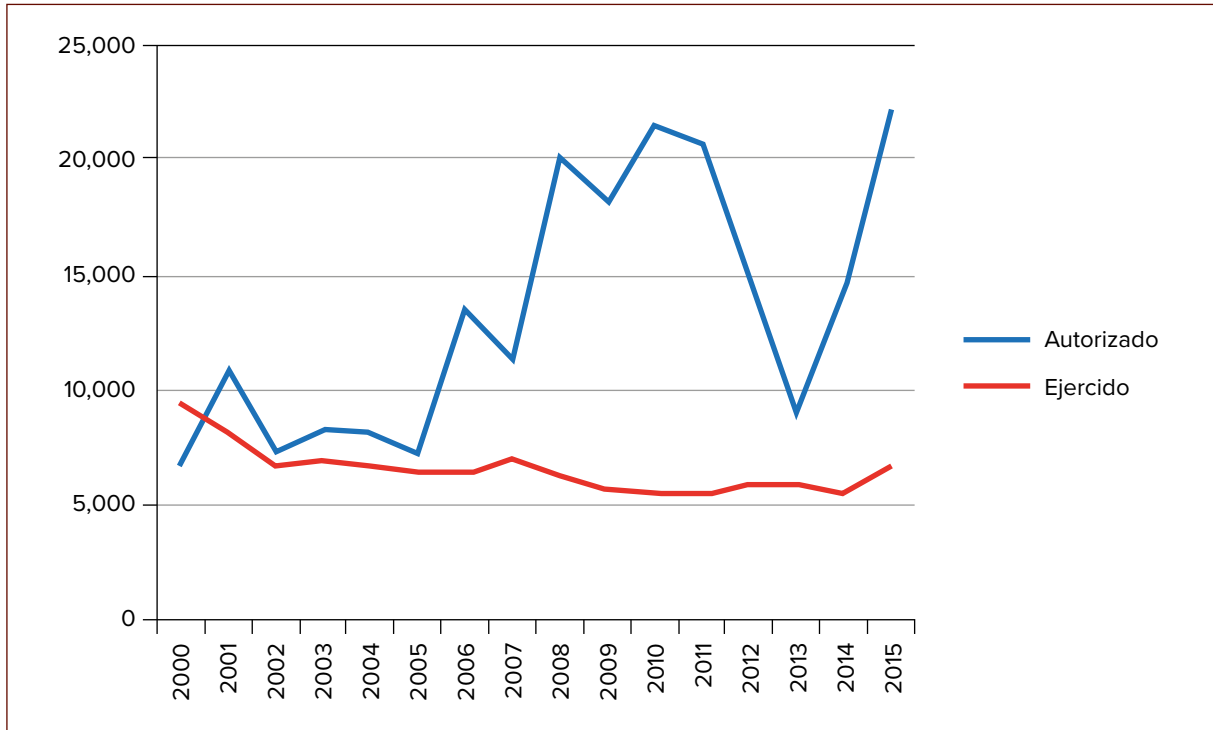
3 Estimación resultante del ajuste de la superficie bajo manejo con la producción de 6.1 millones de m³.

aprovecha, de alrededor de 300%. El volumen aprovechado se mantuvo con un ligero descenso entre 2000 a 2012 y con un repunte modesto de la cosecha de madera al final de la administración 2012-2018 (figura 4).

Para evaluar el desempeño del sector y la política forestal proponemos considerar el comportamiento de la actividad económica forestal y la conservación de los recursos naturales. En este sentido a pesar de un notable incremento del presupuesto sectorial a partir del 2000, el volumen y valor de la producción forestal ha sufrido un desplome y estancamiento que no han podido superarse.

El consumo aparente de productos forestales ha crecido sostenidamente desde 1990, aunque ha fluctuado en las dos pasadas décadas entre los 16 y 27 millones de metros cúbicos por año. Esta demanda rebasa en más de tres veces la producción nacional autorizada, es decir, legal. La brecha creciente entre producción y demanda es cubierta

Figura 4. Volumen aprovechado de recursos forestales.



Fuente: elaborado con datos de Conafor (2016).

con productos forestales provenientes del contrabando, en cantidades que no pueden ser determinadas con precisión, y con importaciones. De ahí que el sector contribuye de forma importante al déficit de la balanza comercial del país. La mayor parte del consumo de madera es —por mucho— el de la industria de la construcción, materia prima con escaso valor agregado (figuras 5, 6 y 7).

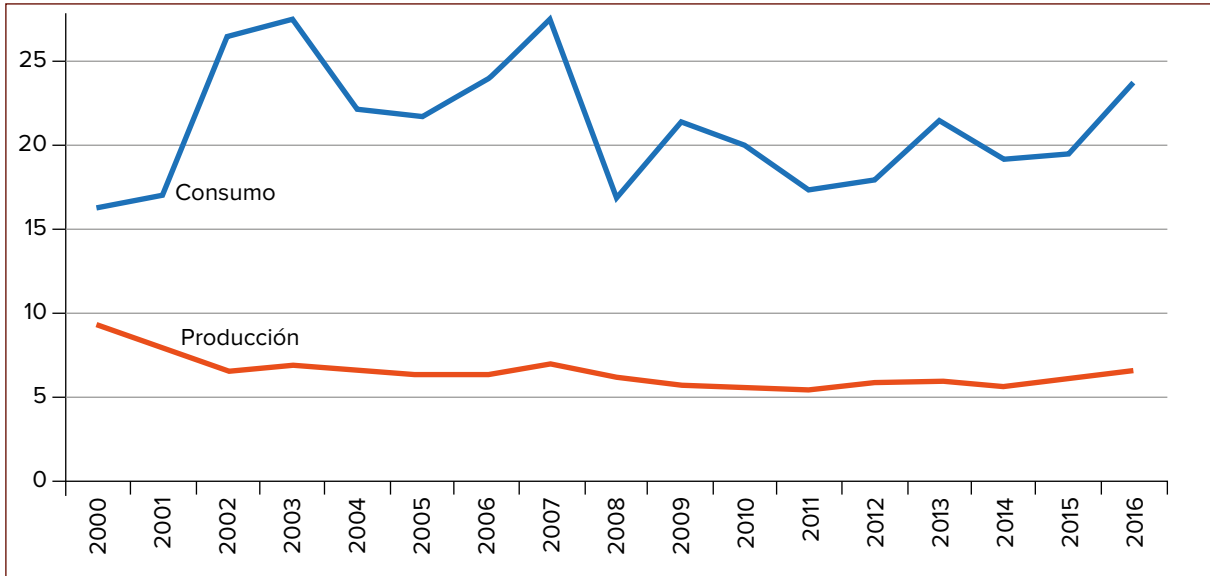
La deforestación y la degradación de los bosques son también parámetros críticos para evaluar el desempeño del sector forestal mexicano. Ambas son partes de una misma dinámica: la deforestación es el estadio terminal de procesos de degradación de los recursos que llegan al punto en que su baja productividad natural les impide competir con otros usos de la tierra como la ganadería o la agricultura, especialmente con cultivos de alta productividad como los frutales.

Si bien el ritmo de deforestación ha bajado de 348,000 hectáreas por año entre 1990 y 2000 (Inegi; mapa de uso del suelo y cubierta vegetal

Series III y IV) a pérdidas promedio de 184,000 hectáreas entre 2000 y 2016 (*Global Forest Watch*, 2017), su contención sigue siendo una tarea pendiente. El contrabando alcanza cifras del orden de dos a tres veces los volúmenes legales de madera, y afecta tanto el estado de los ecosistemas forestales, como la viabilidad económica de las empresas forestales que operan legalmente; además, degrada la gobernanza y paz en los territorios forestales (figura 8).

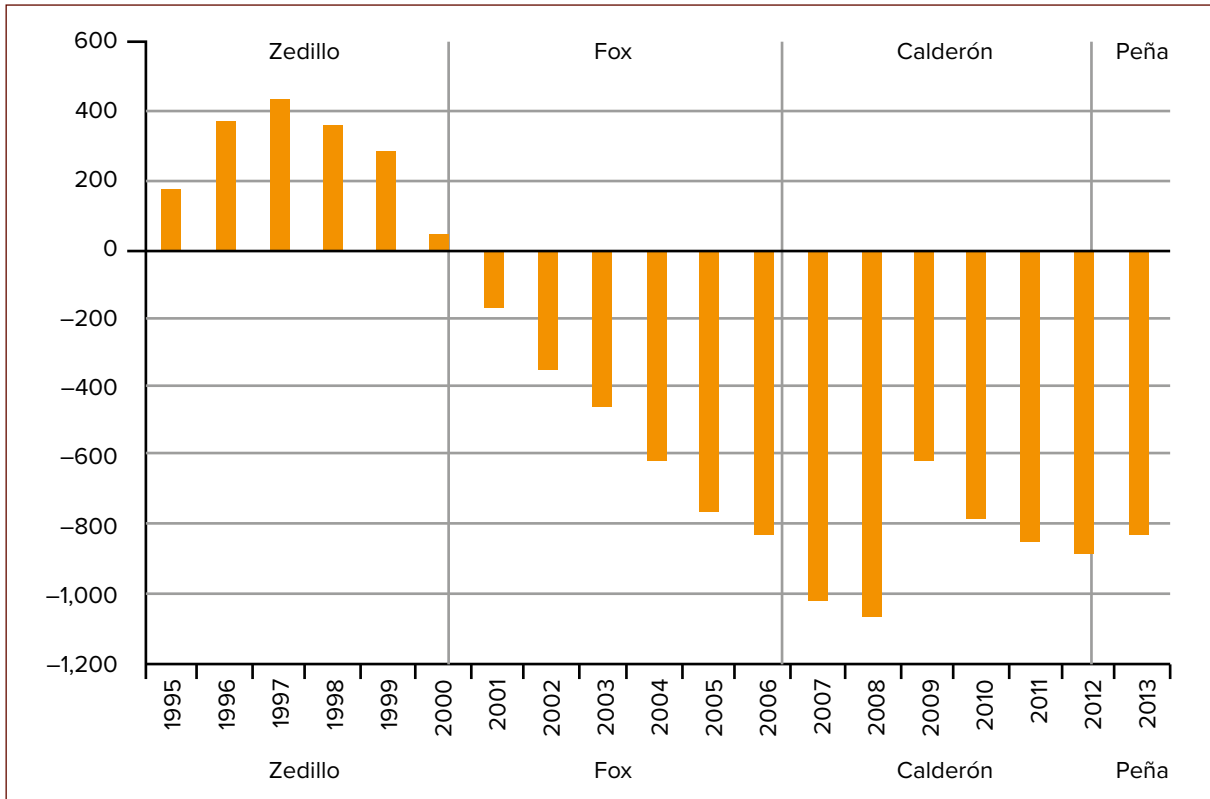
La industria forestal, que en su mayoría presenta condiciones de obsolescencia, procesa solo 7.8 millones de m³, 34.5% de su capacidad instalada de 22.7 millones de m³ anuales (Conafor, 2016). Las iniciativas comunitarias de apropiación del proceso silvícola e industrial han perdido el dinamismo que tuvieron en los años 1970 y 1980, a partir de la política de *socioproducción* y posteriormente con el relanzamiento de la política de fomento de empresas sociales forestales de la década de 1990 y 2000 con el Programa de Conservación y Manejo

Figura 5. México. Producción y consumo aparente de madera. Millones de m³ rollo.



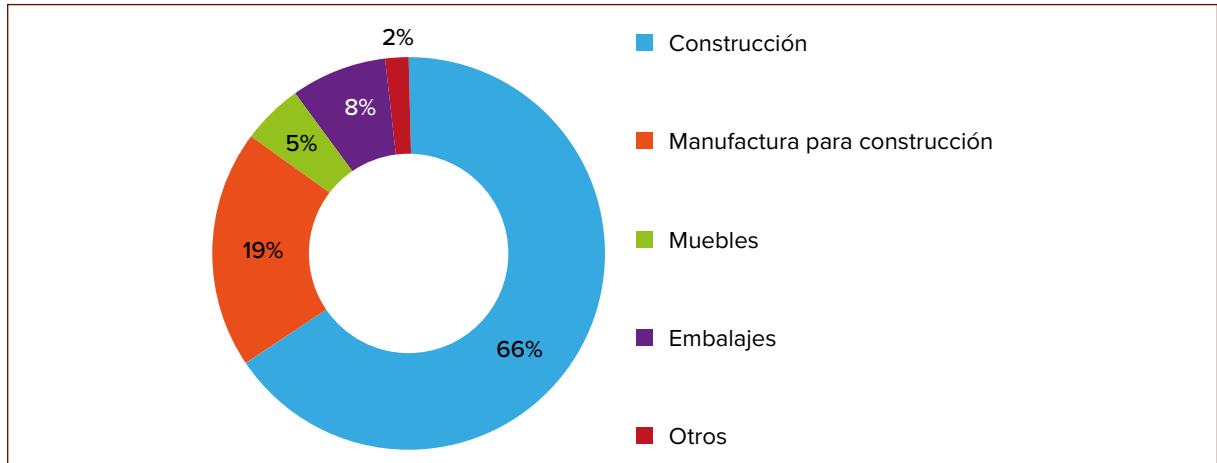
Fuente: elaborado con datos de Conafor (2016).

Figura 6. Balanza comercial forestal madera. Millones de dólares.



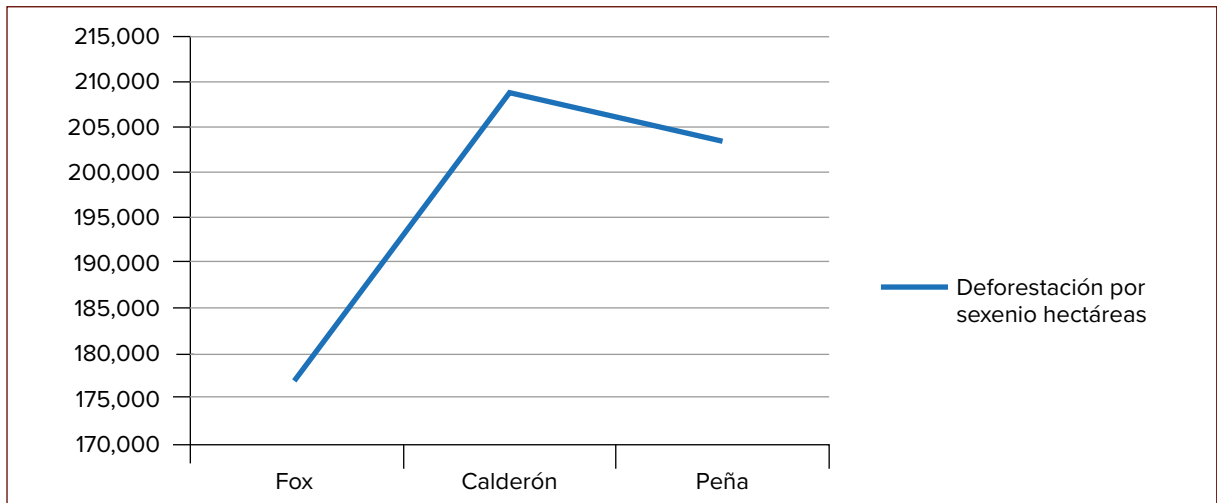
Fuente: elaborado con datos de United Nations Com Statistics a través de Trademap (2017).

Figura 7. Consumo aparente de madera. Ciudad de México.



Fuente: Ponce- Nava (2017).

Figura 8. Deforestación por sexenio, hectáreas.



Fuente: elaborado con datos de Global Forest Watch (2017).

Forestal (Procymaf). De manera contradictoria, algunas comunidades avanzan y se consolidan en Oaxaca o el Estado de México, mientras que en otras se observa abandono de industrias, regreso a prácticas de venta de madera en pie o, en extremos no escasos, a retirarse del aprovechamiento autorizado, dejando los predios sin uso o llevando a cabo aprovechamientos ilegales.

La involución de no pocas comunidades forestales es producto de causas diversas: sobrerre-

gulación de la actividad forestal, falta de capital, competencia con el mercado ilegal, falta de acceso a financiamiento, mala inserción en el mercado, dificultad para acceder a los recursos de los programas gubernamentales, deficiencias en los servicios técnicos, envejecimiento de los dueños de los recursos forestales y violencia por actividades del crimen organizado

No obstante, el sector forestal en México cuenta con fortalezas suficientes para mejorar el

estado de los recursos naturales y los servicios ambientales que proveen, hacer crecer la economía forestal, contribuyendo a la mejora de las condiciones de vida de las comunidades forestales: un alto potencial de los rendimientos en campo, la posibilidad de incorporar nuevas especies a la oferta de productos forestales maderables y no maderables; las experiencias y conocimientos generadas a partir de casos de éxito de manejo forestal comunitario y empresas sociales forestales y la existencia de instituciones académicas de investigación y formación de profesionales en diversas disciplinas relacionadas con el desarrollo forestal. Entre las debilidades y barreras para aprovechar estas fortalezas se encuentran: una política que favorece las importaciones frente a la inversión en la planta productiva y el fomento al mercado interno; un ambiente de negocios desfavorable, influenciado por la corrupción generalizada y crónica en todos los órdenes de la vida nacional y la creciente violencia y criminalidad; un déficit de bienes públicos en los territorios forestales y un rezago en el desarrollo del mercado de productos forestales.

El proyecto alternativo

Reconocemos tres perspectivas posibles de orientación de la política forestal que a menudo se han presentado como antagónicas y consideramos pueden complementarse. La industria en gran escala basada en el abasto de materia prima procedente de plantaciones comerciales, que privilegia de manera pragmática la maximización de los rendimientos de las inversiones y ocupa, principalmente, tierras agrícolas relativamente planas, con productividad media y alta, en zonas accesibles a los centros industriales. La preservación de los servicios ambientales de los ecosistemas como tema prioritario, dando un papel preponderante a la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales. Estas propuestas suelen basarse en criterios e instrumentos restrictivos del manejo y aprovechamiento de los ecosistemas foresta-

les. A menudo se busca la segregación de áreas forestales y de la actividad humana, en busca de mantener extensiones supuestamente intocadas y ecosistemas supuestamente prístinos. El MFC, que se orienta al cultivo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales, busca optimizar la producción económica de los ecosistemas, a la vez que su preservación e incremento en el largo plazo, con un sentido patrimonial y transgeneracional. Si bien las propuestas que presentamos consideran estas tres dimensiones, hacemos énfasis en el MFC como eje de la política. Cabe tener en cuenta que:

- ▶ Hasta ahora el país no ha logrado satisfacer la demanda de productos forestales del mercado interno, por lo que no tiene sentido plantear una relación excluyente entre la producción forestal en plantaciones y en bosques naturales. Las evidencias indican la viabilidad económica de la producción basada en el cultivo de los bosques y selvas, así como un potencial de productividad y rendimientos similares de ambas formas productivas. Al comparar los rendimientos económicos de la producción en plantaciones y en bosques debe considerarse la diferencia de inversiones requeridas en ambos casos y los altos costos de oportunidad del uso de tierras con capacidad agrícola y pecuaria para la mayoría de las plantaciones.
- ▶ El sentido patrimonial que los bosques y selvas tienen para sus dueños, quienes en México cuentan con derechos definidos y robustos, una condición importante para la conservación de los ecosistemas. El manejo productivo sustentable de los recursos forestales bajo la custodia de sus dueños, con base en el interés de preservar los recursos naturales como medios de vida y patrimonio juega como un poderoso elemento en favor de la conservación. Un elemento ausente de las estrategias conservacionista, industrial y de plantaciones. Muy poco conocido y valorado es el hecho de que una porción sustancial de las su-

perfiles bajo manejo productivo queda fuera del aprovechamiento extractivo y que un gran número de comunidades ha decretado sus propias áreas de conservación. En México la conservación se da bajo distintos esquemas de gestión, y el MFC genera capacidades e interés para que los dueños y pobladores de las áreas forestales contribuyan a ella en distintas formas a ella.

- ▶ El MFC contribuye de forma crítica con la gobernanza en los territorios forestales, la creación de oportunidades locales de empleo y de rrama económica; el impulso a otras empresas sociales, la mejora de las condiciones de vida de la población, el combate a las actividades delincuenciales y la violencia.

De ahí que una política forestal sustentable e incluyente debe asumir que:

- ▶ El MFC como eje de la política forestal implica la participación y apropiación social de la gestión forestal y el acceso equitativo a sus beneficios⁴.
- ▶ El manejo sustentable de los recursos naturales, con enfoque ecosistémico, privilegia el manejo productivo y el ordenamiento territorial comunitario como instrumentos de conservación, con respeto a los derechos de los dueños de las tierras forestales, reconociendo las áreas dedicadas a la protección de ecosistemas dentro de los predios bajo manejo.
- ▶ La integración y fortalecimiento de redes locales de valor puede generar oportunidades y beneficios que favorezcan potencialmente al conjunto de los pobladores de los territorios forestales.
- ▶ Un enfoque territorial que avance en la integración de las actividades forestales al conjunto de procesos y oportunidades presentes en los territorios forestales.

4 El concepto comunitario incluye a ejidos, comunidades y pequeños propietarios que comparten una relación patrimonial con las tierras forestales.

Problemas y propuestas

Con ese marco de referencia, las propuestas particulares que presentamos se organizan en siete grandes temas: derechos humanos; regulación, combate a la ilegalidad; competitividad y oportunidades locales; conservación y servicios ambientales; servicios de acompañamiento; arreglo institucional y marco normativo.

1. Derechos humanos, producción y territorios forestales

Debido a las condiciones de aislamiento y escasez de oportunidades que imperan en las regiones forestales, muchos de sus pobladores, en especial los jóvenes sin acceso a tierra, viven en condiciones de alta vulnerabilidad. Gran parte de estos territorios son ocupados por comunidades indígenas. En años recientes ha tenido lugar un importante proceso de reformas legislativas que incluye las reformas constitucionales en materia de derechos de las comunidades y pueblos indígenas de 2001, impulsadas por el movimiento zapatista y diversas corrientes indigenistas, y las reformas en materia de derechos humanos en 2011 y 2012, que incluyen: el principio pro homine o de máxima protección de las personas; la vinculación jurídica constitucional de los tratados celebrados por nuestro país en materia de derechos humanos; la instalación constitucional de derechos, rebasando el concepto limitado de garantías; el derecho específico al agua y a la alimentación mediante el desarrollo rural integral y la apertura a los procedimientos de acción colectiva, que abre paso a procesos de judicialización de las demandas en cuestiones de derechos humanos (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos). La Constitución establece la extensión de los derechos de las comunidades indígenas a las denominadas comunidades equiparables. En un recuento rápido de los derechos que ahora tutela la Constitución, ampliada con instrumentos internacionales como la Convención 169 de la Organización

Internacional del Trabajo y la Declaración de las Naciones Unidas Sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, se incluye un cuerpo de derechos que deben ser protegidos de manera efectiva en la política forestal: el derecho al territorio; el derecho al acceso a los medios de vida; el derecho a la participación plena y efectiva; el derecho al consentimiento previo, libre e informado sobre proyectos y recursos en los territorios de comunidades y pueblos indígenas y el derecho a los beneficios por los recursos genéticos y los servicios ambientales, de manera equitativa.

Si bien estas reformas constitucionales no han sido reglamentadas, una nueva política forestal representa una oportunidad para avanzar en esta ruta. Cabe también considerar las contradicciones entre los avances en materia de derechos humanos y las prerrogativas ofrecidas a las industrias extractivas minera y energética, que desafían directamente derechos esenciales de control de territorios, acceso a medios de vida, al agua y a la salud. En el marco legal de la reforma energética y la ley minera se establece la figura de interés público de la minería y su prelación sobre otros intereses, así como en la misma prelación de las actividades relacionadas con los hidrocarburos (exploración y explotación; fractura hidráulica en esquistos) y la generación de energía eléctrica, más la figura de servidumbre obligatoria prácticamente expropiatoria que contienen los artículos transitorios de la reforma constitucional de 2014 y la Ley de Hidrocarburos (DOF, 2014).

En este marco, la actualización de los derechos implica la inclusión, dentro de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley general del Equilibrio Ecológico, la Ley General de Aguas y la de Protección al Ambiente y otras disposiciones, de la protección efectiva de los derechos; la acción afirmativa en favor de los grupos vulnerables y la aplicación explícita de los principios de precaución y de máxima protección de las personas. Se propone así la creación y fortalecimiento de instrumentos específicos para hacer efectivos esos derechos:

1.1. Sistema de salvaguardas sociales y ambientales

A partir de los avances globales en derechos humanos se han creado instrumentos que deben incorporarse y adaptarse a una nueva política forestal. En el esquema de evaluación social y ambiental aplicado como protocolo regular en los proyectos del Banco Mundial y en las resoluciones de la 16ª sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Cambio Climático (Cancún, 2010) se considera el acceso a los territorios, el derecho al consentimiento, el acceso equitativo a beneficios por servicios ambientales, en el diseño y gestión de proyectos y políticas. Con base en estos antecedentes se plantea establecer un Sistema de salvaguardas, con dispositivos suficientes para hacer efectivos los derechos, entre cuyos elementos están: la armonización del marco normativo; programas de capacidades para usuarios, gestores y agentes gubernamentales; dispositivos de arbitraje y resolución de controversias; un sistema de información oportuna y accesible sobre las salvaguardas, los procesos de arbitraje/concertación y el seguimiento de acuerdos; la evaluación sistemática del propio sistema de salvaguardas y un esquema de gobernanza incluyente y que garantice la participación plena y efectiva. (Chapela, 2015).

1.2. Participación plena y efectiva

La participación social real, además de un derecho, es una condición con múltiples beneficios como: la reducción de la discrecionalidad e incertidumbre, la mejora en las decisiones de política y la construcción de compromisos en un marco de gestión corresponsable. La mejora en la participación debe tomar en cuenta la abundante experiencia de operación de diversos órganos, cuya revisión puede arrojar luces en torno a sus fallas y aciertos. Entre los casos que pueden alimentar este diagnóstico se encuentran:

El Consejo Nacional Forestal, órgano de concertación que desde 1992 ha sido definido por la Ley como el espacio básico de concertación del sector en los órdenes nacional, estatal y munici-

pal. El Conaf ha operado de manera dispar según los criterios de las autoridades en turno. Fue notable el importante papel que desempeñó en la formulación y aprobación de la Ley Forestal de 1997 que contrasta drásticamente con la escasa atención que su trabajo recibió por parte de las autoridades para la elaboración de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de 2003 y su revisión en 2009 a 2014. Otra figura interesante es el Comité Mixto del Fondo Forestal Mexicano, establecido en la Ley Forestal de 2003, y que constituye un avance en la corresponsabilidad y transparencia en el manejo de los fondos públicos disponibles para el desarrollo del sector.

Otros órganos colegiados con incidencia en el sector son: el Consejo de Áreas Naturales Protegidas; el Consejo para el Desarrollo Sustentable; el Consejo de Cambio Climático y los Consejos Técnicos Consultivos estatales correspondientes; los Consejos de Cuenca; el Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable y sus órganos dependientes, y la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria. En este universo de instancias se identifican deficiencias importantes: la irregularidad de funcionamiento; deficiente representatividad de los consejeros ciudadanos; limitada participación de representantes gubernamentales con capacidad de concertación y pertinencia; deficiente manejo de información y apropiación de los temas por parte de los representantes gubernamentales y civiles; escasez de recursos asignados para facilitar la participación de los representantes ante los órganos; deficiencia o ausencia de un secretariado técnico efectivo para la promoción y seguimiento de las actividades de los órganos de participación; escasa coordinación entre los órganos que convergen con la problemática del desarrollo rural, incluyendo los forestales y ambientales; ambigüedad y debilidad en las atribuciones de los órganos de concertación.

En el tema de participación se plantean las siguientes propuestas:

- ▶ Refrendar y fortalecer las atribuciones del Conaf para que, sea, además de un “órgano

de consulta y asesoramiento” (Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 2003), una instancia que promueva la evaluación objetiva y la vigilancia de la gestión forestal, una instancia recursiva frente a los actos de autoridad y una instancia obligatoria para concertar el diseño de las políticas del sector. Dotar al Conaf de medios adecuados para su correcto trabajo: secretariado técnico, fondos para solventar las actividades y la asistencia de los consejeros.

- ▶ Establecer al Comité Mixto del Fondo Forestal Mexicano como su órgano de gobierno.
- ▶ Establecer un programa permanente de creación y fortalecimiento de capacidades para la participación, que incluya tanto a los representantes ciudadanos como a los funcionarios de gobierno, a fin de elevar la calidad de su actuación.
- ▶ Favorecer la convergencia entre las instancias de concertación de los diversos temas; integrar paulatinamente el Conaf y los consejos estatales, particularmente con el Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable
- ▶ Proveer de forma oportuna y suficiente la información necesaria para su socialización y para la decisión informada de los participantes en el Conaf y el Comité Mixto.
- ▶ Garantizar normativamente la realización de un mínimo de sesiones del Conaf y el Comité Mixto.

1.3. Protocolo para consentimiento previo

El requisito del consentimiento previo, libre e informado que considera la Convención 169 de la OIT es un avance sustancial para el ejercicio de los derechos de las comunidades indígenas y las comunidades *equiparables*. Este derecho es un elemento de salvaguarda de derechos básicos de esas comunidades, especialmente en lo que se refiere a los territorios y el acceso a los medios de vida, frente a proyectos y acciones del gobierno y los particulares, como en los casos de desplazamientos involuntarios en la realización de proyectos de infraestructura y el uso de los territorios para ac-

tividades económicas como el turismo, la minería o la generación hidroeléctrica. Este concepto considera también como objeto de consentimiento las leyes, normas y políticas. Existe poca claridad sobre los procedimientos para garantizar este derecho y los casos que ameritan llevarlo a cabo. Experiencias al respecto como las de la Estrategia de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación y en el proceso de la reforma a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable deben tomarse en cuenta.

Se requiere un protocolo estándar para la realización de las consultas y procesos de información para el consentimiento. El protocolo debe atender la determinación de los casos y tipos de materia que deben ser procesados, las formas de convocar y acreditar a los sujetos, el formato y procedimientos, el manejo de la información, la habilitación de capacidades en los sujetos que intervienen, las instituciones que deben participar y la diferenciación de los casos.

1.4. Defensa frente a grandes proyectos extractivos, agroindustriales y turísticos

A partir de la implementación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, la actividad de empresas y corporaciones mineras, de explotación de hidrocarburos, generación de energía eléctrica, turismo y agricultura industrial en los territorios forestales se ha incrementado exponencialmente. En muchos casos los beneficios de creación de empleos, desarrollo de infraestructura y servicios y derrama económica no compensan la grave degradación de los sistemas y recursos naturales y la pérdida de calidad de vida, incluyendo fuertes afectaciones a la salud y las formas de vida locales y regionales. La política pública de salvaguarda de los derechos de las comunidades forestales frente a estos proyectos debe basarse en:

- ▶ La revisión y armonización del marco legislativo, dando prioridad a los derechos humanos de las comunidades frente a los grandes proyectos.

- ▶ Desarrollo de esquemas y lineamientos para la mitigación y compensación de las externalidades de los proyectos cuando esto resulte viable.
- ▶ Canalización de los casos de conflicto a través del sistema de salvaguardas.
- ▶ Crear sistemas de información oportuna, amplia, transparente y accesible sobre proyectos, el seguimiento de su instrumentación y las medidas de compensación y mitigación eventualmente concertadas.

2. Marco regulatorio: controlar sin asfixiar

La regulación forestal en México ha sido señalada, en su diseño y en su ejecución, como una de las grandes causas del mal desempeño del sector, y como factor determinante del tráfico ilegal de productos forestales. En un contexto de corrupción generalizada y mala aplicación de la normatividad, se encuentran, por un lado, procedimientos y requisitos asfixiantes y, por otro, áreas con insuficiente control por parte de la autoridad. Se ha generado una dinámica perversa de evasión y elusión del cumplimiento de las normas, que conduce a la generación de nuevos controles y endurecimiento de la regulación, en una escalada de desconfianza; mientras que actividades como el comercio en las madererías y las operaciones de comercio internacional, están fuera de la regulación y control de las autoridades.

El objetivo de la regulación forestal es la protección de bienes y servicios ambientales de los que depende el derecho humano a un medio ambiente sano, que garantiza el artículo 4° de la Constitución y al que se refiere también el párrafo tercero de su artículo 27. En este sentido, no se propone desregular, sino que la regulación sea aplicable y costo-eficiente. Entre los elementos principales de la grave problemática de la regulación forestal se encuentran:

- ▶ Un tratamiento indiferenciado para los productores forestales y otros actores que operan dentro de la ley y quienes reiteradamente la

evaden. La corrupción genera un ambiente persecutorio en el que los agentes que actúan dentro de la norma sufren el acoso y extorsión por parte de las autoridades.

- ▶ Los costos de transacción del cumplimiento de la norma, junto con los de la extorsión por parte de las autoridades, elevan los costos de producción frente a productores de otros países y frente a los quienes optan por las extracciones ilegales. Se ha creado así un fuerte incentivo para incumplir la normatividad y una drástica desventaja para los productores forestales regulares.
- ▶ Diversos procedimientos regulatorios son duplicados, con respuesta discrecional y de plazo incierto. Una autorización de aprovechamiento maderable regular puede ser aprobada en un término menor a un mes o quedar en suspenso por más de dos años; el proceso de autorización es opaco. Los requerimientos para los aprovechamientos en selvas son aún más complicados ya que, adicionalmente, requieren la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, a pesar de que el plan de manejo al que están sujetos ya incluye la identificación de impactos y las medidas para mitigación de pasivos ambientales.
- ▶ El personal a cargo del procesamiento de las autorizaciones es insuficiente y a menudo carece de las capacidades técnicas para valorar los planes de manejo. La reducción presupuestal de los años recientes y el desmantelamiento de diversas áreas de las dependencias responsables del sector han agudizado las deficiencias de las delegaciones de la Semarnat.

Para abordar estas deficiencias proponemos las siguientes acciones de política:

- ▶ Diferenciar a los productores de acuerdo con su desempeño, utilizar la certificación y el esquema de auditoría preventiva como instrumentos auxiliares, así como la instalación de un registro de desempeño para efectos de aplicación de incentivos y desincentivos. El

principal incentivo debe ser la reducción de las exigencias regulatorias.

- ▶ Fortalecer la inclusión de madererías y operaciones de comercio internacional en un régimen de regulación efectiva, mediante la obligación de demostrar la legal procedencia de los productos forestales comercializados. En el caso de las operaciones internacionales, aplicar declaraciones de origen de los cargamentos e instalar las mejores prácticas internacionales en la materia, como el esquema europeo de control de legal procedencia.
- ▶ Revisar los diversos procedimientos de gestión regulatoria forestal, en busca de su simplificación, descentralización hasta el ámbito regional; habilitación de esquemas de coadyuvancia social con participación de los gobiernos locales y las comunidades productoras forestales.
- ▶ Revisión de casos específicos como: el fortalecimiento de la protección frente al cambio de uso del suelo forestal; regulación de aprovechamientos forestales en acahuales al alcance de los pequeños agricultores que la practican; regulación ágil de aserraderos móviles; desarrollo normativo sobre productos forestales no maderables y regulación expedita de aprovechamientos forestales provenientes de reforestaciones.

3. Combate a la ilegalidad: ¿misión posible?

La ilegalidad conlleva graves consecuencias económicas, sociales y ambientales: Distorsiona el mercado, corrompe las estructuras comunitarias y territoriales de gobernanza, acerca peligrosamente las actividades forestales y el dominio del crimen organizado, segregando territorios completos al ámbito del Estado de derecho. La oferta ilegal de productos genera una distorsión en el mercado, al concurrir a él productos con alto costo por la gestión legal y otros sin esa carga o incluso productos robados. Obviamente las operaciones ilegales omiten el manejo técnico sus-

tentable y generan degradación de los bosques. No existen cifras confiables sobre la magnitud de la ilegalidad forestal en México. Ésta incluye el tráfico de flora y fauna silvestre y de productos forestales no maderables. Mientras declaraciones de funcionarios de Profepa señalan que el 70% de la madera que circula en el mercado nacional es ilegal (Representación de comunidades forestales del Conaf, 2016), un estudio realizado por la Red MOCAF estima esa cifra en 56% (2015). A partir de estos datos, calculamos que si el consumo aparente de madera en México es de 21 millones de m³ (Conafor, 2016) circulan anualmente unos 14 millones de m³ de madera ilegal. Diversos esfuerzos de diálogo y examen de la problemática de la ilegalidad, como el de la Alianza Legalidad y Sustentabilidad Forestal (2016) o el de Bosques y Gobernanza en Chiapas (2013), han identificado como factores que originan la ilegalidad: una regulación pesada, cara de implementar y aplicada con fuertes márgenes de discrecionalidad; una aplicación de la regulación ineficiente, ineficaz y frecuentemente corrupta; deficientes métodos de trazabilidad; deficiencias en conocimiento y capacidades de gestión de la regulación por parte de las autoridades y de los sujetos regulados; falta de regulación de los canales comerciales de la demanda; falta de capacidad para la vigilancia a lo largo de la cadena. En suma, ausencia de una perspectiva integral de tratamiento del problema.

Entre las medidas para la promoción de la legalidad proponemos.

- ▶ Mejora regulatoria. Reducir los incentivos para la ilegalidad y acercar el balance entre costos regulatorios y riesgos de la ilegalidad, equilibrio crítico en la decisión de actuar dentro o fuera de la normatividad.
- ▶ La simplificación, digitalización, descentralización, creación de capacidades, combate a la corrupción son cambios necesarios para recuperar los tramos de control que se han perdido.
- ▶ Mejora de la aplicación de la norma, mediante una intensa campaña de información y capacitación de quienes la aplican y de los actores regulados. La generación de instancias de revisión y queja sobre malas prácticas de aplicación de la norma, son elementos centrales de mejora en la aplicación de la ley y el combate a la corrupción.
- ▶ Fortalecimiento de las empresas sociales y las organizaciones para incrementar su capacidad de gestión para el cumplimiento de la normatividad y hacerlas sujetos capaces, de reclamar derechos, defenderse de abusos y abrir canales de comercialización que operen dentro de la legalidad.
- ▶ Control de la demanda. La circulación de los productos ilegales es posible e impulsada por la demanda de los canales de comercialización, especialmente las madererías. Aunque la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece con claridad la obligación de demostrar la legal procedencia de los productos forestales en cada eslabón de la cadena productiva, el Reglamento neutraliza dicho mandato al aceptar las facturas fiscales y la protesta de verdad como medio de certificación de la legal procedencia
- ▶ Promover ampliamente la diferenciación en el mercado de los productos de origen legal y generar un proceso educativo del público sobre las implicaciones de sus decisiones de compra en la existencia de un mercado ilegal.
- ▶ Garantizar que las compras de gobierno sean de origen legal, incluyendo las adquisiciones de los contratistas que ofrecen sus proyectos, especialmente en el rubro de la construcción.
- ▶ Mejorar la capacidad de la Profepa para actuar a lo largo de la cadena productiva y de comercialización, capacidad abismalmente insuficiente frente a la magnitud del universo a vigilar. La Profepa focaliza su actividad en vigilar a quienes trabajan dentro de la legalidad mediante autorizaciones de aprovechamiento, generando situaciones injustas y abusivas, mientras grades ilícitos de cambio de uso de terrenos forestales para actividades agroindustriales o el contrabando no son atendidos. Muestra de ello es el contraste entre los

30,000 m³ anuales de decomisos de madera frente a los 14 millones de m³ de contrabando estimado; los volúmenes decomisados están compuestos principalmente por pequeñas remesas al menudeo, frecuentemente dentro de márgenes de uso doméstico. Se propone un cambio de enfoque, que se centre en la vigilancia de los puntos de compra de los productos forestales y en el control de sitios estratégicos de tránsito, junto con medidas que incrementen la capacidad de vigilancia de la Procuraduría, como la participación de las comunidades y la coordinación con autoridades locales y fuerzas públicas, especialmente en zonas con presencia de crimen organizado.

- ▶ Utilizar los procedimientos de certificación, incluyendo las Auditorías Técnicas Preventivas, la certificación mediante la Norma Voluntaria Mexicana y la certificación internacional del Forest Stewardship Council (FSC), incluyendo la certificación de la cadena de custodia.

4. Competitividad y oportunidades locales.

México cuenta con condiciones idóneas para desarrollar una economía forestal próspera, en zonas históricamente rezagadas y crecientemente sumidas en la marginalidad y la pérdida de gobernabilidad.

4.1. Mercados

Existe un amplio mercado interno para los productos forestales, además de infraestructura y acuerdos comerciales externos, que colocan a México en condiciones de exportar con ventaja al mercado de Norteamérica, Europa en el caso de las maderas tropicales o los mercados asiáticos, con dinamismo y demanda creciente. (FAO, 2017). México no aprovecha estas ventajas y enfrenta un creciente déficit comercial del orden de los 7,000 millones de dólares anuales (incluyendo los productos celulósicos no leñosos cuyo déficit es de alrededor de los 4,000 millones de dólares; www.trademap.org/). La precariedad comercial del sector forestal deriva en gran parte del escaso desa-

rollo de sus potenciales ventajas competitivas, de una deficiente política de comercio internacional y falta de control de las importaciones ilegales que constituyen un frente de competencia inequitativa.

4.2. Productividad de los bosques y selvas

La productividad potencial de los bosques y selvas es varias veces mayor a los rendimientos actuales de 1.2 m³ de madera por hectárea por año. De los 11 millones de m³ de madera al año que Conafor (2013) planteaba como meta de la Estrategia Nacional Integral para la Productividad Sustentable (Enaipros) solo se logró elevar la producción de 5.8 millones de m³ a 6.5 en el transcurso del sexenio pasado. Entre las barreras que no fueron superadas destacan: las deficiencias en asesoría técnica y capacitación; la falta de inversión en silvicultura; trabas en la gestión de autorizaciones y ejecución de planes de manejo y fallas de la estrategia que se basó en la intensificación de la cosecha en áreas bajo aprovechamiento, dejando de lado la expansión de la superficie bajo manejo y el fomento del MFC.

4.3. Cadena de abastecimiento y la industria.

En la cadena de abastecimiento y en la industria hay también márgenes amplios de mejora, incluyendo el incremento de la proporción aprovechada del arbolado, la reducción de los costos de transporte, la disminución de los residuos no aprovechables en el proceso de aserrío y el incremento de la proporción de productos de clases superiores, como áreas de oportunidad para un aumento de la rentabilidad que podría alcanzar el orden de 120% de aumento. Los factores que limitan la mejora de operación de las empresas sociales son: el rezago en infraestructura, la descapitalización y dificultad de acceso al crédito y servicios financieros, la falta de información y difícil acceso los mercados, poca disponibilidad de asesoría especializada y limitadas capacidades gerenciales.

4.4. Empresas sociales y MFC

A partir de la política de socioproducción que prevaleció entre 1975 y 1988, en México se

generaron experiencias regionales comunitarias muy exitosas que se renovaron en el periodo de 1995 a 2012, con el apoyo del Procymaf (Rodríguez Anguiano y Bray, 2015; Segura Warholtz, 2015). A partir de estas experiencias de MFC se desarrolló un paradigma de gestión forestal que ha sido reconocido internacionalmente y en el que se conjugan conocimientos, buenas prácticas y actores comprometidos que han contribuido a logros en materia de organización, manejo empresarial, integración industrial, manejo y conservación forestales y gobernanza (Castaños, 2015). No obstante, debiendo operar en entornos hostiles, estas experiencias se han estancado o incluso retrocedido. La cancelación o reducción de la importancia de las acciones de política pública orientadas al fortalecimiento del MFC y al fortalecimiento de empresas sociales han repercutido en la involución de algunas de ellas, que han cerrado operaciones de industria o regresado a una condición de rentismo, o venta en pie, incluso al abandono de permisos de aprovechamiento ante la complicación de la regulación y la descapitalización.

4.5. Desarrollo académico y educativo

El país cuenta con importantes centros de formación de profesionistas forestales que manejan programas interdisciplinarios. Existe también una importante capacidad instalada para la investigación e innovación.

4.6. Monto y orientación de los programas y presupuestos

El presupuesto destinado al sector forestal ha sido tradicionalmente menor que el que se orienta al desarrollo agropecuario; se ha estimado que la relación comparativa de gasto por hectárea entre ambos rubros es de 1:7 en contra del fomento forestal (Chapela y Álvarez, 2007). Si bien este presupuesto tuvo un incremento sustancial luego del año 2000, a partir de la creación de la Conafor, la orientación del gasto ha estado fuertemente sesgada a la restauración y a los programas de pagos por servicios ambientales sin

efectos productivos, en detrimento de las actividades productivas de silvicultura e integración industrial, que en 2017 representaban un escaso 12% del gasto sectorial (Merino y Ortiz, 2015; Madrid, 2017). De este modo, el incremento presupuestal no se acompañó del aumento de la producción sino de su desplome hasta volúmenes de producción similares a los previos a 1995 y a la reducción de la superficie bajo manejo forestal regular (Chapela y Madrid, 2012). La drástica reducción presupuestal de 60% impuesta al sector en el año fiscal de 2016 profundizó aún más las condiciones desfavorables para la producción, de la mano con la reducción de la capacidad operativa de la Conafor y la Semarnat.

5. Competitividad y oportunidades locales.

Las principales líneas de propuesta para la mejora de la rentabilidad, competitividad y generación de empleo en los territorios forestales se orientan a la mejora de los mercados, el incremento de la productividad primaria, la mejora de la cadena de abastecimiento, la mejora de la industria y de las condiciones para el desarrollo de las empresas:

5.1. Mercados

- ▶ Es importante defender e impulsar la producción forestal nacional en el mercado internacional, mediante una política de promoción comercial, con información ágil y relevante; la supervisión de la equidad comercial y la legal procedencia de las importaciones.
- ▶ También es importante mejorar la competitividad de la producción forestal mexicana en el mercado nacional. Si bien las empresas sociales mexicanas tienen costos de producción similares a los de sus competidores foráneos, éstos las aventajan en el acceso a los mercados y la logística. Es importante impulsar medidas como: el desarrollo de estándares de los principales productos, un padrón de existencias y localización de los productos

estandarizados; información oportuna de precios locales, distancias de traslado y costos de transporte.

- ▶ Uno de los rezagos comerciales de las ESF es su incapacidad para ofrecer un suministro constante, oportuno y de calidad homogénea. Se propone fomentar acuerdos de integración comercial entre empresas y regiones, basadas en la homologación y estandarización de productos. Hay también un margen amplio de mejora en la calidad de los productos, generando mayor valor agregado y atendiendo demandas específicas del mercado que ofrecen la mayoría de los competidores extranjeros y algunas grandes empresas nacionales.
- ▶ Se requiere crear un área especializada en la Conafor que desarrolle una estrategia de aliento a la comercialización de productos forestales, adecuada a las condiciones de las ESF. Entre los componentes de esta estrategia están: el desarrollo de marcas y nichos de mercado; disponibilidad de recursos financieros para la comercialización; compras gubernamentales; estudios de mercado y diseño de productos en función de las preferencias de los consumidores. También debe brindarse asesoría en la negociación de las ventas de productos forestales a las comunidades con escasa integración técnica, económica y organizativa.

5.2. Productividad primaria

Los principales medios para incrementar la producción natural de los bosques y selvas de México están en el fortalecimiento del MFC sustentable y la generación de condiciones para la aplicación de mejores técnicas de manejo forestal. Entre las principales propuestas en ambos sentidos están:

- ▶ Impulsar una política consistente, de largo plazo, que rescate y mejore las ricas experiencias mexicanas y los elementos de la política de socioproducción (1980) y del Procyfam (1996-2004). Entre las principales medidas en este campo están: la mejora de los programas para el fortalecimiento organizativo, el apren-

dizaje de comunidad a comunidad, la creación de redes comunitarias de asesoría y la capacitación de cuadros campesinos. Dado el rezago y la importancia de esta línea de política, debe establecerse desde un mandato de ley hasta la inclusión en planes, programas y presupuesto, un criterio de *acción afirmativa*⁵ en favor del MFC.

- ▶ Establecer condiciones para la aplicación de mejoras técnicas: flexibilización de los criterios para la elaboración y aprobación de los planes de manejo; mejora sustancial de los servicios de asesoría técnica; disponibilidad de recursos de inversión para prácticas de cultivo silvícola; mejora genética a través de las actividades de reforestación y enriquecimiento de rodales; generación de información técnica específica regionalizada y experimentación de métodos silvícolas adecuadas a condiciones regionales diversas.
- ▶ Incrementar las áreas bajo manejo forestal, incluyendo extensiones que cuentan con potencial productivo y áreas degradadas. Fortalecer la calidad de los planes de manejo; dar seguimiento a la gestión de las solicitudes de aprovechamiento; disponer de recursos para la aplicación de los planes de manejo forestal.
- ▶ En el tramo que va del aprovechamiento forestal en el monte a la industria se presentan varias brechas de eficiencia y rentabilidad que implican tanto la cantidad como la calidad de los productos que se entregan a la industria, todos con repercusiones potencialmente favorables en costos y utilidades, pero que requieren de asesoría especializada, capacitación y acceso a recursos financieros suficientes y oportunos, así como esquemas de riesgo compartido que permitan la reconversión. Entre las propuestas particulares para mejorar este

5 Acción afirmativa: en el sentido que señala la Ley Federal Para Prevenir Y Eliminar La Discriminación: "medidas especiales, específicas y de carácter temporal, a favor de personas o grupos en situación de discriminación, cuyo objetivo es corregir situaciones patentes de desigualdad".

segmento de la producción están: la aplicación de técnicas de derribo y arrime con reducción de impacto en el arbolado, el sotobosque y los suelos, aplicación de nuevas técnicas de alta eficiencia y bajo impacto; supresión del uso de maquinaria pesada; el aprovechamiento de materiales de corta dimensión y diámetro reducido, generando líneas de producción industrial para su procesamiento; la mejora de los caminos, cuyas malas condiciones tienen costos de operación y mantenimiento que pueden alcanzar hasta 30% de los costos de producción.

5.3. Industria forestal

Se propone dar un lugar prioritario a la integración industrial forestal local, una de las partes clave de generación de utilidades en la cadena de valor y la fuente principal de empleos en los territorios forestales. Se debe procurar la generación de productos con alto grado valor agregado y aprovechamiento de materiales convencionalmente considerados subproductos.

El desarrollo de programas de mejora de la industria debe considerar de inicio la apropiación de las opciones por parte de las ESF buscando la mejora y rehabilitación de las capacidades instaladas. Como propuestas particulares es importante atender: la modernización y mejora de equipos y procesos; la creación de un programa orientado a la reducción de los desperdicios, como forma de incrementar las utilidades de las ESF; la mejora de los productos y desarrollo de manufacturas no convencionales, buscando la agregación de valor y el acceso a nichos de mercado.

5.4. Infraestructura y servicios

Reducir el rezago en infraestructura y servicios: priorizando la construcción y mantenimiento de los caminos y la electrificación, que generan beneficios más allá del ámbito forestal. Otros activos públicos no directamente relacionados con la producción forestal, pero que la afectan, son la disponibilidad de redes de distribución de combustible, servicios financieros y bancarios

y conectividad telefónica y digital; aunque estos aspectos no son responsabilidad gubernamental directa, una política forestal con enfoque territorial debe considerar el papel del Estado como promotor de la concertación y las inversiones privadas.

6. El manejo forestal comunitario como política de fomento a la conservación comunitaria

La conservación e incremento de los servicios ambientales y la biodiversidad en los ecosistemas forestales es un objetivo esencial de la política forestal, que debe buscarse principalmente a partir del manejo forestal comunitario y la mejora en la gestión de las ANP. La política de conservación se centra en la segregación de extensiones de alto valor biológico de las actividades productivas, donde se han establecido ANP bajo control y administración del Estado. Esta política afecta en la mayoría de los casos los derechos de las comunidades, al restringir su acceso a los recursos naturales y criminalizar sus prácticas tradicionales de uso (West et al., 2006). La política de conservación tiene también limitaciones referentes a la falta de recursos, la ausencia de planes de manejo territorial, esquemas de concertación y participación y recursos para su mantenimiento. En muchas regiones las ANP se encuentran cada vez más aisladas por el avance de la deforestación en sus inmediaciones (De Fries et al., 2005) y por la falta de un manejo productivo de paisaje que incorpore corredores de conectividad (Álvarez Icaza, 2017). Este aislamiento ha conducido a la extinción local de especies de fauna mayor dentro de muchas ANP (Newmark, 1996; Woodroffe y Ginsberg, 1998). Este modelo de conservación desvincula las ANP del paisaje circundante y modifica las prácticas de apropiación de la naturaleza establecidas por las comunidades, por lo que, en consecuencia, tiende a deteriorar el patrimonio biocultural del país y la estructura y funcionalidad de los paisajes.

Distintos trabajos han mostrado que el MFC es una estrategia eficaz para detener la deforestación (Merino, 2004; Bray et al., 2008; Porter-Bolland et al., 2012, Merino y Martínez 2015); incorpora prácticas que garantizan las funciones ecosistémicas, al adaptarse a las dinámicas de recuperación natural de los bosques y aplicar medidas para mitigar los impactos de las extracciones sobre los cuerpos de agua y la biodiversidad. El mosaico de estados sucesionales generado por el manejo de los bosques favorece la conservación de la diversidad y es compatible con la recuperación de las cadenas tróficas, incluyendo conservación de fauna en peligro de extinción. La actividad forestal promueve la captura de carbono, protege los mantos acuíferos, mantiene la biodiversidad edáfica y las poblaciones de insectos polinizadores, entre otros beneficios importantes para la sociedad.

Muchas comunidades están desarrollando actividades específicamente conservacionistas, como el monitoreo de biodiversidad y la calidad del agua, el incremento de la captura de carbono, la aplicación de tecnologías de extracción forestal de bajo impacto, el manejo especializado de fauna y flora rara o en peligro de extinción. Se puede estimar que más del 25% de la superficie forestal con autorización de aprovechamiento, que equivale a poco menos de 2 millones de hectáreas, permanece sin actividades de extracción; además muchas comunidades cuentan con áreas de conservación comunitaria dedicadas de manera permanente a este fin por acuerdo de asamblea (Martín et al., 2011; Merino y Martínez, 2015). En estas superficies las comunidades llevan a cabo acciones para la conservación, como la vigilancia y la prevención y control de incendios y plagas. En conjunto, las acciones que llevan a cabo las comunidades que manejan sus bosques superan los efectos de protección en las ANP oficiales.

El impulso al modelo de MFC desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos debe considerar modificaciones importantes a las políticas ambientales actuales entre las que se proponemos:

6.1. Fortalecer los esfuerzos de conservación comunitaria en los territorios bajo manejo forestal

Para ello, puede utilizarse la figura de áreas dedicadas voluntariamente a la conservación (ADVC), tanto para formalizar las reservas comunitarias y ejidales ya establecidas como para incorporar las áreas que permanecen excluidas de las actividades de extracciones forestales. Es necesario que la figura de ADVC cuente con incentivos claramente establecidos para las comunidades. Estos pueden consistir en el acceso preferencial a ciertos programas de gobierno, lo que si bien está estipulado en el reglamento de las ADVC, no se incluye en los planes de operación de los programas de gobierno relevantes. Es fundamental que las ADVC cuenten con recursos para su manejo y protección, de modo que las comunidades puedan costear brigadas de vigilancia y monitoreo comunitario u otras actividades de protección/conservaciones pertinentes a cada caso.

6.2. Mejorar la ejecución de los programas de pago por servicios ambientales (PSA)

De manera que se impulse efectivamente el ordenamiento territorial comunitario y el MFC; segregando solamente las áreas elegibles en función de su valor ambiental significativo e impulsando aprovechamientos sustentables de productos forestales maderables y no maderables. Al construirse alternativas económicas vinculadas a la permanencia del bosque, el beneficio de los programas de PSA puede trascender su periodo de ejecución, promoviendo la revalorización de los ecosistemas y la biodiversidad, así como la apropiación social del territorio, ambos aspectos fundamentales para el éxito de la conservación comunitaria.

6.3. Vincular los programas de reforestación y restauración ecológica al desarrollo forestal comunitario.

La restauración productiva, encauzada tanto a la restauración de la fertilidad del suelo como al uso de especies útiles, maderables y no maderables, debe ser un objetivo central de la política de conservación oficial como lo es ya de los objetivos

locales de conservación de muchas comunidades rurales. Programas de reforestación y un marco normativo que consideren explícitamente el aprovechamiento futuro de las áreas reforestadas, y abonen a la construcción de acuerdos y reglas generadas localmente para regir estos aprovechamientos, responderían de manera simultánea a los intereses de las comunidades y a la restauración del valor ecológico de áreas degradadas, a la vez que estimularían la participación comunitaria en la restauración.

6.4. Promover la planeación regional enfocada en el mantenimiento de la conectividad del paisaje, buscando integrar instrumentos como los planes de manejo forestal, los ordenamientos territoriales comunitarios y los de escala regional.

Esta integración debe buscar la continuidad espacial de elementos clave del paisaje como corredores de vegetación. Es importante que otros aspectos de la política de desarrollo rural, tales como el establecimiento de infraestructura carretera y tendidos eléctricos, consideren también la conectividad y funcionalidad del paisaje en concordancia con los instrumentos de planeación comunitaria antes mencionados.

6.5. Mejora de las ANP

Mediante la elaboración y revisión, participativa y concertada, de los planes de manejo en todas las ANP terrestres, de la formación y fortalecimiento de órganos participativos e incluyentes de gobernanza; de la difusión y capacitación continua de las comunidades y funcionarios que concurren en la gestión de las ANP; de una evaluación general de las ANP basada en resultados y la elaboración de un programa detallado de mejora de cada una; de la apertura del Consejo Nacional de ANP a una mayor participación de representantes de las comunidades.

6.6. Promover la capacitación y participación de las comunidades

En programas de reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal y establecer

mecanismos de pago por servicios de emisiones evitadas y carbono capturado que garanticen la remuneración de esfuerzos de las comunidades y generen incentivos para profundizar dichos esfuerzos.

6.7. Promover la capacitación y participación de las comunidades en la bioprospección

Establecer los mecanismos y salvaguardas para un pago equitativo y justo de las participaciones en los beneficios que de ella deriven, de acuerdo con los protocolos internacionales y las mejores prácticas aplicables, garantizando ampliamente el control comunitario y la conservación de su patrimonio de recursos genéticos.

6.8.

Establecer con base en la concertación de los distintos actores pertinentes las medidas para evitar la introducción de especies invasoras en los ecosistemas forestales, particularmente en los programas de plantaciones y de reforestación.

7. Manejo técnico, acompañamiento y asesoría multidisciplinarios

La asesoría y acompañamiento técnico a las comunidades forestales, conocida como “servicios técnicos forestales” (STF), es clave para el desarrollo forestal, su ausencia, deficiencia o distorsión, es un obstáculo crucial. Los STF son un componente central de la política forestal. Los servicios técnicos convencionales mantienen una impronta que refiere a los esquemas de concesiones forestales vigentes entre los años 1950-1970. Durante este periodo los industriales privados o gubernamentales, las autoridades y los ingenieros forestales eran los actores clave, mientras que las comunidades y pequeños propietarios dueños de los bosques quedaban al margen de las decisiones y las oportunidades, recibiendo, en el mejor de los casos, un trato paternalista.

En diversos momentos, especialmente durante la implementación de la socioproducción,

el Procymaf y otros programas de silvicultura comunitaria, surgieron contingentes de profesionistas comprometidos con el MFC y el desarrollo forestal sustentable, de ahí que se cuente con profesionistas y equipos consolidados con capacidad y calidad. No obstante, la mayoría del gremio de técnicos forestales ha reproducido esquemas excluyentes y autoritarios que van del uso de las comunidades para la obtención de rentas de los programas de la Conafor⁶, hasta verdaderos cacicazgos donde “el ingeniero” instruye a las autoridades comunitarias sobre las decisiones de gestión forestal y realiza en beneficio propio las transacciones de compra-venta. Por otra parte, vale reconocer que en la actualidad la mayoría de los prestadores de STF trabaja en condiciones precarias de aislamiento, sin incentivos, con problemas de descapitalización y sin una actualización técnica.

Se propone que la política en este ámbito vaya más allá de los servicios técnicos tradicionales, impulsando más ampliamente servicios de acompañamiento, que aborden la multiplicidad de ámbitos de la asesoría y capacitación que requiere el desarrollo forestal, y establezcan una relación horizontal entre técnicos y usuarios de los servicios. Las líneas específicas de mejora integral de los servicios de acompañamiento son: fomento a la consolidación del acompañamiento de calidad; evaluación eficaz y expedita del mismo; habilitación de técnicos campesinos; disponibilidad de especialistas para acción regional e integración de equipos interdisciplinarios de acompañamiento (Chapela, 2000).

7.1. Especialistas y equipos interdisciplinarios de acompañamiento

Un cambio de paradigma como el que proponemos y la atención a las necesidades y propuestas que hemos descrito requiere contar con equipos de trabajo interdisciplinarios, con capacidades de asesoría y acompañamiento en una amplia va-

riedad de temas: métodos de silvicultura, habilidades de diseño y mantenimiento de caminos, contabilidad, mercadotecnia, organización, ingeniería industrial, diseño, gestión financiera y fiscal. Estos equipos deben responder a los intereses de las comunidades. Los equipos orgánicamente integrados a las comunidades han ido generando los esquemas de acompañamiento más adecuados para enfrentar los retos mencionados. Una política que atienda esta problemática debe destinar recursos de carácter transitorio, que permitan generar las condiciones para que las ESF se hagan cargo de este rubro en plazos razonables y mediante mecanismos de retirada paulatina de los apoyos financieros.

7.2. Incentivos y apoyos a los prestadores de servicios

Se requiere de un esquema sólido de mejora continua de las capacidades de los asesores que les permita brindar un acompañamiento de calidad, acorde con las distintas necesidades del desarrollo forestal. Este esquema debe generar alicientes para mantener la mejora y actualización profesionales. Se propone la integración de un programa de promoción de la formación de profesionistas y equipos de trabajo integrados a las ESF. Dicho programa puede incluir subsidios y acceso a recursos de crédito para capitalización y modernización de equipos, acceso a sistemas de información geográfica y paquetería de cómputo de aplicación forestal, cursos y otras actividades de capacitación y actualización, así como esquemas de reconocimientos al buen desempeño. Como complemento importante de la estrategia de mejora continua de los servicios de acompañamiento se requiere la provisión de activos públicos disponibles en un ámbito regional, necesarios para materias que requieren una escala mayor que la predial o la del ámbito de acción de un profesional o grupo, como el acceso a imágenes remotas; asesoría especializada en temas de sanidad, manejo de fuego, entre otros.

La evaluación periódica por resultados es necesaria para la mejora de los servicios de acom-

6 Varios programas exigen la firma del prestador de servicios técnicos.

pañamiento y para disponer de criterios para el acceso a incentivos por parte de los prestadores. En dicha evaluación deben participar las comunidades usuarias, considerando criterios como los impactos del acompañamiento en la mejora del manejo forestal, las condiciones ecosistémicas y productivas de los predios, el desarrollo de capacidades comunitarias en la gestión de los recursos naturales y las empresas sociales. El resultado de las evaluaciones debe ser incluido y actualizado en el Registro Nacional Forestal, de forma tal que proporcione a los usuarios de los servicios los criterios para valorar y seleccionar a los prestadores de estos servicios.

7.3. Clasificar los servicios de acompañamiento

Se propone clasificar los servicios de acompañamiento para efecto de acreditación, evaluación y registro considerando: el tipo de ecosistema forestal en el que los técnicos se especialicen (bosques templados, selvas húmedas, caducifolias y zonas áridas); el tipo de actividad de competencia (ordenamiento territorial, administración, mercadotecnia, organización, etc.); grado de responsabilidad, considerando actividades que requieren conocimientos y experiencia (planeación regional, programas de manejo de fuego, atención de problemas regionales sanitarios o arbitraje para la resolución de controversias) y actividades más particulares con menores impactos potenciales. Contar con cuerpos técnicos locales permite potenciar la capacidad operativa de los asesores reduciéndose tiempos y costos de formulación, ejecución y administración de los planes de manejo y en general de la gestión forestal. Esta estrategia busca promover la apropiación de los bosques y las empresas forestales por parte de sus dueños. La participación de los técnicos campesinos da a las comunidades mayor presencia en la toma de decisiones, favoreciendo mayor equilibrio en las relaciones entre las comunidades y sus asesores técnicos.

7.4. Certificación de competencias profesionales

La certificación de competencias profesionales es un tema controvertido, ya que los organiz-

mos gremiales reivindican la exclusividad. En los hechos estos organismos no han contribuido a garantizar la competencia, ni a evaluar el desempeño de sus agremiados, bloqueando las iniciativas para instalar esquemas de certificación y evaluación equiparables con las mejores prácticas internacionales en la materia. Es necesario superar esta barrera para la mejora de los servicios de acompañamiento, garantizando la participación de los gremios profesionales en este proceso.

8. Un nuevo arreglo institucional

Las deficiencias crecientes en la gestión institucional de las actividades forestales obedecen a distintas causas: la reducción drástica de recursos y capacidades humanas para la operación; corrupción, en especial en las áreas de autorización, vigilancia y acceso a recursos de los programas de apoyo a productores; desencuentro entre instancias y funcionarios de diferentes secretarías y órdenes de gobierno, incluso entre áreas del sector ambiental donde se aloja el sector forestal. Plantear una visión diferente de la política forestal implica adecuar la plataforma de gestión que instrumentará los eventuales cambios, considerando:

8.1. Mejorar las capacidades de gestión institucional

- ▶ En oposición a la tendencia de reducción de recursos, principalmente recursos humanos, se plantea en cambio, ampliar la capacidad de atención gubernamental, especialmente la operación en las delegaciones y gerencias de la Semarnat y Conafor, mediante la defensa del presupuesto y diversas medidas específicas orientadas a reducir, distribuir y facilitar las operaciones de regulación y fomento forestal.
- ▶ Revisión de funciones y capacidades, buscando evitar traslapes, duplicación de funciones y contradicciones que merman la capacidad de gestión gubernamental e imponen a los usuarios costos de transacción innecesarios, incer-

tidumbre y discrecionalidad que obstaculizan sus actividades.

8.2. Acción regulatoria de la Semarnat

Corregir el sesgo de la acción regulatoria de la Semarnat, hacia restringir las actividades productivas como vía de conservación, lo que se ha convertido en una barrera para el desarrollo forestal sustentable. Es importante articular de manera funcional la actividad forestal productiva y las políticas y medidas de protección, incluyendo la normatividad para el aprovechamiento de especies forestales consideradas en peligro o en selvas y bosques de niebla.

8.3. Promover y reconocer la participación social

Fundamental para el desarrollo forestal, en razón de sus contribuciones a la concertación, el enriquecimiento de información y opinión, la confrontación con las problemáticas reales, la suma de compromisos y esfuerzos para metas comunes y el ordenamiento para el uso sustentable del territorio, no obstante las medidas para promover y reconocer la participación no han tenido ni el papel ni la continuidad en política pública forestal. La Ley Forestal de 1992 estableció el Conaf como un órgano solamente “de consulta”, a pesar de lo cual tuvo un papel relevante en la formulación del Plan Nacional Forestal y de Suelo 1995-2000 (Semarnat, 1995) y en la reforma de la ley forestal en 1997. En 2003 la ley vigente otorgó a este Consejo atribuciones de “vigilancia y supervisión” de la aplicación de la política forestal y estableció la obligación para las autoridades, de consulta y escucha de propuestas en la formulación y modificación de la política. Esa ley estableció también un Comité Mixto del Fondo Forestal. Para retomar el impulso de la participación social en la política pública proponemos:

- ▶ Fortalecer el Conaf y los consejos estatales buscando: la consolidación normativa de su operación; la integración de consejos regionales para atender problemáticas compartidas por más de una entidad; mejorar las capaci-

dades, representatividad y prácticas de construcción de consensos en los sectores sociales representados; fortalecer los secretariados técnicos de estos consejos y el funcionamiento de sus comités técnicos y buscar la convergencia de los consejos con otros espacios importantes de participación como: los consejos de cuenca, de áreas naturales protegidas en los casos de los consejos estatales y con el consejo de ANP y de Desarrollo Sustentable en el caso del Conaf.

- ▶ Orientar al Conaf y a los consejos estatales hacia esquemas de corresponsabilidad, establecer la participación informada de actores sociales en procesos de preevaluación de programas de manejo y otros procedimientos, permitiendo la interacción entre actores y la creación de confianza en ámbitos regionales.
- ▶ Avanzar hacia esquemas de autorregulación como medio para la reducción de la carga regulatoria, con base en la construcción de condiciones de confianza, ampliando, paulatinamente y por mérito, los márgenes de acción de los sujetos regulados. Entre las medidas a instrumentar en esta línea están: acciones regionales para la sensibilización de funcionarios, promotores y sujetos regulados; auditorías preventivas; promoción de esquemas de certificación, evaluación y registro de desempeño; supervisión cruzada participativa y revisiones de campo y establecimiento de un esquema de reconocimiento equivalente a la distinción de industria limpia otorgada por la Profepa.

8.4. Manejar una perspectiva territorial y de concurrencia

Que permita rebasar el aislamiento tradicional de las actividades forestales respecto al resto de las actividades que tienen lugar en los territorios. Este aislamiento genera pérdida de oportunidades como la de sumar esfuerzos para el desarrollo y mantenimiento de infraestructura, la prevención conjunta de incendios descontrolados con productores agrícolas y ganaderos que utilizan el fuego como instrumento de manejo de sus

actividades. Para avanzar en este terreno se proponen dos líneas de acción:

- ▶ Planeación y acción transectorial con enfoque territorial, avanzando a contracorriente de una lógica segmentada de tratamiento de los problemas del desarrollo, instrumentando acciones regionales, centradas en ejercicios de ordenamiento territorial, en los que se consideren las interacciones, aportes y compromisos posibles de los diferentes actores y sus actividades y en el cual se encuadren los planes regionales de desarrollo forestal.
- ▶ Refuncionalizar las plataformas de concertación, particularmente los consejos estatales de Desarrollo Rural Sustentable, en aspectos como el desarrollo y mantenimiento de Sistemas de Información, acción conjunta de vigilancia forestal, disponibilidad de recursos financieros para inversiones productivas e infraestructura y el pago por servicios hídricos. Es importante articular la gestión forestal con espacios de toma de decisiones y concertación como los consejos distritales y municipales, los comités de planeación municipal y los consejos de cuenca.

8.5. Impulsar la descentralización hacia las regiones y comunidades

La descentralización es un poderoso recurso de arreglo institucional con potencial para acercar la gestión al terreno de los hechos; adaptar las normas y procedimientos a las condiciones locales; reducir los tramos de administración y fortalecer la identidad regional y la identificación de los actores con sus pares y otros agentes de los procesos de desarrollo. Sin embargo, ha sido objeto de interpretaciones incorrectas y aplicaciones desafortunadas, como ha sucedido con el traslado de la sede de la Conafor a Guadalajara, trasladando la centralización a un nuevo emplazamiento sin cambiar sustancialmente las prácticas de concentración de capacidades y recursos, a la vez que se han mantenido los procedimientos y vicios habituales. También se ha retrocedido en la construcción de acuerdos de transferencia de funciones

a los gobiernos estatales, que en su mayoría han sido fallidos. Frente a ello se propone:

- ▶ Simplificar los procedimientos administrativos y aligerar la carga regulatoria y de gestión de los programas de MF, identificando los tramos de gestión que pueden ser descentralizados a gobiernos estatales o estar sujetos a mecanismos de coadyuvancia o autorregulación supervisada.
- ▶ Retomar las acciones para la federalización de funciones, con énfasis en la construcción conjunta (entre el gobierno federal y los gobiernos estatales) de capacidades, manteniendo un esquema de control central basado en la supervisión y evaluación programada y concertada.
- ▶ Un modelo de gestión, en *Unidades Regionales de Manejo Forestal*, basado en territorios de escala suficientemente local para contar con la participación y el conocimiento directo de las condiciones locales por parte de los actores pertinentes y suficientemente extenso para alcanzar escalas que den viabilidad a las acciones, en casos como el manejo y regeneración de una subcuenca hidrográfica, la planeación y ejecución del desarrollo de caminos y la aplicación de estrategias para la salud forestal, acciones que rebasan la escala predial y podrían acercarse a las delimitaciones de los distritos de desarrollo rural sustentable. Con este modelo de gestión procura recoger experiencias de las políticas de socio-producción que recogió la Ley Forestal de 1986 con la denominación de Unidades de Conservación y Desarrollo Forestal (Ucodefo).
- ▶ Un sistema de información forestal transparente y oportuno de información comprometido con la mejora en la calidad, oportunidad y accesibilidad de la información, base de una buena planeación, transparencia y rendición de cuentas. Este sistema debe incluir información clave como los resultados de las evaluaciones de los programas, el catálogo de prestadores de servicios, los componentes del gasto, datos estadísticos desagregados de los apro-

vechamientos y específicos de los programas de manejo y autorizaciones, anuarios sobre el estado del sector, que proporcionen información relevante, ordenada y comprensible. Por último es importante establecer un proceso de convergencia con el Sistema de Información para el Desarrollo Rural Sustentable.

9. Un nuevo marco normativo

El marco normativo es el andamiaje de un proyecto de cambio de política. Incluye leyes que concurren en la definición de reglas, objetivos, prioridades, responsabilidades y regulación; normas, reglamentos y disposiciones administrativas, integradas en un sistema jerárquico que no siempre es armonioso y suele presentar huecos y contradicciones. Se propone su revisión incluyendo:

9.1. La consolidación del marco jurídico ambiental

Desde la publicación de la primera versión de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) han pasado 30 años, a lo largo de los cuales esta ley se modificó y han surgido diferentes instrumentos en tensión con ella. Es importante promover su revisión y de las leyes ambientales específicas que la reglamentan, entre ellas la forestal. Se requiere adecuar y armonizar distintas leyes que interactúan con la actividad forestal como la Ley General de Aguas, cuya reforma fue ordenada por la reforma constitucional de 2012 y no ha sido formulada; la ley de Biodiversidad, la de Cambio Climático, la de Responsabilidad Ambiental y una ley faltante en materia de conservación de tierras, estancada desde la presentación de iniciativas al respecto en los años de 2005 y 2009.

9.2 Nueva ley forestal.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003) ha sido objeto de numerosas observaciones y propuestas de reforma general. En 2016 fue presentada una iniciativa de nueva ley de la materia (Arzaluz, 2016). A partir de abundantes dis-

cusiones y en el marco del conjunto de propuestas que se presentan consideramos que los aspectos centrales que deben incorporarse a una reforma de fondo de la ley son:

- ▶ Definiciones y criterios generales. La LGDFS tiene espacios de definición de criterios, objetivos y prioridades. Se plantean la incorporación en ellos de un enfoque prioritario de desarrollo basado en el fomento al manejo forestal comunitario, la protección de los derechos de comunidades indígenas y equiparables; el fomento de redes locales de valor para la creación de empleo en los territorios forestales; un enfoque territorial y criterios de protección de los ecosistemas.
- ▶ Protección de los derechos humanos y de comunidades. Se propone la ley forestal como reglamentaria, en materia forestal, de la reforma constitucional en derechos humanos, mediante criterios de acción afirmativa y medios de salvaguarda efectiva de los derechos.
- ▶ Promoción de la participación social plena y efectiva, mediante acciones orientadas a la creación y fortalecimiento de capacidades y la mejora de la calidad de operación de los espacios de diálogo y concertación.
- ▶ Mejora regulatoria orientada a la reducción de la carga, la simplificación y modernización de procedimientos administrativos.
- ▶ Promoción del manejo forestal comunitario y las redes locales de valor, con un criterio de acción afirmativa.
- ▶ Combate integral a la ilegalidad con disposiciones para mejora de la prevención, la participación comunitaria en la vigilancia, la coordinación operativa con las fuerzas públicas, la sensibilización y capacitación de autoridades y agentes de la cadena de valor, desarrollo de la trazabilidad, control de madererías y operaciones de comercio internacional y programas regionales integrales.
- ▶ Descentralización con nuevas unidades regionales, mediante la instrumentación de un modelo regional de gestión con características


de formulación de ordenamiento territorial concertado; convergencia con los consejos de Distrito de Desarrollo Rural y de Cuenca y establecimiento de activos públicos de beneficio común.

- ▶ Servicios de acompañamiento. Sustitución del concepto convencional de servicios técnicos forestales por el de acompañamiento integral; evaluación de los servicios a partir de resultados, catálogo de especialidades para efectos de certificación de competencias y registro, incentivos y apoyos para prestadores de servicios y órganos integrados a las empresas sociales forestales y habilitación de técnicos campesinos.

Referencias


- Alianza legalidad para la sustentabilidad forestal; comunicado del 14 de julio de 2016).
- Arzaluz, A. 2016. Iniciativa para una nueva ley general de desarrollo forestal sustentable. *Gaceta parlamentaria*. 10 de septiembre de 2016. Cámara de Diputados.
- Banco de México. 2010. Estadísticas del PIB. En: www.banxico.org.mx/sieinternet/consultardirectoriointernetaction.do?accion=consultarcuadroyidcuadro=cr111ysector=2ylocale=es.
- Bosques y gobernanza. 2013. Declaratoria ciudadana. Tuxtla. Agosto, 2013.
- Bray, D. B., E. Durán, V. H. Ramos, J. F. Mas, A. Velázquez, R. Balas Mcnab, D. Barry y J. Radachowsky. 2008. Tropical deforestation, community forests, and protected areas in the maya forest. *Ecology and society*. 13(2): 56.
- Bray, D., L. Merino y D. Barry. 2007. El manejo comunitario en sentido estricto: las empresas forestales comunitarias de México. En: Bray, D., L. Merino y D. Barry. *Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales*. México: Semarnat, Instituto Nacional de Ecología.
- Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. 2010. *Comportamiento de la industria de la construcción y crecimiento económico en México*.
- Castaños, L. J. 2015. Esfuerzos pioneros de política pública para la gestión forestal en comunidades. En: Torres Rojo, J. M. (ed.), *Desarrollo forestal comunitario. La política pública*. México: CIDE.
- Chapela, G. 2000. Gobernabilidad y manejo forestal sustentable. Problemas y propuestas para el mejoramiento de los servicios técnicos forestales. En: Escalante, R. y F. Aroche, *El sector forestal mexicano: paradojas de la explotación de un recurso natural*. México: Facultad de Economía-UNAM.
- Chapela, G. y M. Álvarez. 2007. *Armonización de programas de desarrollo y manejo sustentable de las tierras*. México: Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria-Cámara de Diputados.
- Chapela, G. y S. Madrid. 2012. Elementos para el debate hacia una política de estado en el sector forestal. En: Calva, J. L. (coord.), *Cambio climático y políticas de desarrollo sustentable. Análisis estratégico para el desarrollo, volumen 14*. México: Juan Pablos Editor y Consejo Nacional de Universitarios.
- Chapela, G. 2015. *Las comunidades forestales mexicanas frente a REDD+. Examen para la garantía de los derechos de las comunidades: salvaguardas, distribución de beneficios de emisiones evitadas, monitoreo, verificación y registro*. México: Red Moca-Bank Information Center.
- Comtrade. 2017. Trademap. www.trademap.org.
- Comisión Forestal del Estado de Michoacán. 1986. Carta dasocrática de la Unión de ejidos Melchor Ocampo en el oriente del estado de Michoacán. Morelia.
- Conabio. 2016. *Estrategia nacional de biodiversidad y plan de acción 2016-2030*. México.
- Conafor. 2012. *Programa sectorial forestal 2012-2018*. México.
- Conafor. 2013. *La estrategia nacional de manejo forestal sustentable para el incremento de la producción y productividad*. México.
- Conafor. 2015. *Anuario estadístico*. Guadalajara.
- Conafor. 2016. *Anuario Estadístico*. Guadalajara.
- Defries, R., A. Hansen, A. C Newton y M. C. Hansen. 2005. Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty years. *Ecological applications*. 15(1): 19-26.
- European Forest Institute - Proforest. 2014. Introducción a flegt.

- FAO. 2015. *Evaluación de los recursos forestales mundiales*. Roma.
- FAO. 2017. FAOSTAT. www.fao.org/faostat/es/#data/fo (2017/10/18).
- Global Forest Watch. 2017. Country profile. Mexico. www.globalforestwatch.org/country/.
- Inegi. 2000. Carta de uso actual del suelo y vegetación, serie iv
- Inegi. 2012. Anuario estadístico.
- Madrid, S. 2017. Subsidios al sector forestal. Ponencia en el SUSMAI. 17 de septiembre de 2017.
- Martin, G. J., C. I. Camacho, C. A. Del Campo, S. Anta, F. Chapela y M. A. González. 2011. Indigenous and community conserved areas in Oaxaca, Mexico. *Management of Environmental Quality*. 22(2): 250-266.
- Merino, L. y A. E. Martínez. 2014. *A vuelo de pájaro. Las condiciones de las comunidades con bosques templados en México*. México: Comisión Nacional para el Estudio y Uso de la Biodiversidad.
- Merino, L. 2016. Rights, Pressures and Conservation in Forest Regions of Mexico. En: De Castro, Hogenboon y Baud. *Environmental Governance in Latin America*. Holanda: Springer pp. 234-256.
- México. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- México. 1960. Ley forestal.
- México. 1986. Ley forestal.
- México. 1992. Ley forestal.
- México. 2001. Ley de desarrollo rural sustentable.
- México. 2003. Ley general de desarrollo forestal sustentable.
- México. 2014. Ley de hidrocarburos.
- Navia, J., C. Martínez e I. Cumana. *Manejo forestal comunitario en Michoacán*. México: Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (en edición).
- Newmark, W. D. 1996. Insularization of tanzanian parks and the local extinction of large mammals. *Conservation Biology*. 10(6): 1549-1556.
- ONU. 2007. Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas. Nueva York.
- ORT. 1989. Convenio 169 sobre pueblos indígenas y tribales. Ginebra, Suiza.
- Ponce-Nava, D., 2017. *Encuesta realizada por la PAOT. (2012). Presentación en mesa redonda sobre compras de gobierno*. México: Comisión de Planeación. Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable.
- Porter-Bolland, L., E. Ellis, M. Guariguata, I. Ruiz-Mallén, S. Negrete-Yankelevich y V. Reyes-García. 2012. Community managed forests and forest protected areas: an assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *Forest ecology and management*. 268: 6-17.
- Representación de comunidades forestales del Conaf. Propuesta de estrategia integral para fortalecer la legalidad en el mercado de madera en México. 1 de junio de 2016.
- Reyes, J. P. et al. 2012. *Atlas de propiedad social y servicios ambientales*. México: IICA-RAN. .
- Rodríguez J., J. Anguiano y D. Bray. 2015. La creación del Procymaf como estrategia de apoyo al desarrollo forestal comunitario en México. En: Torres Rojo, J. M. (ed.), *Desarrollo forestal comunitario. La política pública*. México: CIDE.
- Semarnap. 1995. Plan nacional forestal y de suelo 1995-2000. México.
- Semarnat. 2015. Inventario nacional forestal y de suelos. México.
- Torres Rojo, J. M. 2015. Desarrollo forestal comunitario: desarrollo, tendencias y lecciones aprendidas. En: Torres Rojo, J. M. (ed.), *Desarrollo forestal comunitario. La política pública*. México: CIDE.
- UN Statistics. 2017. www.trademap.org.
- West Paige, J. I. y D. Brockington. 2006. Parks and peoples: the social impact of protected areas. *Annual review of anthropology*. 35(1): 251-277.
- Woodroffe, R. y J. R. Ginsberg. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science*. 280(5372): 2126-2128.



Perspectivas sobre los mares y costas de México. Una nueva agenda para el desarrollo sustentable y sostenible

José Rubén Lara, Salomón Díaz Mondragón y Eduardo Peters



Las zonas costeras y marinas producen la mitad de oxígeno que los humanos respiramos, absorben el 25% del bióxido de carbono que se genera a partir de las actividades humanas, capturan el 90% del calor antropogénico que se añade al sistema global y reciben casi toda el agua del hielo que se derrite. Además, los océanos determinan la química planetaria, gobiernan el clima, y son la piedra angular de los sistemas que soportan la vida y, de este modo, de todos los organismos de nuestro planeta.

Los océanos son fundamentales para el bienestar económico, con una contribución estimada de entre 3 y 6 trillones de dólares por año a la economía global. Un 90% del transporte de bienes globales es realizado por mar. Las pesquerías aportan a 4,300 millones de personas más del 15% de la proteína animal que consumen. Los ecosistemas costeros como manglares, arrecifes y pastos marinos, así como su biodiversidad, nos ofrecen protección ante eventos extremos y capturan carbono evitando así el calentamiento global y son hábitat de una enorme diversidad biológica.

Las zonas costeras, que cubren aproximadamente un 20% de la superficie de la Tierra, son el hogar de más del 50% de la población humana. Del mismo modo, los ecosistemas costeros proporcionan el 90% de las capturas mundiales, y son el hogar de casi el 80% de las especies conocidas de peces marinos (13,200 especies).

Los arrecifes y manglares protegen las costas al absorber al menos el 70-90% de la energía de las olas generadas por el viento, evitando así pérdidas económicas para los desarrollos costeros.

Cada día se comprende mejor el enorme potencial de los océanos y las aguas continentales para contribuir a la seguridad alimentaria de una población mundial que se prevé alcance los 9,700 millones de habitantes en 2050. Sin embargo, las costas son las áreas más perturbadas del planeta, dada la contaminación, eutrofización, industrialización, desarrollo urbano, producción agrícola y sobrepesca, por mencionar solo algunas de las presiones continuas que afectan la capacidad de los océanos para sustentarse.

La zona costera es un área de transición entre los ambientes marino y continental del planeta. Es uno de los elementos más importantes de la biósfera, con una

amplia diversidad de ambientes, recursos y una interacción intensa de ambientes y su balance, lo que origina ecosistemas con características únicas; climáticas, geomorfológicas e hidrológicas, que en conjunto crean sistemas sumamente productivos, sin embargo, vulnerables ante las presiones antropogénicas. Así que, uno de los mayores retos que enfrentamos actualmente es administrar correctamente estas áreas, de tal manera que las futuras generaciones también las usen y disfruten.

El presente documento busca ofrecer un panorama sobre los impactos de las actividades económicas y sociales en los ecosistemas costeros y marinos para contribuir a la generación de estrategias, políticas de adaptación y reducción de la vulnerabilidad de estas zonas ante los principales retos ambientales del siglo XXI: el cambio climático, la hipoxia y la eutrofización, la contaminación por hidrocarburos y microplásticos, la acidificación de los océanos y el escenario actual de cambio ambiental global. También, se busca resaltar el valor de las pérdidas socioeconómicas, resultado de la falta de conocimiento sobre la función y la vulnerabilidad de los ecosistemas costeros y marinos de nuestro país, ante dicho cambio ambiental y, en consecuencia, la falta de estrategias para enfrentarlo.

Los retos globales y la agenda azul

Dado que los océanos tienen una importancia significativa en términos económicos y de subsistencia para el humano, la pesca y la acuicultura son ejes críticos para la alimentación, nutrición y empleo de millones de personas, por lo que es fundamental poner atención a este sector. La producción pesquera mundial de 2016 fue de 171 millones de toneladas en 2016; 47% corresponden a la acuicultura. El valor total de la primera venta de la producción pesquera y acuícola se estimó en ese año en 362,000 mdd; el 88% se utilizó para el consumo humano directo, de acuerdo con *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*, 2018, de la FAO.

En 2016 se registró un consumo mundial *per cápita* de 20.3 kg, que supone un máximo histórico, casi empatando con las previsiones de la FAO que estimaban que, en los países en desarrollo, como México, el consumo anual de pescado *per cápita* aumentaría de 19.6 kg en el periodo 2013 a 2015, a 21.5 kg en 2025.

Las sociedades humanas enfrentan el desafío de proporcionar alimentos y medios de vida a una población que, para mediados del siglo XXI, superará los 9 mil millones de personas, al tiempo que deberán abordar los efectos desproporcionados del cambio climático y la degradación ambiental. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) ofrecen un planteamiento único, transformador e integrador para colocar al mundo en una senda sostenible y resiliente que no deje a nadie atrás.

Muchas respuestas a los desafíos globales radican en el uso y la gestión sostenibles de los recursos marinos, mediante el desarrollo de una economía azul. Una economía azul es aquella en la que nuestros ecosistemas oceánicos brindan beneficios económicos y sociales que son eficientes, equitativos y sostenibles. Usados sabiamente, los recursos oceánicos de México pueden generar riqueza, alimentos, energía y medios de vida sostenibles por generaciones.

El reciente interés por las zonas costeras y los océanos por parte de los principales organismos internacionales se debe no solo a una mejor comprensión del papel esencial de estas zonas para las sociedades, la economía y el ambiente, sino también a que los múltiples problemas ambientales que de manera creciente enfrentan actualmente las zonas costeras en el mundo (UNEP/ONU, 2005) ponen en riesgo y amenazan no solo la diversidad biológica sino el funcionamiento de los ecosistemas costeros, que son el sustento y la base de múltiples procesos productivos esenciales para las economías locales, nacionales y regionales, y también son el sustento de múltiples servicios ecosistémicos, así como una muy importante y esencial fuente del bienestar humano (WRI, 2001).

Uno de los instrumentos mundiales actuales para medir la sustentabilidad y sostenibilidad de los océanos es la agenda azul, que tiene como objetivo mejorar el índice de salud de los océanos (ISO), crear conciencia sobre su estado y servir como catalizador y guía para que los tomadores de decisiones implementen políticas efectivas que promuevan el bienestar de los océanos. Un océano sano es aquel que ofrece de manera sostenible una gama de beneficios para la gente, tanto ahora como en el futuro. Las 10 metas públicas para medir la condición general de los océanos son: provisión de alimentos; oportunidades para la pesca artesanal; productos naturales; captura de carbono; protección costera; medios de vida y economías costeras; turismo y recreación; sentido del lugar; aguas limpias y biodiversidad.

Para tener océanos sanos es indispensable impulsar la Gestión Integrada de Costas y Océanos,

denominada comúnmente como Manejo Integrado de Zona Costera (MIZC), que busca valorar el desarrollo sustentable de estos espacios; minimizar la degradación y modificación de los sistemas naturales y ecosistemas generados por el proceso de desarrollo de estas zonas y proporcionar un marco para el buen manejo (Unesco, 2002).

México es mar

De acuerdo con el Índice de Salud del Océano, México se encuentra en el lugar 125 de 221 Zonas Económicas Exclusivas del mundo, con un valor de 66 de 100. La superficie de la ZEE del país es de 2, 918,107 km², lo que incluye el mar territorial (231,813 km²) y la superficie continental (1, 959,248 km², figura 1). Tres quintas partes del territorio nacional están constituidas por la zona

Figura 1. Porción marino-terrestre nacional.



Fuente: Inegi.

marina, 17 estados (56% del territorio nacional) tienen salida al mar y 153 municipios (21% de la superficie del país) tienen frente litoral. La longitud de la costa del país, sin contar las islas, es de 11,122 km. En el litoral Pacífico y Golfo de California se tienen 7,828 km y 3,294 km en el Golfo de México y Mar Caribe.

En el año 2010 la población de los estados costeros mexicanos era de 51,900,847 habitantes, 4.5 millones más que en el año 2005 y 7.25 millones más que en el 2000 y se estima que para el año 2030 la cifra sea de más de 55 millones.

La importancia de los mares mexicanos es excepcional, pues nuestro país se encuentra ubicado entre los dos mayores océanos del planeta. Debido a esa ubicación y a su evolución geológica, el litoral de México presenta una gran diversidad de ambientes climáticos, oceanográficos y sedimentarios, lo que ha originado una extraordinaria biodiversidad de ambientes marinos y costeros. México alberga en sus mares una riqueza natural que debe ser conservada (mediante un uso racional), permitiendo el bienestar de sus poblaciones presentes y futuras. A pesar de esto, México no es considerado por sus habitantes como un país costero.

De espaldas al mar

El expresidente Adolfo Ruiz Cortines (1952-1958) puso en práctica el Programa de Progreso Marítimo al que llamó “Marcha al mar”, con el objetivo de impulsar la migración de parte de la población del altiplano a las zonas costeras, a fin de aprovechar los recursos marinos. Este programa comprendía la creación y mejoramiento de 70 puertos, para hacer de ellos centros turísticos, pesqueros y de cabotaje. Se dio un despegue de las cooperativas pesqueras, se creó la Comisión Nacional de Pesca, se privilegió la investigación y se dio el auge de escuelas como los Centros Tecnológicos del Mar y las Técnicas Pesqueras. Como ocurre con los planes sexenales, al concluir esa administración ese auge se acabó y el sector

entró en una especie de letargo que sigue hasta ahora. Nos convertimos en un país que le da la espalda al mar, con una economía marina sin explotar y sin fortalecer el desarrollo social de los 17 estados costeros del país.

En el 2016, al celebrar el Día de la Marina, el expresidente Enrique Peña Nieto recordó que en las aguas nacionales aún existen grandes posibilidades de desarrollo, y dio algunos datos que hacían suponer que se había retomado esa marcha al mar: “México es tercer productor pesquero de América Latina y el décimo sexto del mundo; tenemos rutas marítimas a 145 países, y el país es destino obligado de las navieras más importantes del mundo; cada año los puertos reciben a 5.6 millones de pasajeros y movilizan 370 millones de toneladas de carga y 5 millones de contenedores, y que se pretende duplicar esta capacidad”. Sostuvo que: “entre los proyectos en marcha destacaban la ampliación de los puertos de Altamira, Ciudad del Carmen y Progreso, y nuevas instalaciones en Coatzacoalcos, Matamoros, Seybaplaya, Tuxpan y Veracruz, lo que necesariamente impulsaría el desarrollo de las actividades navales y marítimas” y agregó que: “se había dado renovado impulso a la Marina Mercante, y que actualmente se contaba con 739 embarcaciones mayores, lo que había fortalecido la educación náutica al incrementarse en 187 por ciento el número de egresados de las escuelas náuticas en Mazatlán, Tampico y Veracruz”. Sin embargo, en este discurso fue evidente la ausencia de compromisos para promover el uso sustentable de los recursos marinos y el bienestar de las poblaciones costeras.

Los retos que aquejan a los mares y costas mexicanos

Las costas mexicanas enfrentan un grave deterioro, no solo por las actividades que ahí se desarrollan, sino también por las alteraciones que tienen lugar en el resto de la plataforma continental y que tienen un impacto negativo, que compromete seriamente su integridad ecológica. De acuerdo

con la “Estrategia Ambiental para la Gestión Integrada de la Zona Costera de México. Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000” (Semarnat, 2000), entre los principales problemas de las zonas costera del país están:

I. Alteraciones físicas de los ecosistemas

- ▶ Pérdida de hábitat crítico en tierras de marea, dunas o acantilados, desaparición o disminución de humedales y ecosistemas marinos.
- ▶ Alteración de la geomorfología de la costa (pérdida de dunas y litoral por erosión y modificación del perfil costero) y mayor propensión a fenómenos naturales debido a la eliminación o el deterioro de la vegetación.
- ▶ Aumento en la vulnerabilidad de hábitats frente a la trasgresión marina por efectos del cambio climático global.

II. Alteraciones por procesos de contaminación

- ▶ Contaminación de acuíferos y escurrimientos por lixiviación de vertimientos urbanos, agropecuarios e industriales, intrusión salina o alcalinización de acuíferos y suelo. Contaminación industrial, municipal y doméstica de ecosistemas costeros y de mar adentro.
- ▶ Aumento de enfermedades gastrointestinales por ingestión de organismos infestados y/o ingestión accidental de agua durante actividades recreativas.
- ▶ Conflictos entre actividades productivas que demandan calidad de agua como insumo y las que utilizan acuíferos como cuerpos receptores de desechos.
- ▶ Riesgo de conflictos internacionales por contaminación transfronteriza, debido al transporte de contaminantes a través de las cuencas hidrográficas internacionales.

III. Cambios de tipo funcional o estructural de los ecosistemas

- ▶ Cambios radicales en la estructura de comunidades de fauna acuática causados por la pesca selectiva; cambios temporales o permanentes de parámetros fisicoquímicos.

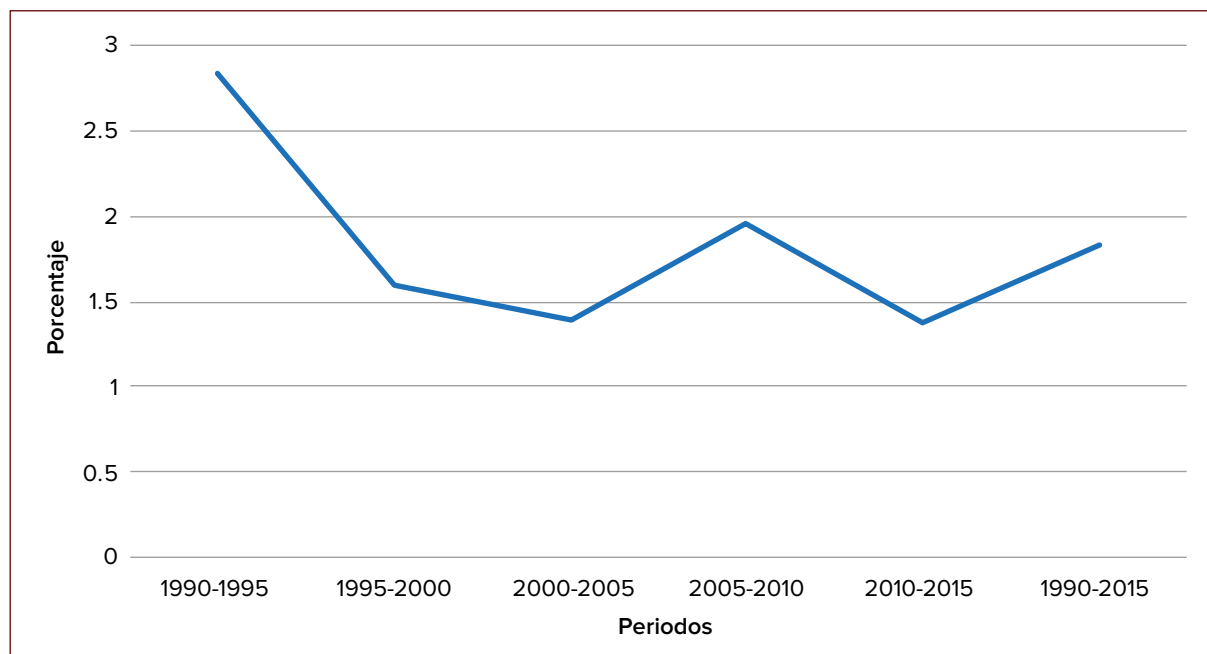
- ▶ Introducción de especies exóticas.
- ▶ Agotamiento de recursos por sobrepesca y baja productividad de algunas regiones, debido a la alteración de hábitats por eliminación de la vegetación circundante.

IV. Crecimiento poblacional costero

El crecimiento poblacional en las zonas costeras presiona el ambiente marino, principalmente a través de la construcción de infraestructura, la sobreexplotación de recursos y la disposición de los residuos municipales, sin tratamiento o pobre tratamiento en sus aguas, lo cual aumenta la eutrofización. El crecimiento poblacional en las ciudades costeras resulta en una concentración de capital y recursos infraestructurales económicos, sociales y de servicios atractivos a la inversión de capital fuera de las grandes metrópolis y lugares centrales donde tradicionalmente se aglomeran las áreas de mercado. Las ciudades costeras funcionan como puntos equipados para el desarrollo turístico o la integración de puertos, ya que el crecimiento de muchas ciudades costeras comienza con la construcción de un puerto. El crecimiento poblacional en la línea de costa está 1% por encima del resto del país. Se estima que para el año 2050 la población en los estados costeros de México será del orden de los 64.2 millones de personas.

La demanda turística es un eje de afluencia para la presión costera asociada al crecimiento poblacional. En México, una de las zonas más importantes que se encuentran dominadas por la actividad turística es la porción noreste del estado de Quintana Roo, donde se han desarrollado diversos proyectos de índole turística y ocupacional. En dicho espacio geográfico, el uso irracional de los recursos ha modificado el entorno natural a partir de la alteración que han sufrido los diferentes elementos que lo conforman. Desafortunadamente, la conservación del medio ambiente y sus recursos han sido considerados un obstáculo para la búsqueda de ganancias. El peligro más grave de ignorar el rol de la naturaleza en la economía es que la naturaleza misma es el

Figura 2. Tendencia ocupacional de los municipios costeros.



sistema de soporte vital de la economía, y al ignorarlo, podemos dañarla más allá de su capacidad de recuperarse.

V. Sobrepesca

Los recursos pesqueros son los bienes más abundantes y valiosos que la franja costera ofrece para satisfacer las necesidades de una creciente población. Sin embargo, la intensidad con que la actividad se conduce difiere del modelo de desarrollo sustentable que se requiere para mantener estos recursos a largo plazo. Se estima que el 85% de las pesquerías del mundo se encuentran completamente explotadas o sobreexplotadas, sin mencionar los miles de millones de peces que mueren en la captura incidental cada año. La mayoría de las pesquerías, en el Pacífico y en el Atlántico en México se encuentran en su límite de aprovechamiento máximo sostenible (51 y 67%, respectivamente) y un número importante de ellas está deteriorada (19 y 27%, respectivamente). El sector pesca y acuicultura tiene una contribución históricamente baja al PIB nacional, pero relevante en términos sociales, como opción de trabajo

y de alimento para las comunidades costeras, en particular las más pobres del país.

El sector pesquero en México tiene algunos avances en términos del reconocimiento de la importancia de la biodiversidad como eje de la productividad pesquera y acuícola.

Destacan contribuciones como el Código de Conducta para la Pesca Sustentable del que México fue promotor en la FAO, así como de la implementación de toda una serie de regulaciones y normas cuyo objetivo es la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros y acuícolas a nivel nacional y cuya instrumentación se vincula a lo establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, las recomendaciones de la Carta Nacional Pesquera y de la Carta Nacional Acuícola, así como a otras leyes de las que se derivan relaciones vinculantes o de coordinación.

En 2017 México produjo 1 millón 800 mil toneladas de productos del mar entre pesquerías y acuicultura. Y aunque las tendencias indican una deficiencia en las prácticas, el 25% del volumen que se captura en México se ha certificado bajo

un proceso riguroso de sustentabilidad, cuando a nivel mundial el promedio es de 12%.

La sustentabilidad de los recursos pesqueros depende de la relación entre la explotación del recurso y su capacidad de renovación biológica, por lo tanto, la pesca no sustentable es la mayor amenaza para la vida en el océano, para la conservación de los ecosistemas marinos y costeros y para la seguridad alimentaria de millones de personas. A fin de lograr la sustentabilidad nacional de las pesquerías, es necesario contar con estudios poblacionales de todas las especies objetivo; generar planes de ordenamiento pesquero; afrontar la ilegalidad y piratería en la pesca, generar mejores registros de las estadísticas pesqueras y eliminar o reducir la pesca incidental; estas acciones son indispensables para lograr el óptimo aprovechamiento de las diferentes especies comerciales.

VI. Cambio climático

Dada su gravedad y la naturaleza incremental del cambio climático (CC), debiera asumirse como una prioridad del quehacer científico y político. El incremento de la temperatura del aire y los océanos, la disminución en los volúmenes de nieve y hielo y la elevación en el nivel medio del mar, inequívocamente reflejan un severo impacto en los ecosistemas que se traduce en pérdida de capital natural y en la necesidad de invertir continuamente para compensar dichas pérdidas.

Con el CC, se prevé que para el año 2100 la producción primaria de los océanos del mundo disminuirá en 6% y hasta en 11% en las zonas tropicales. En diferentes modelos se prevé que, para 2050, el potencial total de captura pesquera mundial podrá variar en menos del 10%, dependiendo de la trayectoria de las emisiones de gases de efecto invernadero, pero con una variabilidad geográfica muy importante. Proyecciones recientes revelan una disminución de la producción tanto marina como terrestre en casi el 85% de los países costeros analizados, con grandes variaciones según su capacidad nacional de adaptación. Estos hallazgos subrayan la importancia de buscar respuestas coordinadas frente al CC para todos los

sistemas alimentarios, a fin de garantizar la provisión de alimentos y medios de subsistencia. Es importante mencionar que el calentamiento está causando daño irreversible a los arrecifes de coral y otros ecosistemas y especies, tormentas más fuertes, cambios en las corrientes marinas, incluyendo una acelerada dispersión de especies nativas, mientras que el nivel del mar está aumentando y se anticipa que millones de personas están en riesgo de ser desplazadas especialmente en áreas bajas y pequeños estados insulares.

Ante los escenarios de CC es indispensable hacer las siguientes preguntas: ¿cuáles son los programas de monitoreo marino que vamos a utilizar?, ¿de qué información disponemos para alertar, informar y concientizar a las poblaciones costeras?, ¿qué acciones de mitigación y adaptación son necesarias para afrontar esos escenarios?, ¿cuáles son los costos económicos y sociales de no contar con información científica?, ¿cuáles son las oportunidades socioeconómicas asociadas al manejo de los recursos marinos que no estamos aprovechando?

VII. Acidificación de los océanos

La acidificación oceánica (AO) resulta del exceso de CO₂ absorbido por los océanos. Cada año el océano absorbe cerca de una cuarta parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) emitidas a la atmósfera, incrementando su acidez (baja el pH) a medida que el CO₂ se disuelve en el agua de mar. Tanto la AO como el CC provienen de la misma fuente: el incremento de las emisiones de CO₂.

Los océanos se están acidificando probablemente a la tasa más rápida en 65 millones de años y las proyecciones indican que, para finales de este siglo, el pH promedio en el mar disminuirá de los valores promedios actuales de 8.1 y alcanzará valores cercanos a 7.8. El aumento en la acidez modificará los ciclos biogeoquímicos, afectará diversos organismos y producirá alteraciones a niveles ecosistémicos.

El Pacífico Tropical Mexicano es especialmente vulnerable a la acidificación, ya que algunas regiones presentan valores de pH y saturación de

aragonita (indicador de la facilidad para el depósito de carbonato de calcio por los organismos) por debajo de lo esperado para el océano global en 2100. De continuar esta tendencia para el año 2030, ninguno de los arrecifes del Pacífico mexicano será capaz de desarrollarse adecuadamente. El impacto será enorme, considerando la multitud de servicios ambientales que proveen estos ecosistemas.

Este cambio amenaza la salud de los océanos y el beneficio económico significativo que ellos proveen al dificultar el proceso de producción de sus conchas y esqueletos a los organismos tales como los corales, moluscos, diversas especies de plancton e incluso vertebrados. En 2005 la industria de moluscos de Estados Unidos estuvo a punto de perder cerca de 300 millones de dólares debido a un descenso en el pH del agua de mar de 8.1 a 7.6, lo que ocasionó la muerte de más de mil millones de larvas de ostión. Este antecedente pone en contexto la relevancia económica de actuar ante el proceso de acidificación.

La AO amenaza con disminuir la abundancia de recursos pesqueros y reducir la calidad de los servicios ambientales, incluyendo la provisión de zonas de refugio, crianza y alimentación de especies comerciales, atractivos turísticos y protección de las costas ante eventos climáticos extremos como ciclones y tormentas.

A fin de ser capaces de identificar los procesos de cambio asociados con la AO es necesario generar estudios de línea base, a fin de evaluar posteriormente los impactos. Es decir, medir los valores actuales de pH y establecer las oscilaciones, a fin de determinar cambios temporales en las condiciones del mar.

VIII. Zonas muertas, eutrofización e hipoxia

Las zonas muertas en el mar son áreas donde existe exceso de nutrientes químicos (eutrofización) o falta de oxígeno (hipoxia), que evitan que la vida marina se mantenga. Estas condiciones se generan por fenómenos naturales geoquímicos y también por las actividades humanas. Si bien en cierta medida la eutrofización es un fenómeno

natural, resultado de la remineralización de los océanos, la acumulación de gases de efecto invernadero que calientan la atmósfera está generando un proceso de desoxigenación que afecta a mares y océanos de todo el planeta. Como resultado del uso de fertilizantes y pesticidas en las grandes planicies de los Estados Unidos, se estima que la hipoxia en el Golfo de México representó un descenso del 13% en la pesca del camarón café. En algunos casos, puede presentarse la defunción masiva de peces en zonas muertas, y puede tomar varios años para que las especies se recuperen.

A pesar de la gravedad de este problema, se trata de un fenómeno aún poco estudiado. Necesitamos saber: la extensión de las zonas muertas; los mecanismos que las mantienen en ese estado; la edad y la velocidad de desplazamiento y su influencia en las masas de agua desde la costa de México hasta Canadá. La comprensión de estos procesos es importante no solo para entender la subsistencia de la zona de mínimo oxígeno (ZMO), sino también para realizar pronósticos de qué puede ocurrir. Los impactos de la eutrofización, el CC y la AO son costosos. La prevención es más sencilla que la cura: se estima que la contaminación por nitrógeno en la Unión Europea cuesta entre 70 mil millones de euros (77 mil millones de dólares) y 320 mil millones de euros (350 mil millones de dólares) por año. A esto se agrega la invasión de los plásticos. Y otros problemas que habrá que enfrentar son: el aumento de la contaminación costera, el intercambio de genética planctónica debida al “agua de lastre” por el transporte marítimo y el incremento de los florecimientos algales nocivos (mareas rojas) que están creando zonas muertas extensas y más persistentes.

IX. Contaminación por hidrocarburos

Los hidrocarburos son agentes contaminantes que tienen un gran impacto playas, agua, sedimentos, biota, rocas, arrecifes y en las comunidades mismas. Entre 2007 y 2012, Pemex reportó 290 derrames anuales en promedio, con un volumen, también promedio, de 4938 toneladas. En materia

de hidrocarburos, México ha enfrentado graves desastres ecológicos. El derrame del *Deepwater Horizon* (Golfo de México, 20 de abril de 2010), operado por *British Petroleum*, es considerado el derrame de petróleo marino más grande en la historia (entre 8 y 31% más grande en volumen de derrama que el derrame del Ixtoc I). El gobierno de EUA estimó la descarga total en 4.9 millones de barriles. Después de varios esfuerzos fallidos para contener el flujo, el pozo fue sellado el 19 de septiembre de 2010.

X. Plásticos y microplásticos

Desde su invención, la producción mundial del plástico aumenta en forma exponencial. El 4% de la producción de petróleo del mundo se destina a su fabricación, mientras que otro 4% se emplea en el suministro de energía para fabricarlo.

México es un gran consumidor de plástico, recicla poco y es uno de los principales vertedores de residuos de plástico en basureros, ríos, lagos y océanos. Cerca de medio millón de toneladas de plásticos van a dar a los mares de México, lo que equivale a un camión lleno de esta basura por hora. Este tipo de contaminación cuesta la vida de miles de aves, mamíferos y peces cada año.

Por otra parte, la contaminación por plásticos y microplásticos es un problema global que degrada los sistemas biológicos impidiendo funciones fisiológicas, el crecimiento y la supervivencia. Debido al aumento de la presencia de plásticos en el mar y la aceleración del cambio climático, grandes cantidades de microplásticos están llegando a las costas. El actual incremento de la radiación solar favorece la degradación más rápida de los plásticos, convirtiéndolos en microplásticos. Los microplásticos son partículas de un tamaño menor a cinco milímetros que se encuentran en los suelos de todo el mundo. Al ser tan pequeños son difíciles de detectar y los animales que se alimentan de vegetación, semillas o microorganismos en el suelo, suelen ingerirlos accidentalmente.

Los microplásticos se acumulan dentro del cuerpo de los animales y entran a la cadena alimenticia, donde pueden pasar de animal en ani-

mal. Cálculos indican que los mexicanos podrían consumir, en promedio, 840 partículas de microplásticos al año, lo cual puede representar un problema para la salud.

Entre las acciones que se han emprendido a nivel global para enfrentar la contaminación por plásticos en mares y costas está la campaña Mares Limpios que lanzó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que busca la eliminación para 2022 de los productos plásticos que generan el 90% de la basura marina en los océanos del planeta. México participa en esta campaña.

XI. Invasiones biológicas

Las invasiones de especies no nativas tienen enormes impactos, pues llevan a la extinción de miles de especies y la reducción o pérdida de ecosistemas, además de grandes pérdidas económicas. Entre los efectos de estas invasiones están: desequilibrios ecológicos en las poblaciones silvestres, cambio en los ciclos biogeoquímicos, modificación del hábitat, cambios en la estructura y composición de las comunidades y su funcionamiento, pérdida de poblaciones silvestres, degradación de la integridad ecológica de ecosistemas, reducción de la diversidad genética y transmisión de enfermedades que afectan la salud.

Se estima que los plecos (pez diablo, *Hypostomus plecostomus*) le han dejado a las pesquerías mexicanas pérdidas por más de 13 millones de dólares. A eso se agregan diversos registros de plantas acuáticas invasoras que pueden obstruir sistemas de agua municipales e instalaciones hidroeléctricas, lo cual generaría graves impactos en las economías locales.

La legislación y las estrategias para evitar la introducción de especies no nativas en México no han sido eficaces, como lo demuestran los frecuentes nuevos hallazgos de estas especies en las costas mexicanas. Es necesario integrar esfuerzos del gobierno, la academia y la industria para controlar la introducción de especies no nativas debido a la amenaza que representan para la biodiversidad y la seguridad alimentaria del país.

Una nueva agenda para los océanos

Cada país tiene la responsabilidad primaria de diseñar y aplicar herramientas y líneas de acción estratégicas que logren conciliar el desarrollo con el bienestar de mares y costas. La comunicación conjunta internacional de los océanos es fruto de un amplio consenso sobre la necesidad de mejorar el marco de gobernanza de los océanos, reducir las presiones que sufren estos y utilizar sus recursos de manera sostenible. En ella se destaca que es necesario un “mayor conocimiento de los océanos”. Siguiendo esta tendencia, México deberá fortalecer sus estrategias en al menos tres ámbitos, para mejorar su gestión y uso de sus mares y costas:

- ▶ Mejorar el marco de gobernanza.
- ▶ Reducir las presiones humanas y crear las condiciones para que florezca una economía azul sostenible.
- ▶ Fortalecer la investigación y la obtención de datos e información, para generar conocimiento para la toma de decisiones de los distintos usuarios (gobierno y sectores socioeconómicos).

La comunicación conjunta forma parte de la respuesta a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, en particular el objetivo de desarrollo sostenible 14, “Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos”. Hasta hace poco prevaleció la visión del océano como una fuente basta, resiliente y capaz de remediar y absorber una cantidad ilimitada de desechos y soportar el incremento de la población, las pesquerías y demás presiones de origen antrópico. Sin embargo, el 60% de los ecosistemas marinos del mundo que sustentan los medios de subsistencia han sido degradados o son utilizados de manera insostenible.

Ante este escenario resulta prioritario generar información y conocimiento para el análisis de las relaciones entre los cambios ambientales globales (cambio climático, acidificación del océano,

hipoxia, entre otros), la biodiversidad y el diseño de estrategias y métodos para incorporar dicho conocimiento a los esquemas de administración y de manejo.

Una estrategia sustentable y sostenible para México

Por todo esto:

1) *Se requieren arreglos legales, institucionales y políticos que consideren los beneficios ambientales y los impactos a los mares y costas.* Uno de los retos más importantes es contar con una legislación y normatividad que promueva principios y mecanismos de planeación territorial integral costeros y marinos y de manejo integrado de la zona costera. De particular relevancia es una Ley General para Mares y Costas que permita integrar y armonizar la multiplicidad de atribuciones y competencias para la conservación y aprovechamiento sustentable de dichos espacios. La ley debe incluir una Política Nacional de Mares y Costas y un Programa Nacional de Investigación Oceanográfica; una Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas de alto nivel que formule, implemente y evalúe una agenda de trabajo; un Sistema de información, monitoreo e inventario de mares y costas; un Consejo Técnico, Científico y Ciudadano asesor de la Comisión; un fondo o fideicomiso para el financiamiento de proyectos prioritarios en mares y costas; y una Agencia u organismo independiente dotado de las atribuciones y competencias, así como de recursos económicos y de personal propios. Como referencia de la importancia de contar con una Ley General para Mares y Costas, cuando se creó la Ley General de Cambio Climático, que incluyó una estructura como la que se propone, se pudo avanzar significativamente en el cumplimiento de acuerdos internacionales derivados de la Convención sobre Cambio Climático y se logró, entre otras cosas, tener acceso a recursos internacionales para el cumplimiento de las metas nacionales.

Es importante que la Ley de Planeación, reconozca, además del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano, otros instrumentos que también contribuyen a la regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, tales como el ordenamiento ecológico del territorio, el ordenamiento turístico y el pesquero. Además, sería conveniente que desde esa ley se establezcan jerarquías o mecanismos de vinculación entre ellos.

2) *Hay que promover procesos de planificación, implementación y monitoreo con base en orientaciones internacionales, el manejo integrado costero, economía azul/circular.* En el tema del ordenamiento ecológico marino se requiere expedir el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte, concluir la elaboración de la propuesta de Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Centro Sur y evaluar y actualizar los Programas de Ordenamiento Ecológico Marinos del Golfo de California y del Golfo de México y Mar Caribe. Asimismo, vincular de forma más efectiva estos instrumentos con las Áreas Naturales Protegidas y otros instrumentos de planeación territorial de los sectores pesca y acuicultura, transporte marítimo, energía y turismo.

Uno de los retos es crear los mecanismos y procedimientos para incorporar a la legislación e instrumentos nacionales, los compromisos y lineamientos internacionales, entre ellos:

- ▶ La Convención sobre Diversidad Biológica y las Metas Aichi. Particularmente la meta 10: impacto del cambio climático y acidificación sobre arrecifes y otros ecosistemas marinos vulnerables, y la meta 11 sobre áreas marinas protegidas, así como también decisiones relacionadas con planeación espacial marina, basura marina, ruido marino y áreas biológica o ecológicamente significantes.
- ▶ Decisiones de la Asamblea de Naciones Unidas de 2017 sobre el objetivo de de-

sarrollo sostenible 14 de la Agenda 2030 (llamado a la acción para la conservación y usos sustentable de los océanos).

- ▶ Decisiones de la Asamblea de Naciones Unidas de 2017 sobre medio ambiente, particularmente sobre contaminación del medio marino.

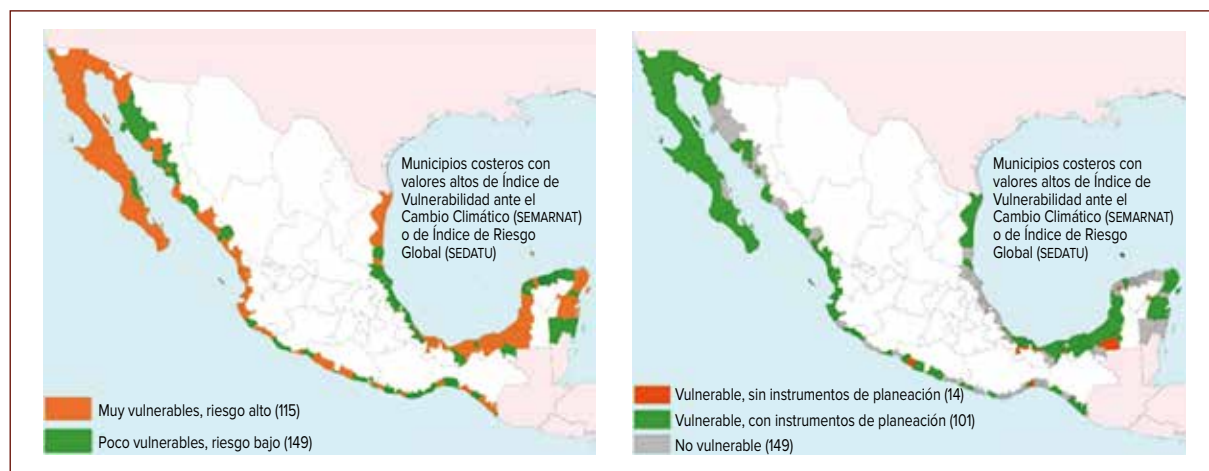
Otros retos importantes son: elaborar e implementar los programas manejo de Áreas Naturales Protegidas Marinas; la Estrategia Nacional para el cumplimiento del ODS 14; reconocer e implementar el concepto de Manejo Integrado de la Zona Marina y Costera y de las cuencas costeras y el desarrollo del potencial para generación de energía con tecnologías marinas alternativas (eólica, mareomotriz).

Un tema de relevancia en años recientes es la reducción de la vulnerabilidad de los municipios costeros, derivada del CC. De los 263 municipios costeros, 115 están catalogados con vulnerabilidad alta conforme al índice de vulnerabilidad ante el cambio climático de la Semarnat y el Índice de Riesgo Global de la Sedatu; 101 de los municipios vulnerables cuenta con algún instrumento de planeación territorial (figura 3).

A pesar de que la mayoría de los municipios costeros ya cuenta con algún tipo de instrumento de planeación territorial, esto no necesariamente se relaciona directamente con la reducción de la vulnerabilidad. El reto está en mejorar la vinculación entre instrumentos, implementación y evaluación continua. Asimismo, si bien, la mayoría de los municipios costeros cuentan con algún tipo de instrumento de planeación territorial, todavía hay unos cuantos que no cuentan con ellos, por lo que es importante darles una mayor prioridad para una atención integral.

En el tema de implementación y evaluación es importante asegurar que los programas se ejecuten conforme lo programado y que se hagan evaluaciones que permitan determinar si los programas han servido para lograr las metas u objetivos, si los usos del suelo se han respetado y si las políticas, lineamientos, criterios y estrategias

Figura 3. Comparación de instrumentos de planeación y vulnerabilidad en municipios costeros.



han servido para lograr los objetivos y metas. Y en función de esa evaluación, actualizar los programas, de tal manera que se corrijan o cambien los elementos que no han funcionado para lograr las metas y objetivos y que se sigan promoviendo los que sí han contribuido a ello.

3) *Se necesitan datos, información integral, conocimiento y monitoreo sobre salud de los mares y costas del país que incluya bienes y servicios ambientales.* Es importante promover la realización de proyectos que permitan generar información y reconocer la contribución de los ecosistemas marinos y costeros a la captura de carbono (carbono azul), protección costera (erosión, aumento del nivel del mar) y economía circular/azul, así como para atender los problemas de acidificación, aumento del nivel del mar, de temperatura y otros.

Se requiere un Índice de Salud del Océano de México como herramienta de evaluación integrada que establece objetivos para el uso sostenible de los océanos y científicamente combina los datos biológicos, físicos, económicos y sociales para medir el éxito de la gestión, con referencia a objetivos de rendimiento explícito. Este índice facilitará las decisiones que se deben tomar para garantizar un océano saludable y dar seguimiento del progreso hacia esa meta. El índice serviría para informar la toma de decisiones, proporcionando una evaluación completa, comparable y

cuantitativa de la gama de componentes que impulsan la salud general del océano. El Índice debe combinar servicios clave del océano costero, incluyendo aprovisionamiento (provisión de alimentos y productos naturales), regulación (almacenamiento de carbono, protección costera) y culturales (turismo y recreación, identidad local, y los valores derivados de aguas limpias y la biodiversidad), junto con otros aspectos centrales del bienestar humano que derivan de múltiples servicios (oportunidades de pesca artesanal y los medios de subsistencia y las economías costeras).

Se cuenta con diversos sistemas de información como el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, el Sistema Nacional de información del Agua, el Sistema Nacional de Información Forestal, el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad y muchos otros. Sin embargo, están desvinculados entre sí y en plataformas diferentes, por lo que es algo complicado obtener información integral. Un reto importante en este rubro es mejorar la cobertura, integralidad y homogeneidad entre ellos y otros sistemas de información y datos del sector académico. En este tema resalta la gran cantidad de información que se genera desde la academia, aunque también está desarticulada e incluso duplicada; otra restricción es que generalmente los datos están disponibles hasta que se publican las

investigaciones. En este punto, la integración y homologación también es un reto, el cual se puede atender mediante la generación de nuevas directrices para que los datos estén disponibles inmediatamente que se obtienen, que su acceso sea acceso transparente y que cubran las regiones de mayor relevancia. Esto se podría regular, al menos en los proyectos que se financian con recursos públicos como, por ejemplo, los de Conacyt.

4) *Hay que generar mayor concientización, educación y participación social en temas marinos y costeros.* Uno de los aspectos centrales en la planeación territorial integral es la negociación y construcción de consensos respecto de los usos del suelo, políticas, lineamientos, estrategias y/o criterios que deben promoverse en los territorios. Se requiere mayor involucramiento y corresponsabilidad en la planeación ambiental de los diferentes sectores que intervienen en la planeación territorial. También es importante reforzar los espacios y mecanismos de discusión tales como los comités y consejos participativos. Hay que fortalecer los espacios político-administrativos de carácter institucional y/o regional que promueven la coordinación institucional y la concertación social en materia de planeación territorial integral.

Un aspecto particular es la instalación e implementación de Comités o Consejos Integrales, que atiendan aspectos ambientales, urbanos, turísticos, entre otros. Esto porque existen en el país muchos de esos espacios de coordinación sectorial regional, estatal o municipal pero que sesionan de forma separada aun cuando en muchos de ellos participan los mismos representantes sectoriales.

También se requiere reforzar a los grupos comunitarios, como, por ejemplo, los Comités de Vigilancia Ambiental Participativa (CVAP), los cuales son mecanismos de coordinación con las comunidades costeras para monitorear ilícitos ambientales, fomentar la participación social y crear una cultura de legalidad y protección ambiental.

5) *Reforzar el trabajo de prevención y control de la contaminación marina.* Si bien hay diversos programas e iniciativas de prevención y gestión de los residuos sólidos, de playas limpias y de

mejoramiento de la calidad del agua, el problema de la contaminación todavía es significativo. Hay que promover la prevención y gestión integral de la basura marina, particularmente plásticos; hacer conciencia sobre el problema que se genera a partir de fuentes terrestres de contaminación e implementar soluciones. Algunas opciones son: elaborar una Estrategia Nacional para Prevenir el Problema de Basura Marina. Crear redes de participantes en iniciativas de ciencia ciudadana y procurar la participación de las comunidades locales e indígenas tanto en la recolección de datos sobre basura marina, como en la identificación de sus principales fuentes, composición y áreas de acumulación. Involucrar a esos grupos interesados para formular y perfeccionar planes de acción locales encaminados a prevenir y reducir los desechos en forma económicamente sustentable, y adoptar soluciones de baja tecnología y costos reducidos en zonas compartidas en las cuencas hidrográficas fronterizas. Sumarnos a campañas internacionales como la de Mares Limpios, de Naciones Unidas, e impulsar la adopción e implementación de instrumentos internacionales como el Convenio Marpol.

Un reto de particular relevancia es incrementar la infraestructura para el saneamiento de aguas residuales y continuar con la implementación del Programa Nacional de Auditoría Ambiental de la Profepa, con la finalidad de garantizar el cumplimiento efectivo de la legislación y mejorar la eficiencia de los procesos de producción de las industrias, su desempeño ambiental y su competitividad.

6) *Consolidar la arquitectura institucional y gobernanza.* La gestión de costas y mares en México es muy compleja: hay 42 leyes generales y federales aplicables, un número importante de leyes estatales y ordenanzas municipales, numerosas normas oficiales mexicanas e instrumentos internacionales, sin mencionar que allí ejercen sus atribuciones al menos 12 dependencias y 22 entidades paraestatales de la administración pública federal, un número importante de secretarías estatales y unidades de las administraciones

públicas municipales. La creación de una institución o consorcio de mares y costas que permita la coordinación y promoción nacional de la investigación oceanográfica y sus aplicaciones favorecería la armonización y la coordinación de los recursos marítimos del país. La existencia de responsabilidades y jurisdicciones de tipo federal, estatal y municipal sobre la zona costera crea un panorama complejo. La falta de transversalidad de los programas de desarrollo entre secretarías e incluso dentro de una misma secretaría ha propiciado que en muchas ocasiones se llegue a conflictos, dada la incertidumbre jurídica o la falta de claridad en las competencias de los diferentes órdenes de gobierno, lo cual ha generado un desorden histórico por la falta de integralidad en la gestión de esta estratégica zona.

Conclusión

Aprovechar el océano como fuente principal para el desarrollo fortalecerá la sustentabilidad y mejorará el bienestar de la población mexicana. Es un hecho que el futuro del país a mediano y largo plazo dependerá en buena parte del desarrollo de las zonas costeras y de las actividades productivas en zonas marinas. Para maximizar los beneficios es imprescindible generar conocimiento científico sistematizado sobre las variables y procesos físicos y biogeoquímicos en todos los ambientes que caracterizan a las costas y mares mexicanos.

Las instituciones de investigación y educación superior en ciencias del mar tienen como misión la generación de nuevos conocimientos y la formación de recursos humanos. Sin embargo, salvo algunas instituciones (CICESE, IIO y FCM de la UABC, CIBNOR, CMYL de la UNAM, y CINVESTAV Mérida), en general no se tienen los recursos financieros ni la infraestructura física (barcos, boyas, trampas, redes, etc.) de campo y laboratorio para realizar los monitoreos sistemáticos y permanentes de las variables ambientales y procesos de las regiones marinas y costeras. Frecuentemente, estas instituciones realizan grandes es-

fuerzos para mantener programas de monitoreo, pero terminan cancelándolos.

Pese a las limitaciones, la concertación de esfuerzos para desarrollar capacidades de respuesta con mira nacional debe ser una prioridad, sobre todo local, ante las problemáticas de mares y costas. La integridad funcional de los ecosistemas marinos y costeros es indivisible de la seguridad de las personas, sus bienes materiales y culturales, así como de las infraestructuras de desarrollo y aprovisionamiento de servicios. Es imperativo establecer sistemas de monitoreo e indicadores que auxilien en la capacidad de monitorear las presiones sobre los mares y costas.

Día a día se hace más evidente la urgencia de un mundo en donde todas las sociedades respeten y cuiden los océanos, acabar con la indiferencia, informar acerca del capital natural y de los servicios que provee, las características que hacen posible la vida en el planeta Tierra, el cual debería llamarse planeta “océano”. Los científicos y tecnólogos marinos debemos estar conscientes y reconocer que los mayores retos ocurrirán en áreas de las ciencias del mar, y que el desarrollo tecnológico puede causar sorpresas en la manera de investigar y aprovechar los recursos marinos en el futuro. Los recursos marinos (capital y servicios) de nuestro país tienen un papel de gran importancia para la economía azul de nuestra población, sin embargo, el inadecuado manejo y la falta de implementación de políticas públicas apropiadas, y las amenazas de los cambios ambientales globales, tales como la variabilidad del clima (fenómenos el Niño y la Niña, y ahora el *warm blob*) y el cambio climático, la acidificación, y la hipoxia, etc., aumentan la vulnerabilidad de los socioecosistemas de los mares y costas. Esto plantea nuevos retos.

Referencias

Agenda Ambiental 2018. Diagnóstico y propuestas. Seminario Universitario de Sociedad, Medio Ambiente e Instituciones, UNAM. Recuperado en: <http://amerac.org/wp-content/uploads/2018/04/>

- Agenda-Amb-UNAM-web-2-para-envio.compressed-1.pdf.
- Andrady, A. L. y J. E. Pegram. 1990. Weathering of polyethylene (LDPE) and enhanced photodegradable polyethylene in the marine environment. *J. Appl. Polym. Sci.* 39: 363-370. doi: 10.1002/app.1990.070390213.
- Arellano-Aguilar, O., E. García, E. Thompson y T. Reyes. 2016. *Zonas Muertas: Los ecosistemas del mundo amenazados por la contaminación con fertilizantes*. Reino Unido: Laboratorio de investigación de Greenpeace, Universidad de Exeter.
- Azuz Adeath, I. A. 2008. *Infraestructura y desarrollo sustentable. Una visión centrada en la zona costera*. Ensenada: Centro de Enseñanza Técnica y Superior, CETYS-Universidad.
- Azuz, I., E. Rivera, N. Muñoz y A. Ortega-Rubio. 2011. Política Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas en México: *Génesis y Gestión. Región y Sociedad*. XXIII: 279-289.
- Azuz-Adeath, I., C. García-Gutiérrez, H. Alonso-Peinado, C. Torres-Navarrete y S. Díaz-Mondragón. 2014. Design and evaluation of marine and coastal governance indicators for the Southern Mexican region. *Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*. 15(3): 333-351. <http://www.aprh.pt/rgci/rgci578.html>
- Breitbart, D., L. A. Levin, A. Oschlies, M. Grégoire, F. P. Chavez, D. J. Conley, ..., y J. Zhang. 2018. Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science*, 359(6371). <http://doi.org/10.1126/science.aam7240>
- Botello, A. V., S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J. L. Rojas Galaviz. 2010. *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático*. Gobierno de Tabasco. México: Semarnat-INE, UNAM-ICMYL, Universidad Autónoma de Campeche.
- Browne, M. A., M. G. Chapman, R. C. Thompson, L. A. Amaral Zettler, J. Jambeck y N. J. Mallos. 2015. Spatial and temporal patterns of stranded intertidal marine debris: is there a picture of global change? *Environ. Sci. Technol.* 49: 7082-7094.
- Castro Miranda, S., S. Díaz Mondragón, J. C. Fonseca Valencia, J. M. Aguilar Hernández, J. H. Ávila Flores, R. Rosado Solórzano. 2015. Transversalidad, integralidad y participación pública en el ordenamiento ecológico de México. 1er. Congreso Nacional de Ordenamiento Territorial y Ecológico.
- CEPAL. 2017. ¿Qué es la bioeconomía y cuál es su grado de desarrollo en América Latina y el Caribe? Consulta web en julio de 2018, www.cepal.org/es/noticias/que-es-la-bioeconomia-cual-es-su-grado-desarrollo-america-latina-caribe.
- CIMARES. 2011. *Propuesta de la Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas. Política Nacional de Mares y Costas de México. Gestión integral de las regiones más dinámicas del territorio nacional*. Recuperado en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001776.pdf>
- Comisión Colombiana del Océano. 2015. *Índice de Salud del Océano*. Consulta en línea. Recuperado de: <http://www.cco.gov.co/indice-de-salud-del-oceano-ohi.html>.
- Comisión Europea. 2016. *Gobernanza internacional de los océanos: la contribución de la UE a la seguridad, la protección y la limpieza de los océanos y a la sostenibilidad de su gestión*. Comunicado de prensa. Consulta en línea. Recuperado de: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-3619_es.htm.
- Comisión Europea. *Bioeconomía*. Consulta web en julio 2018. Recuperado de: ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy y ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/biotechnology_es.
- Conabio. *Especies invasoras*. Consulta web, julio de 2018, recuperado de: www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/.
- Conapesca. Prensa. Consulta web. Recuperado en: www.gob.mx/conapesca/prensa/aumenta-en-2017-la-produccion-pesquera-y-acuicola-nacional-a-1-8-millones-de-toneladas-Conapesca.
- Conapo. 2006. La situación demográfica en México. Recuperado de: www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/La_situacion_demografica_de_Mexico_2006.
- DOF. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013-2018.
- DOF. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- DOF. Ley General de Turismo.

- DOF. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.
- DOF. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de ordenamiento ecológico.
- DOF. Plan Nacional de Desarrollo, 2013-2018.
- Díaz-de-León, A. J. y S. Díaz-Mondragón. 2013. Marine Spatial Planning and Large Marine Ecosystems In Mexico. En: Sherman, K. y S. Adams (eds), *Stress, Sustainability, and Development of Large Marine Ecosystems During Climate Change: Policy and Implementation*. Nueva York: United Nations Development Programme, (Large Marine Ecosystems. Volume 18). http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/water_governance/stress--sustainability--and-development-of-large-marine-ecosyste.html
- De la Vega, A. 2010. *Desastre en el Golfo: implicaciones para la industria petrolera*. Recuperado de: www.economia.unam.mx/profesores/angelv/publicaciones/DesastrGOM-EaDweb.pdf.
- El Financiero. 2017. El grave problema del plástico. Consulta web, Recuperado de: www.elfinanciero.com.mx/opinion/salvador-garcia-linan/el-grave-problema-del-plastico-i.
- FAO. 2005. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma: FAO.
- FAO. 2012. *El estado mundial de las pesquerías y la acuicultura*. Roma: Departamento de pesquerías y acuicultura-FAO. Recuperado en: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e.pdf>.
- FAO. 2018. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma: FAO. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Gobierno de la República Mexicana. 2015. *Los compromisos de México ante el Cambio Climático*. Consulta web recuperado en: www.gob.mx/gob-mx/articulos/los-compromisos-de-mexico-ante-el-cambio-climatico.
- Hodgkins, G. A.; Dudley, R. W.; Huntington, T. G. Changes in the timing of high river flows in New England over the 20th Century. *J. Hydrol.* 278: 244-252. doi: 10.1029/2002GL015999. 44.
- Huera, E. 2016. Microplásticos, insospechado problema ambiental. *Ecofronteras*. 20(58): 26-28.
- ILCE. *El océano y sus recursos. XII. El futuro de los océanos. La economía del océano*. Recuperado en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/100/html/sec_6.html.
- IOC-UNESCO y PNUMA (2016). *Grandes ecosistemas marinos: situación y tendencias, resumen para los encargados de formular políticas*. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Ivanova, A., M. Cariño Olvera, M. Monteforte-Sánchez, E. Ramírez Ivanova y W. Domínguez. 2017. La economía azul como modelo de sustentabilidad para estados costeros: el caso de Baja California Sur. *Sociedad y Ambiente*, 14: 75-98.
- López-Martínez, J. (ed.). 2008. *Variabilidad Ambiental y Pesquerías de México*. México: Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.
- Mendoza, R. y P. Koleff. 2014. *Especies acuáticas invasoras en México*. México: Conabio.
- Naciones Unidas. 2017. PNUMA emprende campaña contra el plástico en los océanos. Consulta en línea. Recuperado de: <https://news.un.org/es/story/2017/02/1374211>.
- Pérez Villegas, G. y E. Carrascal. 2000. El desarrollo turístico en Cancún, Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal. *Investigaciones geográficas*. 43: 145-166. Recuperado en 26 de julio de 2018, de www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112000000300010yln-g=esytlng=es.
- PNUMA, 2018. *Agenda de desarrollo post-2015*. Consulta en línea. Recuperado de: www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/post-2015/sdg-overview.html.
- Rabalais N. N., R. E. Turner y W. J. Wiseman Jr. 2002. Gulf of Mexico Hypoxia, a.k.a. "The Dead Zone". *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 235-263.
- Revista Industrial del Campo. 2000. Contaminación por fertilizantes, amenaza para los ecosistemas. Recuperado de: www.2000agro.com.mx/wp-content/uploads/2000AGRO%20PDF/98.pdf.
- Reyes, H., M. Mozqueda, L. Torres Calderón y G. Díaz. 2011. *La acidificación del océano y los arrecifes del pacífico mexicano*. Ensenada: Universidad Autónoma de Baja California Sur, Departamento Académico

- mico de Biología Marina y Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Departamento de Ecología Marina.
- Rivera Arriaga, E., G. J. Villalobos, I. Azuz Adeath y F. Rosado May, 2004. *El manejo costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, Semarnat, CETYS-Universidad de Quintana Roo.
- Rojo-Nieto, E. y T. Montoto. 2017. *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global*. España: Área de Medio Marino-Ecologistas en Acción.
- Rosete, F., G. Enríquez, S. Díaz-Mondragón. 2013. Situación actual de los instrumentos de planeación territorial en las zonas costeras y marinas de México. El caso del ordenamiento ecológico del territorio. En: Sánchez Salazar, M. T., G. Bocco Verdinelli y J. M. Casado Izquierdo (coords.), *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica*. México: INECC. www.publicaciones.inecc.gob.mx/libros/699/situacion.pdf
- Rosete-Vergés, F. A y S. Díaz-Mondragón. 2007. El Ordenamiento Ecológico del Territorio: Instrumento Clave para Promover el Desarrollo Rural Sustentable. *Estudios Agrarios. Revista de la Procuraduría Agraria*. 36: 121-150.
- Ruiz-Vanoye, J. A. y O. Díaz-Parra. 2015. *Cúmulos de zonas muertas en el mar. Resumen ejecutivo estrategia de integración para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. Sector Pesquero y Acuícola (2016-2022)*. México: Sagarpa, Conapesca e Inapesca.
- Sedatu/Semarnat/GIZ. 2017. *Nueva Metodología para la Elaboración y Actualización de Programas Municipales de Desarrollo Urbano*. México: SEDATU/SEMARNAT/GIZ.
- Semarnat. 2012. *Política Nacional de Mares y Costas de México. Gestión Integral de las Regiones más Dinámicas del Territorio Nacional*. www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/historico-ci-mares/instrumentos-de-politica.
- Semarnat. 2006. Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico. www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico.
- Semarnat. 2016. *Costas y mares de México. Manejo integrado con amor*. Recuperado en: biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD002471.pdf.
- Silva Casarín, R. 2008. *Infraestructura Costera. Encuadre e Introducción*. En: Adeath Azuz, I. A. (ed.), *Infraestructura y Desarrollo Sustentable. Una visión centrada en la zona costera*. Mexicali: CETYS-Universidad, pp. 107-121.
- The Intergovernmental Oceanographic Commission. 2017. *One Planet. One Ocean*. París: Unesco.
- The New York Times*. 2010. Derrame en el Golfo de México, el más grande de su tipo. Consulta en línea. Recuperado de: www.nytimes.com/2010/08/03/us/03spill.html.
- Tovilla, C., A. M. Arce y J. C. Pérez. 2009. *Gestión litoral y política pública en México: un diagnóstico*. Ecosur. www.researchgate.net/profile/Pedro_Alcolado/publication/265965017_El_Manejo_integrado_costero_en_Cuba_un_camino_grandes_retos/links/544154fa0cf2a6a049a573ce.pdf#page=15.
- UNAM, Instituto de Geografía. 2009. *Población y economía en el territorio Costero de México I.*, Textos monográficos. Clave: i.9.2. Recuperado en: www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/91/91/276-1.
- US Navy. 2007. *Salvage Report. Hurricanes Katrina and Rita*. Washington: Naval Sea Systems Command. www.uscg.mil/history/katrina/docs/USNKatrina-SalvageRpt.pdf.
- World Bank y United Nations Department of Economic and Social Affairs. 2017. *The Potential of the Blue Economy: Increasing Long-term Benefits of the Sustainable Use of Marine Resources for Small Island Developing States and Coastal Least Developed Countries*. Washington: Banco Mundial.
- WWF. *Problemas marinos: cambio climático*. Consulta web recuperado en: wwf.panda.org/our_work/oceans/problems/climate_change/.
- WWF. 2017. *Pesquerías insostenibles*. Consulta web recuperado en julio de 2018 de wwf.panda.org/our_work/oceans/problems/unsustainable_fishing/.
- WWF, Unidad Internacional de Sustentabilidad y Banco Europeo de Inversiones. *Declaración de los principios financieros de la economía azul sustentable*. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/sites/maritimeaffairs/files/>

declaration-sustainable-blue-economy-finance-principles_en.pdf.

Zaldívar-Jiménez, A., P. Ladrón-de-Guevara-Porras, R. Pérez-Ceballos, S. Díaz-Mondragón y R. Rosado-Solórzano. 2017. US-Mexico joint Gulf of Mexico large marine ecosystem based assessment and management: Experience in community involvement and mangrove wetland restoration in Terminos lagoon, Mexico. *Environmental Development*. 22: 206-213. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211464516302512

1er Simposio Latinoamericano de Acidificación del Océano. 2017. Compendio de resúmenes. La acidificación de los océanos: una perspectiva de especies comerciales, monitoreo y nuevos desafíos para la ciencia. Centro Cultural de la Ciencia (CONICET). Buenos Aires, Argentina. Recuperado en: http://laoca.cl/congreso2017/wp-content/uploads/2017/10/Programa_Libro_Resumenes_LAOCA2017.pdf.



La transición energética en México. Hacia un nuevo paradigma en la generación y el uso de la energía

Adrián Fernández Bremauntz y Luisa Sierra Brozon



Introducción

Desde la década pasada el mundo vive una acelerada transición energética, impulsada por muy diversos factores. Entre los más importantes se encuentran: la reducción de las reservas de petróleo de fácil acceso y bajo costo; los avances tecnológicos y reducción masiva de costos de energías renovables como la eólica y la solar y, por último, el avance de los acuerdos internacionales y de las políticas de un número importante de países que han decidido combatir el cambio climático reduciendo sus emisiones de gases de efecto invernadero. La conjunción de estos factores ha generado un punto de no retorno. Los países desarrollados y algunos emergentes se están moviendo ya hacia una economía de bajas emisiones de carbono, lo que implica disminuir y, eventualmente, eliminar el uso de combustibles fósiles.

A continuación, se describen algunos de los principales retos de política pública en materia de transición energética que México debe enfrentar y resolver en el futuro inmediato. Las decisiones deberán tomarse con base en el mejor conocimiento técnico y científico en la materia, considerando las implicaciones económicas a largo plazo y maximizando siempre el beneficio social para la mayoría de la población.

A nivel internacional, México se ha sumado, junto con prácticamente todos los países del mundo, al Acuerdo de París, un tratado que busca reducir, de manera importante pero no suficiente, las emisiones de bióxido de carbono, metano y otros gases y compuestos con efecto invernadero. La ciencia nos dice que aún con un estricto cumplimiento de las metas de reducción de emisiones que cada país se ha planteado, nuestro planeta probablemente se calentaría de 3 a 4 grados centígrados por arriba del promedio histórico (el que existía hasta la primera mitad del siglo xx). Este escenario es simplemente inaceptable pues conllevaría impactos enormes a la salud, a los sistemas de producción de alimentos, a la biodiversidad y a una buena parte de la infraestructura de comunicaciones y transportes.

Ante esta realidad, la transición energética, como uno de los principales pilares de la mitigación climática, no puede ser gradual sino transformacional, adoptando el

nuevo paradigma de la descarbonización de la economía de manera rápida y profunda. Sin embargo, la transición solo se dará exitosamente si se garantiza que todo mexicano tenga acceso a los energéticos necesarios para una vida digna y próspera.

Es necesario entender con claridad la urgencia y la escala del problema para evaluar si las políticas propuestas por la administración que inició su gestión a finales del 2018 son, con respecto al diagnóstico, pertinentes en tino y congruentes en su magnitud y tiempos de implementación. Es de particular importancia asegurar la congruencia de las diferentes políticas de gobierno para evitar la implementación de acciones contradictorias o antagonistas en cuanto a sus consecuencias. Por ejemplo, el acceso universal a la energía se puede lograr invirtiendo en la instalación de paneles solares en millones de hogares a los que hoy simplemente se les subsidia la tarifa eléctrica, pero que aún con estos subsidios sus ingresos no alcanzan para incrementar sus niveles de consumo de electricidad para poder usar sistemas de enfriamiento.

Se debe poner especial atención a evitar los llamados activos varados. Esto es, invertir hoy de manera excesiva grandes sumas de dinero en infraestructura energética relacionada con el uso de combustibles fósiles (refinerías de petróleo, plantas eléctricas de gas natural). Será fundamental llevar a cabo un adecuada planeación energética, económica y ambiental tomando en cuenta las condiciones rápidamente cambiantes y las tendencias mundiales que ya se empiezan a vislumbrar a nivel mundial. Algunos de los ejemplos más notables son: la acelerada electrificación de la movilidad; precios asombrosamente bajos de la energía eólica y solar; creciente mejora del desempeño y disminución de los costos de los sistemas de almacenamiento de energía con baterías, etc.

Dado que la agenda del sector energético que se vincula con la sustentabilidad y el combate al cambio climático es demasiado amplia, en este capítulo abordaremos un número limitado pero importante de temas sobre los cuales será fundamental una toma de decisiones adecuada. Estos asuntos se describen brevemente a continuación.

Pobreza y desigualdad energética

A pesar de ser un país emergente y de renta media, en nuestro país todavía existían en 2016 más de 50 millones de personas en situación de pobreza y más de 9 millones de personas en situación de pobreza extrema¹. De acuerdo con la encuesta intercensal, en 2015, el 1.03% de las viviendas en México no disponían de energía eléctrica². Las amplias desigualdades sociales y económicas se reflejan entre otras variables en grandes diferencias en el consumo energético.

Una definición de pobreza energética usada con frecuencia es la planteada por Boardman, quien la definió de la siguiente manera: “un hogar se encuentra en pobreza energética cuando no puede tener los servicios adecuados de energía con el 10% de sus ingresos”. Esta definición refleja una problemática del sector energético ligada a niveles de ingresos bajos, al uso de equipos ineficientes y a la proporción de este consumo con relación al ingreso de la población³. De hecho, sabemos que en México existen miles de hogares en climas extremos en los cuáles, a pesar de tener acceso a la electricidad, sus habitantes no cuentan con suficientes ingresos para adquirir o utilizar sistemas de enfriamiento pues no pueden pagar su consumo eléctrico.

De manera más amplia, García-Ochoa (2011; 2014) desarrolló el método de satisfacción de necesidades absolutas, en el que se ubica la superación de la pobreza energética como un derecho social y se considera que se está en pobreza energética cuando existe la carencia de energía para realizar al menos una de las siguientes necesidades básicas de: iluminación, entretenimiento, calentamiento de agua y cocción de alimentos, refrigeración de alimentos, y confort térmico en la vivienda. Entre los estados que presentan los

- 1 Coneval. 2017. Medición de la pobreza en México y en las entidades federativas 2016.
- 2 Inegi. 2015. Encuesta Intercensal 2015.
- 3 García Ochoa, R., Graizbord, B. 2016. Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. *Economía, Sociedad y Territorio*. 6(51): 289-337.

niveles de mayor privación de estas necesidades se encuentran Chiapas, Guerrero y Oaxaca. Otros estados que presentan niveles altos de pobreza energética son Campeche, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán; en el caso de la zona central del país, los estados con mayor pobreza energética son Hidalgo y Puebla. Los demás estados de la zona centro y del norte, con excepción de San Luis Potosí, presentan niveles de privación bajo y muy bajo⁴.

Los registros climáticos de la última década en todo el mundo muestran un claro incremento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos; también se vienen rompiendo año con año los récords de máximos históricos de temperatura. En este escenario resulta aún más urgente que México cierre rápidamente la brecha de pobreza energética y brinde a sus habitantes la posibilidad de satisfacer las necesidades básicas humanas arriba mencionadas.

La disminución significativa de los precios de generación de la energía solar con paneles fotovoltaicos ofrecen una opción tecnológica viable para reducir con rapidez los niveles de pobreza energética y garantizar el acceso adecuado a la energía.

Los subsidios a la energía

Mantener o eliminar los subsidios a los combustibles y a las tarifas eléctricas está entre los asuntos más controversiales en las decisiones de política pública. Sin embargo, durante décadas se ha acumulado evidencia que muestra que los subsidios a las diferentes formas de energía promueven un consumo excesivo, conllevan mayores niveles de emisiones contaminantes y de aquellas que causan el calentamiento global.

El subsidio a los precios de las gasolinas es una de las políticas públicas más regresivas. Beneficia mayoritariamente a los sectores de la población de mayores ingresos, que ciertamente no necesitan de este tipo de apoyos. Es también importante

considerar un factor adicional: la insuficiente penetración en el mercado mexicano de vehículos con mayor eficiencia, lo cual se debe a dos factores negativos que hay que superar: insuficiente información e interés por parte de los consumidores, y la falta de una normatividad que obligue a los fabricantes de automóviles en México a mejorar sustancialmente la eficiencia promedio del conjunto de productos que comercializan en el país.

Para complicar aún más la formulación de políticas adecuadas en materia de subsidios, es común que dentro y fuera de tiempos electorales los partidos políticos y sus representantes en el Congreso compitan entre sí por formular los planteamientos más populistas y los ataques más feroces contra la eliminación de subsidios, por ejemplo, a los combustibles. Entre 2017 y 2018, en el preámbulo a las elecciones presidenciales, fue notable como prácticamente todos los partidos opuestos al del gobierno en turno usaron como una de sus principales armas electorales el culpar a los opositores por el mal llamado “gasolinazo”, que en los hechos consistió en una (súbita) eliminación de los subsidios. Adicionalmente, la eliminación de los subsidios a los combustibles se ha visto complicada por el descontento generado por un manejo opaco de las finanzas públicas, incluyendo los recursos recaudados a partir de los impuestos a los combustibles. En el episodio del “gasolinazo” nunca quedó claro cuáles fueron los beneficios sociales derivados del incremento de la recaudación.

Es enorme el costo financiero y el costo de oportunidad que se generan al desviar grandes cantidades de recursos públicos para subsidiar los precios de los combustibles que podrían invertirse en el desarrollo de bienes y servicios públicos que la sociedad mexicana requiere de manera urgente: la salud pública, la educación o el transporte público en las grandes metrópolis.

Cabe mencionar que los subsidios directos o indirectos a la energía no siempre son negativos, pero deben focalizarse cuidadosamente hacia los grupos poblacionales y las actividades que realmente los requieren. Estos subsidios deben también manejarse con total transparencia e impedir

4 Ibidem.

que produzcan incentivos perversos como la ineficiencia, el desperdicio o abuso en el uso de recursos por los que no se pagan los precios reales, como es el caso de la electricidad o el agua.

Consideramos que los subsidios a las tarifas de transporte público, el costo de los combustibles para transportistas de alimentos básicos, o las tarifas eléctricas para las poblaciones de bajos ingreso (y bajo consumo de energía) son necesarios y progresivos, tienen una justificación social clara y funcionan como instrumentos de redistribución tributaria. Sin embargo, aun en estos casos los subsidios a la energía tienen un alto costo para las finanzas públicas, por lo que se deben buscar medidas que mantengan estos apoyos focalizados sin quebrar al erario. En la siguiente sección se aborda uno de estos temas fundamentales, el monto creciente año con año del subsidio a las tarifas eléctricas. Se presenta un esquema de política que permitiría mantener los apoyos al consumo de electricidad de personas de bajos ingresos que hoy están subsidiadas, pero transformando ese subsidio en una inversión en generación solar distribuida.

El Bono solar: la reorientación de los subsidios a las tarifas eléctricas para acabar con la pobreza energética

México enfrenta un doble desafío en materia de acceso a la energía eléctrica. Como se mencionó en la sección anterior, el país tiene un importante rezago en materia de pobreza energética, además enfrenta el problema de los impactos crecientes en las finanzas públicas de la aplicación de subsidios a las tarifas eléctricas en todo el país. Se estima que en 2017, el monto del subsidio para las tarifas eléctricas ascendió a más de 120 mil millones de pesos⁵, cantidad que continuará incrementándose en la medida que crece el número de viviendas que reciben este beneficio.

En este contexto, Iniciativa Climática de México (ICM), una asociación sin fines de

lucro, ha desarrollado y propuesto el esquema llamado “Bono solar”, que propone instalar, durante un período de al menos 15 años, paneles fotovoltaicos en los techos o azoteas de millones de hogares. A través de este esquema, los recursos que hoy se “pierden” en subsidios, serían parte de los fondos con los que se instalarían los paneles solares que cubrirían el actual consumo eléctrico de la vivienda. Un aspecto importante del programa propuesto es que los participantes pagarían desde el primer día de la instalación, un pago de electricidad entre el 15 y 20% menor, incluso que el actual pago subsidiado. Durante los primeros años el esquema funcionaría como una especie de arrendamiento, en el que los pagos bimestrales se utilizarían para recuperar las inversiones en los paneles fotovoltaicos. Después de algunos años el excedente podría reinvertirse en el programa para incrementar su escala y cobertura o bien podrían utilizarse para disminuir aún más los pagos de la electricidad de los hogares de menores ingresos. Los recursos financieros que se generen permitirían también invertir, por ejemplo, en equipos de enfriamiento eficientes para incrementar el nivel de bienestar de los moradores. El esquema del Bono solar incluye medidas de eficiencia energética desde su diseño, como la instalación de tecnologías de iluminación y de enfriamiento eficientes.

En el esquema de Bono solar planteado por ICM, lo ideal es instalar en cada vivienda una capacidad de generación de energía incluso un poco mayor a las necesidades de consumo de las viviendas, para generar un volumen de energía adicional para alimentar la red. Con la generación distribuida, la electricidad se genera en el mismo sitio que se consume, disminuyendo la necesidad de su distribución hacia sitios remotos. La coincidencia entre origen y destino de la energía disminuye pérdidas y ahorra costos en toda la cadena de la energía eléctrica.

El programa del Bono solar busca satisfacer la expectativa social de disminución de los pre-

5 Chacón. 2018. Generación distribuida: el tercer pilar de la transición energética. Energía a debate. Disponible en: www.energiadebate.com/blog/3117/.

cios de electricidad propuesto por la Reforma Energética al sector residencial; este sector que comprende el mayor número de usuarios, y cuyo consumo representa el 26% del total nacional. La propuesta de este programa se apoya en la revolución de la tecnología fotovoltaica cuya aplicación en el mundo crece a tasas exponenciales mientras que sus costos decrecen a un ritmo similar.

Sería deseable que la normatividad obligatoria sobre envoltentes para viviendas nuevas, que lleva tantos años de retraso, sea finalmente aprobada y sobre todo implementada cuidadosamente por los desarrolladores de vivienda.

Además del enorme alivio a las finanzas públicas, la instalación de techos solares a gran escala tiene otros beneficios como: reducir las pérdidas y costos del Sistema Eléctrico Nacional (SEN); aportar al cumplimiento de las metas de energías limpias establecidos en la Ley para la Transición Energética; y la disminución de la huella de carbono del propio SEN, con lo que se contribuye de forma significativa al cumplimiento de las metas nacionales de mitigación climática planteadas ante el Acuerdo de París.

El Bono solar parte del marco legal y la situación fiscal actuales con el adelanto tecnológico, para ofrecer soluciones significativas a otros problemas adicionales a los ya mencionados, como la contaminación local del aire y sus consecuencias para la salud pública, la falta de empleos bien remunerados, la insuficiencia de inversiones, y la conservación de los recursos hídricos, entre otros.

Energías renovables de gran escala. Satisfacción de la demanda de electricidad con bajas emisiones de carbono

La Ley de Transición Energética, aprobada y publicada en diciembre de 2015, establece metas obligatorias graduales de penetración de las energías limpias, hasta llegar a un 35% de la generación en la matriz energética. Las tres subastas de energía realizadas en 2016 y 2017 han demostrado que la generación con energía solar y eólica

ofrecen los precios más bajos del mercado, muy por debajo de los precios de generación de electricidad de las propias plantas de ciclo combinado de gas natural, las más competitivas entre las que usan combustibles fósiles. Si bien se requiere resolver importantes problemas de gobernanza, impactos sociales y ambientales y de fortalecimiento y ampliación de la red eléctrica, hoy se cuenta con evidencia suficiente para plantear una meta de energías renovables bastante más ambiciosa que la actual. Esta deberá ser una prioridad de la administración pública.

La capacidad instalada de generación de electricidad a partir de las energías eólica y solar ha crecido de manera importante durante el periodo 2006-2016, con tasas de incremento de hasta de 110.3%. La capacidad instalada eólica en 2016 era de 3,375 MW, mientras que la solar era de 389 MW. La generación de energía eléctrica de estas dos fuentes en ese año fue de 10,463 GWh y 215 GWh, respectivamente.

A pesar de que la capacidad instalada de energía geotérmica disminuyó en una tasa de 0.5% anual durante el periodo 2006-2016, representa una fuente importante de energía renovable cuya capacidad instalada es de 909 MW, generando 6,148 GWh de energía base en 2016. La capacidad de generación de energía eléctrica a partir de recursos hidráulicos sigue representando la principal fuente de energía con base en recursos renovables con una capacidad instalada de 12.6 GW y una generación de 31,000 GWh en 2016. Finalmente la bioenergía también representa una fuente relevante de energías limpias cuya capacidad instalada en 2016 fue de 882 MW (principalmente bagazo de caña) generando 1,471 GWh⁶.

A pesar del crecimiento de la energía eólica y solar, los niveles actuales de generación están muy lejos del potencial de generación económicamente competitivo que se estima para nuestro país. De acuerdo con estimaciones oficiales conservadoras, existe un potencial de 20,104 GWh

6 Sener. 2017. Prospectiva de energías renovables 2017-2031.

por año de energía eólica, 25,052 GWh por año de solar, 4,920 GWh por año de hidráulica, 2,610 GWh por año de geotérmica y 3,326 GWh por año de bioenergía. Se estima que para el año 2031 la energía eólica alcance 17,233 MW de capacidad instalada desplazando a la energía hidráulica como principal fuente de energía renovable. Asimismo, se espera un crecimiento a 7,830 MW de capacidad a partir de energía solar⁷.

Los resultados de las primeras tres subastas de generación de electricidad celebradas en 2016-2017, luego de la aprobación de la Ley de Transición Energética, expresan una muestra abrumadora de la competitividad económica de la energía eólica y la energía solar (a nivel de planta eléctrica – “*utility scale*”). Sin embargo, para aprovechar de manera óptima el enorme potencial de generación de energía a partir de estas fuentes existente en México, es indispensable: ampliar, modernizar y automatizar de forma acelerada la red de transmisión eléctrica del país (incluyendo conectar al Istmo de Tehuantepec en Oaxaca y a la península de Baja California al resto de la red nacional). Además, es fundamental crear gobernanza, certidumbre y transparencia para resolver de manera incluyente, democrática y sustentable los conflictos sociales relacionados con la tenencia de la tierra, los impactos ambientales y la distribución de beneficios de manera justa y legítima. Finalmente, es también necesario fortalecer seriamente la autonomía y las capacidades de las instituciones responsables de la planeación, regulación, manejo y despacho de la energía, para que todas ellas impulsen de manera coordinada los escenarios para la transición eléctrica de México de la forma más rápida posible. Esta transición debe considerar siempre la maximización de los beneficios sociales. Afortunadamente, hoy existe una clara alineación de objetivos sociales, energéticos y climáticos, pues la energía solar y la eólica son las que resultan más viables debido a: sus mayores beneficios sociales, sus menores costos, sus menores impactos ambientales y su menor huella

7 Ibidem.

de carbono. En consecuencia, deben detenerse las prácticas de planeación y presupuestación inerciales que han promovido los combustibles fósiles por encima de las energías renovables. En particular, en años recientes se ha acentuado una apuesta desmedida en favor del gas natural, apostando a que este combustible fósil, mayoritariamente importado, sea el que aporte la mayor generación eléctrica de la demanda futura de electricidad.

Como se ha señalado en otras partes de este capítulo, apostar por seguir construyendo más y más plantas de generación de gas a ciclo combinado dejaría al país, dentro de 15-20 años, con una amplia colección de activos varados. Por los altos costos del combustible, estos pronto dejarían de utilizarse sin haber amortizado adecuadamente su inversión original. O peor aún, seguirían operando por haber garantizado contratos de largo plazo con costos de generación elevados cuya repercusión en las tarifas eléctricas tendría que ser asumida por el consumidor o por el Estado. En este último escenario, es importante destacar que la construcción y operación de plantas a gas durante el período 2020-2030 por sí solo pondría en riesgo la posibilidad de cumplir con las metas de mitigación de nuestro país en el acuerdo de París. Como se ha señalado con anterioridad, la mayor parte de la futura demanda de electricidad de México puede y debe cubrirse con un escalamiento más acelerado de plantas solares y eólicas acompañadas de un adecuado reforzamiento de la red de transmisión. Un riesgo adicional que debe mencionarse es la posibilidad de que el abasto de las plantas de gas se dé mediante fractura hidráulica (*fracking*), técnica que conlleva impactos graves e irreversibles en el suelo, el agua y en general en las cuencas hidrológicas; el presidente de México repetidamente se ha comprometido a detener esta actividad.

Eficiencia energética

Existen grandes oportunidades de avanzar en el logro de mayor eficiencia energética en sectores

como el de transporte, la vivienda y la iluminación urbana.

Además de la implementación del programa del Bono solar descrito anteriormente, el gobierno de México debe asumir como prioridad el proveer cientos de miles de sistemas eficientes de enfriamiento (tecnología de inversores) y millones de luminarias de LED a las nuevas viviendas, pero también emprender un programa de gran escala para la instalación de estos sistemas en viviendas existentes. De la misma manera que hace más de una década se promovió la utilización de lámparas compactas fluorescentes y de refrigeradores más eficientes, hoy se debe promover activamente el uso de focos de LED y enfriadores eficientes, pues consumen mucho menos energía que las alternativas convencionales. Los paneles fotovoltaicos, la iluminación con LED y los sistemas eficientes de enfriamiento constituyen inversiones costo-eficientes que no deben postergarse, pues mejorarán el bienestar y condiciones de vida de la población a la vez que harán innecesario mantener los subsidios millonarios que actualmente se dedican a la provisión de electricidad basada en el uso de hidrocarburos.

Otra política que debe continuar y expandirse es la dotación a un gran número de ciudades con sistemas de alumbrado público eficientes, esta estrategia puede reducir el gasto en alumbrado público en más de 35%, además de otros importantes cobeneficios asociados con una mejor imagen urbana, la percepción de mayor seguridad y por supuesto, la reducción de emisiones tanto de contaminantes como de gases de efecto invernadero. Esta política se ha aplicado ya en algunas ciudades y debe establecerse ahora el compromiso de llevarla a cabo por lo menos en todas las ciudades de más de 250 mil habitantes, sumando los esfuerzos y recursos de los gobiernos estatales, municipales y federales. Los sectores residencial y comercial son grandes consumidores de energía: consumen 22% de la energía global. En México estos sectores ejercen 18% del consumo total nacional de energía, que ascendió a 960 PJ en 2016.

Reconociendo la importancia del consumo

eléctrico de los sectores residencial, comercial y público, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) ha luchado durante muchos años por avanzar en la normatividad sobre eficiencia energética. Desafortunadamente, los resultados han sido desiguales, e inferiores a lo que la propia Conuee ha propuesto.

La Norma Oficial Mexicana 008 (NOM 008), publicada en el año 2001, busca regular las ganancias de calor en los edificios de uso no residencial. Si bien esta norma representa un avance importante, no se ha aplicado, no se vigila adecuadamente y no hay autoridad con suficiente peso y voluntad política que la haga cumplir. Los requerimientos de la NOM 008 deberían incluirse dentro de los códigos y reglamentos de construcción municipales, con excepción de Mexicali. Hasta hoy el resto de los municipios del país no han incorporado esta Norma en su reglamentación.

De igual forma, el cumplimiento de la norma sobre envolventes de edificios residenciales publicada en 2011 (NOM 020), no es observada de forma obligatoria por los desarrolladores de vivienda, quienes siempre se han opuesto a su cumplimiento argumentando que los costos incrementales sobre la inversión inicial en la construcción afectarían su mercado y ellos son quienes deberían absorber estos impactos castigando su utilidad. Es tiempo de que las autoridades hagan cumplir esta normatividad de manera estricta. En el caso de los créditos otorgados por el Instituto Nacional de Fomento para la Vivienda de los Trabajadores (Infonavit), se puede instrumentar un esquema parecido al que se aplicó en el Programa de “Hipoteca Verde”, para internalizar en el monto del crédito este costo incremental (cuyo monto es marginal).

En 2017 la Conuee publicó la Hoja de Ruta para el Código y Normas de Eficiencia Energética para Edificaciones en México, cuyo objetivo fue crear una visión de largo plazo y una estrategia para su adopción a nivel local y su avance en los próximos 30 años. Esta Hoja de Ruta establece la trayectoria y el marco de la política pública para consolidar la eficiencia energética en el sector

de las edificaciones en México⁸. Entre los postulados más importantes incluidos en esta Hoja destacan:

- ▶ Los códigos de energía pueden ser un canal efectivo para promover el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas (NOM) en materia de eficiencia energética para edificios.
- ▶ Los códigos y normas de eficiencia energética desarrollados en coordinación con códigos más avanzados pueden mejorar el mercado para la eficiencia energética en las edificaciones.
- ▶ Es necesaria una mayor adopción de los códigos y normas de eficiencia energética por parte de los gobiernos locales.
- ▶ Una vez que se adopte el código, el paso más importante para asegurar su aplicación exitosa es la implementación a través de procedimientos de revisión con puntos de control en los permisos de construcción y de ocupación.
- ▶ Los gobiernos locales pueden predicar con el ejemplo al aplicar los códigos y normas de eficiencia energética en los edificios públicos, así como el apoyo de proyectos locales.
- ▶ Los códigos y normas deben estar alineados con las mejores prácticas y permitirle a la industria de la construcción innovar de forma progresiva y avanzar hacia materiales y técnicas de construcción de mayor eficiencia.

Vehículos limpios, eficientes y seguros: la deuda histórica del sector automotriz con los mexicanos

El sector automotriz en México ha cobrado una creciente importancia económica en décadas recientes, debido al vigoroso crecimiento de las ventas domésticas de automóviles y, sobre todo, al crecimiento de las exportaciones. Junto con esta expansión se ha consolidado también la influencia política del sector y su capacidad de mantener una

eficaz captura regulatoria. Todos los intentos por adoptar en México los mismos estándares ambientales que aplican nuestros socios comerciales de América del Norte han sido fuertemente bloqueados, adoptándose estándares más laxos o tiempos de cumplimiento con años de desfase con respecto a Canadá y Estados Unidos, en un contexto de complacencia de las autoridades ambientales.

Las empresas armadoras han demostrado en el mundo su capacidad de desarrollar y adoptar las mejores tecnologías relacionadas con el control de emisiones contaminantes (convertidores catalíticos de tres vías y de alta eficiencia, sistemas de diagnóstico a bordo, OBD-II), la mejora continua de la eficiencia energética y la incorporación de medidas de seguridad de última generación. Estos aspectos se han incorporado en todas las marcas y modelos que México exporta a América del Norte y en los mismos tipos de vehículos que se venden en el mercado nacional. El problema es que durante muchos años también se han fabricado algunos modelos con el único propósito de comercializarse en México y algunos otros países latinoamericanos como Argentina, Brasil y Chile, pero no para exportación a América del Norte. Es común que estos vehículos no cumplan con la misma normatividad internacional de otros modelos, sino solamente con los estándares de esos países latinoamericanos, los cuales en la práctica han sido siempre moldeados por los deseos y tiempos de la industria automotriz local. Existe numerosa evidencia sobre esta situación que se ha generado a lo largo de los años. Autos con convertidores catalíticos de mala calidad y con breve durabilidad; sistemas OBD2 con número limitado de sensores y con problemas de conectividad para su lectura y control, entre otras fallas.

Al igual que con las emisiones de contaminantes, México tiene un rezago en la adopción de normas de eficiencia vehicular, comparado no solo con Estados Unidos y Canadá, sino también con países como Corea del Sur e incluso China. Sabemos que, con excepción de los autos eléctricos, los vehículos más costosos tienden a ser los de mayor consumo de combustible. Esto signifi-

8 Conuee. 2017. Hoja de Ruta para el código y normas de eficiencia energética para edificaciones en México.

ca que los poseedores de automóviles de 6, 8 o más cilindros, entre los que encontramos autos deportivos, grandes sedanes de lujo, camionetas familiares y camionetas utilitarias o todo terreno, son los que más se benefician y disfrutan de los subsidios a los precios de los combustibles.

Es verdad que los automóviles eléctricos aún son relativamente caros, en particular los de lujo de alto desempeño (e.g. Tesla), pero esta situación no es necesariamente aplicable a los autos híbridos disponibles en México. Algunos vehículos híbridos que ya se venden en nuestro país como: Toyota Prius, Toyota Prius C, Honda Civic, Honda CR-Z, Nissan X Trail, Kia Niro, Hyundai Ioniq y el Ford Fusion son de tamaño medio o compacto y su costo se encuentra por debajo del costo del percentil 40; hay más de 200 modalidades de vehículos disponibles en el mercado. Dicho de otra manera, más del 60% de los modelos que circulan por las calles tienen un costo mayor que las opciones de vehículos híbridos arriba mencionadas. Para los consumidores de estos vehículos la elección de automóviles no eficientes en términos de consumo de energía no es una cuestión de costos sino de patrones culturales que establecen imágenes de estatus y prestigio.

Independientemente del avance en la conscientización de la población, resulta un urgente imperativo que la nueva administración gubernamental emita una norma adecuada de eficiencia vehicular que obligue a mejorar el promedio de rendimiento de combustible del parque que circula en nuestro país. Con esta medida se ahorrarán durante la siguiente década millones de litros de combustible que México dejaría de importar y por supuesto también se evitarían emisiones de contaminantes tóxicos a la salud y de aquellos que causan el calentamiento global.

Capacidad de refinación de petróleo

Durante los pasados años y en especial a partir de 2018, un tema que ha cobrado gran relevancia como objeto de debate público es la capacidad de

refinación de petróleo de nuestro país. La modernización de las 6 refinerías que actualmente tiene el Sistema Nacional de Refinación (SNR) y la construcción de dos refinerías nuevas, una en Campeche y otra en Tabasco, es una de las prioridades de la administración federal actual. El costo oficial aproximado de cada una de las refinerías es de 6 mil millones de dólares y su tiempo de construcción se estima será de tres años y, de acuerdo con diversos expertos, estas estimaciones están muy por debajo de la realidad.

México enfrenta una paradoja respecto a la decisión en torno al impulso de la producción de petróleo y la capacidad de refinación. En 2016, el país importó 61% de las gasolinas y el 47% del diésel que se consumen en el país. Estas cifras van en aumento año con año, generando una dependencia del exterior cada vez mayor, además de que el panorama de exploración y producción de petróleo en México presenta retos significativos aunados a un contexto internacional poco favorable. A continuación, se mencionan algunos de los aspectos clave a considerar y debatir para encontrar el punto óptimo de crecimiento de la capacidad nacional de refinación antes de tomar decisiones que pueden generar dependencia y bloqueo tecnológico y una posible generación de “activos varados”, si se persigue obsesivamente la idea de la autosuficiencia en la producción de gasolinas y diésel.

México alcanzó el pico de producción de petróleo en 2004, en la actualidad la mayoría de los campos de petróleo existentes son maduros y están en declive⁹. En enero de 2017, se registró un nivel de reservas totales de hidrocarburos (3P) de 25,858 millones de barriles de petróleo crudo equivalente (mmbpce), de los cuales 19,970 corresponden a aceite y de estos el 46.8% corresponde a aceite pesado¹⁰, factor que impacta el rendimiento y los costos de refinación.

La capacidad de refinación instalada asciende a

9 Ferrari, L. 2015. La difícil transición hacia un mundo pospetrolero. Libro de ciencias de la UNAM.

10 Sener. 2018. Prospectiva de petróleo crudo y petrolíferos 1027–2031.

1.6 millones de barriles diarios de crudo. Sin embargo en 2016, únicamente se utilizó un 58% de dicha capacidad, el volumen de producción fue 12% menor al año anterior¹¹. Si bien la inversión en el mantenimiento de las refinerías es clave para aumentar su productividad, la reconfiguración será necesaria si se quiere refinar más crudo de origen nacional, debido a que se producen crudos cada vez más pesados con valores de entre 15 y 22° API¹² (Altamira y Maya, respectivamente). Cabe destacar que las refinerías existentes en México fueron originalmente diseñadas para tratar crudos ligeros, por lo que es necesario aumentar la complejidad de las refinerías a través de las reconfiguraciones. Únicamente tres de las seis refinerías mencionadas cuentan con la tecnología de conversión que permite la transformación de crudo más pesado a gasolina. Es importante considerar estas condiciones para no pasar de ser un importador neto de gasolinas a un importador neto de petróleo.

Otra dimensión clave que debe considerarse son los recursos existentes en la costa del Golfo de México en los Estados Unidos, cuya capacidad de producción es de más de 8 millones de barriles diarios, volumen equivalente a 46% de la producción nacional de petróleo. En consecuencia, los costos de producción de gasolina en nuevas refinerías pueden ser de hasta el doble de las refinerías en los Estados Unidos¹³.

Por otra parte, respecto a las plantas de referencia a nivel global de la industria de refinación, las refinerías actuales de Petróleos Mexicanos (Pemex) son significativamente más intensivas en energía, menos eficientes en producción de destilados y más propensas a paros que las refinerías norteamericanas¹⁴, lo que coloca a la industria mexicana en gran desventaja competitiva en comparación con la de los Estados Unidos. En

2015 el consumo de energía de las refinerías de Pemex fue de 241 PJ, el mayor con respecto a sus demás subsidiarias, y mayor que los de otros sectores industriales intensivos en energía como el siderúrgico y el cementero. También se ha identificado que el índice de intensidad energética del Sistema Nacional de Refinación (SNR) es de 136, mientras que el valor típico de las refinerías de la costa norte del Golfo de México (CNGM) es de 94.5¹⁵. Existe un potencial significativo para aumentar la eficiencia energética de las refinerías, que además podrían generar beneficios económicos ya que el 46% de los gastos de operación de las refinerías corresponde al consumo de energía¹⁶. Su reducción de consumo de energía y en particular de combustibles fósiles conlleva importantes beneficios ambientales, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las operaciones de refinación, pero también de contaminantes que pueden afectar la salud de las poblaciones locales. En 2016, las emisiones totales de CO₂ de las refinerías fueron de casi 14 millones de toneladas anuales, de las cuales aproximadamente 50% corresponden a las emisiones de calderas y generadores de vapor. Asimismo, las emisiones de SO_x (óxido de azufre), NO_x (óxido de nitrógeno) y compuestos orgánicos volátiles (COV) ascendieron a un total de 240 mil toneladas, 22 mil toneladas y 19 mil toneladas, respectivamente. Si bien, el principal emisor nuevamente es la generación de energía y vapor, existen emisiones de quemadores y desfuegos. La homologación de la normatividad mexicana con la normatividad internacional es una ventana de oportunidad para el control de estas emisiones contaminantes en unidades de proceso en refinación.

Es necesario que se genere un debate serio y técnico sobre la conveniencia de inversión en las reconfiguraciones de las instalaciones existentes,

11 Ibidem.

12 P.M.I Comercio Internacional. 2016. Catálogo de Petróleo Crudo. Disponible en: www.pmi.com.mx/movil/paginas/PetroleoCrudo.aspx#Link1.

13 Lajous, A. 2014. La industria petrolera mexicana. Estrategias, gobierno y reforma. Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México.

14 IEA. 2017. *Energy policies beyond IEA countries*. Mexico 2017.

15 Pérez-Carbajal, M. A., Leiva y Nuncio, M. A. y Osorio-Bonilla, M. A. 2015. *Eficiencia energética en plantas de refinación. Presentación. Retos y oportunidades de la sustentabilidad energética en México*. Pemex-IMP.

16 Pemex. 2017. *Emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes criterio*. Pemex Transformación Industrial. Consulta pública de información: 1867900074617.

así como de la inversión en una nueva capacidad de refinación. Este debate debe considerar las grandes incertidumbres que presenta esta industria a nivel global y los retos que enfrenta nuestro país.

Calidad de los combustibles

Otra variable fundamental que es fundamental considerar para determinar la relación óptima entre combustibles producidos en el país frente a combustibles importados es garantizar que en el menor tiempo posible se cuente con un suministro de gasolinas y diésel sin azufre en todo el territorio nacional. El retraso de más de una década por parte de Pemex en el cumplimiento de este compromiso, asentado en una norma obligatoria, ha condenado al país a seguir sumergido en la obsolescencia tecnológica de los vehículos (automóviles y, sobre todo, camiones de carga y pasajeros) que se venden en México. La atención de este problema es un importante tema pendiente para el Estado mexicano que ocasiona enormes impactos ambientales y problemas de salud en la población.

Diversificar los mercados de suministro, ampliar de manera importante la capacidad de almacenamiento estratégico e implementar medidas de control de la demanda o del consumo, aprobar y cumplir normas de eficiencia vehicular ambiciosas y cobrar un mayor impuesto al carbono en los combustibles son medidas complementarias que deben formar parte del conjunto de opciones analizadas para determinar el punto óptimo de capacidad de refinación deseada.

En la actualidad, la NOM-016-CRE-2016, expedida por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) en el año de 2016 establece la calidad mínima que deben de cumplir los combustibles fósiles que se venden en el país, haciendo énfasis en la calidad que deben de cumplir estos combustibles en zonas específicas de México como la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y ciudades como Toluca y Monterrey. Entre los combustibles contemplados por la Norma se encuentran las gasolinas, el diésel, el combustóleo,

el gasavión, el gasóleo y el gas licuado de petróleo (LP). Cabe destacar que, en el caso de las gasolinas, el límite de azufre establecido es de 30 partes por millón (ppm), mientras que para aromáticos y olefinas, que son precursores de ozono, los límites se encuentran en un rango de entre 25 y 32% del volumen, y 10 y 12% del volumen, respectivamente. Asimismo, se destaca el contenido de olefinas y de compuestos pesados en el gas LP (2% en volumen para ambos casos) y el contenido máximo de etanol como oxigenante de gasolinas (hasta 5.8% en volumen). Si bien los esfuerzos hacia la reducción del contenido de azufre en las gasolinas se han dirigido en la dirección correcta, en países como Estados Unidos, el contenido de azufre se limita a 10 ppm, con lo que sería necesaria un ajuste a la norma vigente de manera que las gasolinas que se venden en el país cumplan con los estándares internacionales.

En la ZMVM, los principales consumidores de combustibles líquidos son los vehículos automotores (autos, camiones de carga, autobuses de pasajeros y motocicletas). En 2016, se comercializaron un poco más de 7.5 millones de m³ de gasolinas, 78% correspondió a gasolina Magna, 22% a gasolina Premium; en tanto que del diésel automotriz se comercializaron más de 1.7 millones de m³.¹⁷

Por último, los gobiernos locales deben diseñar proyectos o programas, que tomen como base el abasto de combustibles de buena calidad, además de monitorearlos y sancionar su incumplimiento, con la finalidad de garantizar la consecución de dichos planes y programas¹⁸.

Emisiones de metano en el sector de petróleo y gas

Otro tema que requiere atención inmediata es el de las emisiones de metano en la explotación de petróleo y gas. Por una parte, la dependencia de

17 SEDEMA (2017). Calidad de las gasolinas y diésel comercializados en la ZMVM, parte 1. Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA). Ciudad de México, México.

18 Ibidem.

gas del exterior ha aumentado considerablemente en años recientes: en 2017 México importó el 67% del gas natural que consumió para generar electricidad, en la industria y en el sector doméstico¹⁹. Por otra, desperdiciamos grandes volúmenes de gas a través del venteo, la quema o la fuga, a lo largo de toda la cadena de suministro del petróleo y el gas. Lo anterior además de representar oportunidades económicas perdidas, contribuye de forma importante a las emisiones de gases de efecto invernadero del país.

El metano es el principal componente del gas natural y es responsable del 25% del calentamiento global²⁰. A nivel mundial, la industria del petróleo y gas puede reducir de manera costo efectiva hasta el 75% de sus emisiones, y el 50% de las reducciones globales de metano se puede realizar con un costo neto nulo²¹. Esta reducción equivale a cerrar todas las plantas de carbón de China²². México es el quinto país mayor emisor de metano en el sector petróleo y gas. En 2015, la industria de petróleo y gas generó 75 millones de toneladas de CO₂e, equivalentes a 14% de las emisiones totales nacionales²³. Casi el 80% de estas emisiones se generaron en las plataformas marinas, mientras el 51% fue resultado de la combustión y el 49% de las emisiones fugitivas²⁴.

El gobierno de México se comprometió en el marco del Acuerdo de París a la reducción significativa de sus emisiones de metano. Solo 21 fuentes de metano representan más de 80% de las emisiones estimadas para el 2020. Además, nuestro país se comprometió junto con Estados Unidos y Canadá, a reducir entre 40 y 45% de las

emisiones de metano del sector petróleo y gas para 2025, con relación a los niveles de 2012, bajo la Alianza del Clima, Energía Limpia y Medio Ambiente²⁵. El cumplimiento de este compromiso contribuiría con 10% de la meta establecida en la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC). Sin embargo, cumplir con estos propósitos de mitigación requiere medidas e inversiones que hasta ahora no se han logrado concretar en la escala necesaria. En este sentido, en 2015, ICF Internacional y el Centro Mario Molina estimaron que México puede reducir en 54% las emisiones de metano de este sector a un costo neto de \$0.79 pesos por tonelada métrica de CO₂e reducido. Esta meta se podría lograr con un costo neto de \$5.2 millones de pesos por año²⁶.

Además de los compromisos sobre mitigación climática que México ha asumido con el acuerdo de París, nuestro país participa en importantes iniciativas internacionales específicas sobre metano, cuyo cumplimiento será observado por la comunidad internacional. Entre estos compromisos destacan: *La Iniciativa Global de Metano (Global Methane Initiative)*; *Coalición de Clima y Aire Limpio (Climate and Clean Air Coalition)*, un esfuerzo global enfocado a reducir las emisiones de metano y carbono negro; *La Iniciativa del Clima del Sector Gas y Petróleo (Oil and Gas Climate Initiative)*, que representa el esfuerzo y compromiso de diez petroleras internacionales incluyendo PEMEX para reducir 20% las emisiones de gases de efecto invernadero en diez años.

Recientemente, la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente (ASEA) sometió a consulta pública el proyecto “Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la prevención y el control integral de las emi-

19 SIE (2018). *Sistema de Información Energética* [En línea] Disponible en: <http://sie.energia.gob.mx> [Acceso: 03 de septiembre de 2018]

20 EDF (s.f) *Methane: the other important greenhouse gas* [En línea] Disponible en: <https://www.edf.org/methane-other-important-greenhouse-gas> [Acceso: 03 de septiembre de 2018]

21 IEA. 2017. *World Energy Outlook 2017*.

22 EDF y CAI. 2018. Principales prácticas regulatorias para reducir las emisiones de metano de la industria de petróleo y gas. Lecciones aprendidas para México.

23 INECC. 2018. *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2015*.

24 CAI (2018) *Opportunities for emission reduction from Mexican oil and gas offshore platforms*. Clean Air Institute (CAI).

25 Presidencia de la República. 2016. *Declaración de Líderes de América del Norte sobre la Alianza clima, energía limpia y medio ambiente*. Disponible en: www.gob.mx/presidencia/documentos/declaracion-de-lideres-de-america-del-norte-sobre-la-alianza-del-clima-energia-limpia-y-medio-ambiente, consultada el 02 de septiembre de 2018.

26 ICF. 2015. *Economic Analysis of methane emission reduction opportunities in the Mexican oil and natural gas industries*.

siones de metano en el sector hidrocarburos”. De publicarse y asegurarse el cumplimiento de estas disposiciones, México podrá reducir emisiones de manera costo efectiva y generar importantes beneficios ambientales, sociales y económicos.

Por otro lado, vinculado a las emisiones de metano se encuentra el controvertido tema de la explotación de recursos no convencionales y, en particular, la extracción de gas de lutitas o esquisto (*shale gas*). Se estima que México tiene grandes reservas de este gas, cuya extracción se llevaría a cabo por medio de la fractura hidráulica o *fracking*, que conlleva el uso de grandes volúmenes de agua, y tiene el potencial de ocasionar impactos ambientales y sociales significativos. Ante esta situación es indispensable que nuestro país asegure el cumplimiento del marco regulatorio y normativo que el gobierno de la República preparó en materia de yacimientos no convencionales, para

evitar las emisiones de metano, el agotamiento y contaminación de mantos freáticos, y otros impactos ambientales negativos ampliamente documentados, que se encuentran asociados con esta actividad.

No deben otorgarse subsidios a la extracción de gas de lutitas por ningún motivo. Ni directamente como “incentivos” fiscales u otros apoyos gubernamentales, ni indirectamente por medio de una normatividad ambiental laxa o una fiscalización y vigilancia inadecuadas u omisas, generando inaceptables externalidades negativas sociales y ambientales. En Estados Unidos se ha documentado que, a pesar de que la explotación de pozos individuales es rentable, diversos factores como la adquisición de la tierra o la incertidumbre en los recursos existentes tienen costos significativos.



Catorce propuestas para atender los problemas asociados a las actividades mineras en México

Francisco Cravioto Lagos y Marisol M. Aburto Zepeda



Introducción

En años recientes se ha presentado en México un auge de las actividades de exploración, extracción y beneficio minero. Este auge es favorecido por una extensa desregulación del sector vinculada a la adopción y profundización de un modelo económico neoliberal. La proliferación de proyectos mineros a lo largo y ancho de la geografía nacional se ha impuesto en contraposición a los intereses y aspiraciones de las propias comunidades rurales —mestizas o indígenas— que habitan los territorios donde las actividades extractivas se desarrollan o buscan desarrollarse. La extracción se encuentra, irremediablemente, asociada a profundas e irreversibles afectaciones a ecosistemas, cuencas, orografía, clima, suelos, sistemas económico-culturales, y derechos de las poblaciones. El propio acto de imposición, aunado a estas afectaciones, da lugar a la multiplicación de conflictos territoriales entre empresas mineras y el Estado, por una parte, y las comunidades afectadas o potencialmente afectadas por estos proyectos.

El presente trabajo busca elucidar algunas de las causas de la proliferación de proyectos mineros en México, las profundas afectaciones ambientales y sociales asociadas a los mismos y la multiplicación de conflictos sociales como respuesta a estas iniciativas de despojo. En este sentido, se presentará un breve análisis del panorama económico actual en que se desarrollan estas actividades extractivas. A continuación, se hará un breve repaso del marco normativo vigente que favorece este modelo. Se llevará a cabo un análisis de las técnicas de explotación minera, haciendo hincapié en las afectaciones sociales y ambientales que se derivan de las mismas, incluyendo una breve explicación sobre el desarrollo de conflictos socioambientales. Este documento concluye con un listado de catorce propuestas de modificación al marco normativo y la política pública con el propósito de atender los problemas asociados a estas actividades extractivas en México.

Análisis económico de la minería contemporánea en México

De acuerdo con la Cámara Minera de México (Camimex), nuestro país tiene una eminente “vocación minera”¹. Es verdad que, a lo largo de la Colonia, las actividades mineras se consolidaron como uno de los sectores más dinámicos, en términos económicos, de la Nueva España y el México independiente del siglo XIX. No obstante, a lo largo del siglo XX, la importancia de la minería como sector estratégico en la economía mexicana disminuyó, al tiempo que la explotación de hidrocarburos, las manufacturas y la economía de servicios se consolidaron como sectores prioritarios.

En la última década del siglo XX, de la mano del establecimiento de un modelo económico neoliberal de ajuste estructural y apertura de mercados al exterior, las actividades mineras en México recuperaron dinamismo. Este periodo coincide con un auge internacional de actividades extractivas mineras empujado por: a) la creciente demanda de insumos minerales por parte de las industrias manufacturera, de la construcción y de generación de energía asociadas al fuerte crecimiento de las llamadas “economías energéticas” (China, India, Brasil y Sudáfrica) y b) un auge en la explotación de metales preciosos propiciado por: i) el desarrollo de nuevas tecnologías extractivas y ii) el aumento de precios de minerales en bruto reconocidos en mercados internacionales como *commodities*².

La presión de inversionistas extranjeros y el desarrollo de importantes proyectos extractivos ha conducido a países de América Latina, África, Asia, Europa Oriental e, incluso, ciertos gobiernos subnacionales de América del Norte³ y Oceanía, a

procesos de *reprimarización*⁴ de la economía. El modelo de reprimarización económica corre a contracorriente con modelos de desarrollo fundamentados en el crecimiento de los mercados nacionales, la diversificación de la economía, la producción de bienes industrializados con valor agregado, el desarrollo de tecnologías y conocimiento, así como el crecimiento del sector servicios de la economía. Algunos países receptores de estas inversiones provenientes de industrias extractivas de diversa índole han, voluntaria o involuntariamente, anclado su desarrollo económico a la exportación de bienes naturales en bruto, sujetos a precios fluctuantes en los mercados internacionales. Conforme se profundiza el proceso de reprimarización, cada vez más empresas nacionales, así como la propia fuerza de trabajo, se articulan directamente a partir de la consolidación de cadenas de valor, al éxito —o fracaso— de la exportación de bienes minerales. Por otra parte, los Estados tienden a aumentar su dependencia de las regalías e impuestos provenientes de la industria extractiva.

La minería, por definición, es una actividad que depende de la explotación de bienes no renovables, de ahí que el agotamiento de un yacimiento puede representar un riesgo sumamente grave para una economía reprimarizada. Si la fuerza de trabajo y otras empresas nacionales se encuentran profundamente vinculadas a la derrama económica proveniente de la actividad extractiva, el repentino cierre de operaciones de este proyecto puede poner en jaque económico a toda una región. Lo mismo sucede con la volatilidad de precios internacionales de *commodities*. El auge o colapso de las economías nacionales pasa a depender enormemente de factores ajenos a los países.

A pesar de la creciente frecuencia de la industria minera en México, no es posible afirmar que

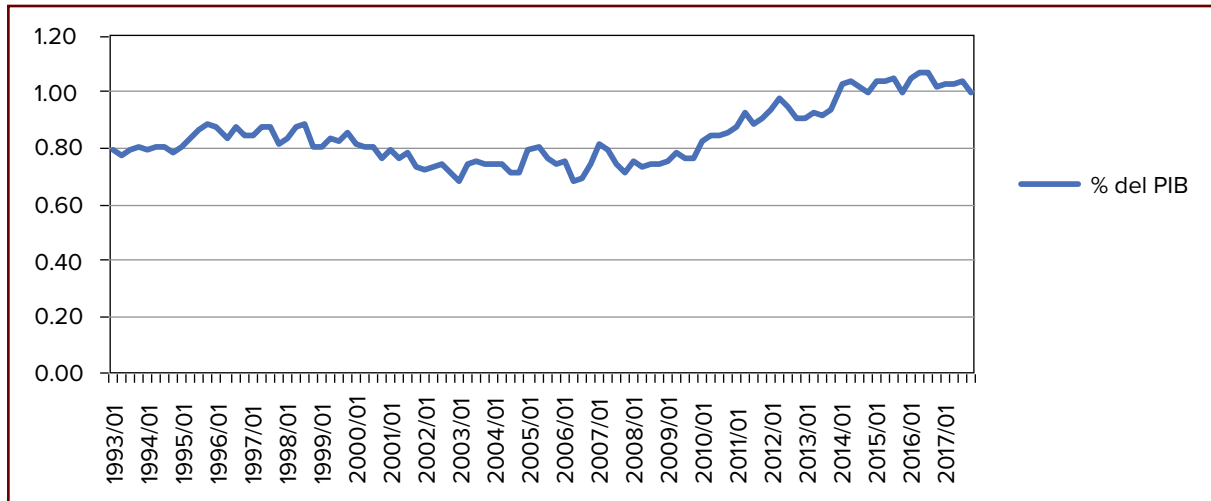
1 Cámara Minera de México. México: país minero. Minería responsable. Disponible en https://camimex.org.mx/files/6814/3917/9336/sup_2013-02.pdf. Consulta: 7 de junio de 2018, p. 4.

2 Productos de fabricación, disponibilidad y demanda mundial que tienen un rango de precios internacional y no requieren tecnología avanzada para su fabricación y procesamiento. Svampa, Maristella, “Consenso de los *Commodities* y lenguajes de valoración en América Latina”, Nueva Sociedad, Buenos Aires, No. 244, 2013.

3 Por ejemplo, la provincia de Alberta, en Canadá.

4 Slipak, Ariel M. 2012. ¿De qué hablamos cuando hablamos de reprimarización? Un aporte al debate sobre la discusión. Disponible en: www.academia.edu/7188437/De_qu%C3%A9_hablamos_cuando_hablamos_de_reprimarizaci%C3%B3n_Un_aporte_al_debate_sobre_la_discusi%C3%B3n_del_modelo_de_desarrollo. Universidad Nacional de Cuyo. Mimeo.

Figura 1. Evolución del PIB minero (extracción de minerales metálicos y no metálicos)*



Fuente: cálculo propio con base en datos del Banco de Información Económica del Inegi.

* Para la elaboración de este gráfico se toman en cuenta, exclusivamente, las actividades de exploración, extracción y beneficio de minerales metálicos y no metálicos, distintos a los hidrocarburos, materiales radioactivos y materiales de construcción —sujetos al régimen de concesiones establecido en la Ley Minera—. Quedan excluidas todas las actividades asociadas a la industria de la transformación de metales y no metales.

la economía del país atraviesa por un proceso de reprimarización. A diferencia de otros países de América Latina, México cuenta con un sector manufacturero y un sector de servicios consolidados como sectores estratégicos de la economía nacional. Las actividades mineras extractivas no han representado más del 1% del PIB a lo largo de los pasados veinticinco años (figura 1).

No obstante, para ciertas regiones del país, las actividades de extracción de bienes minerales sí han implicado procesos de reprimarización de sus economías, lo que les genera condiciones de vulnerabilidad. Es particularmente preocupante el desplazamiento de actividades económicas distintas a la minería a raíz del impulso preferente que esta actividad ha recibido por parte del gobierno mexicano. Conforme se agotan los yacimientos de bienes no renovables bajo explotación, las economías regionales suelen experimentar una profunda depresión. Adicionalmente, la estabilidad económica de esas entidades pasa a sujetarse a la volatilidad de los precios internacionales de los bienes minerales bajo explotación.

También es preocupante la pequeña contribución de las actividades de exploración, extracción y beneficio a la generación de empleos en México. En 2016, esta contribución fue de apenas 110,500 empleos directos, el 0.24% de la población económicamente activa (PEA) (figuras 2 y 3).

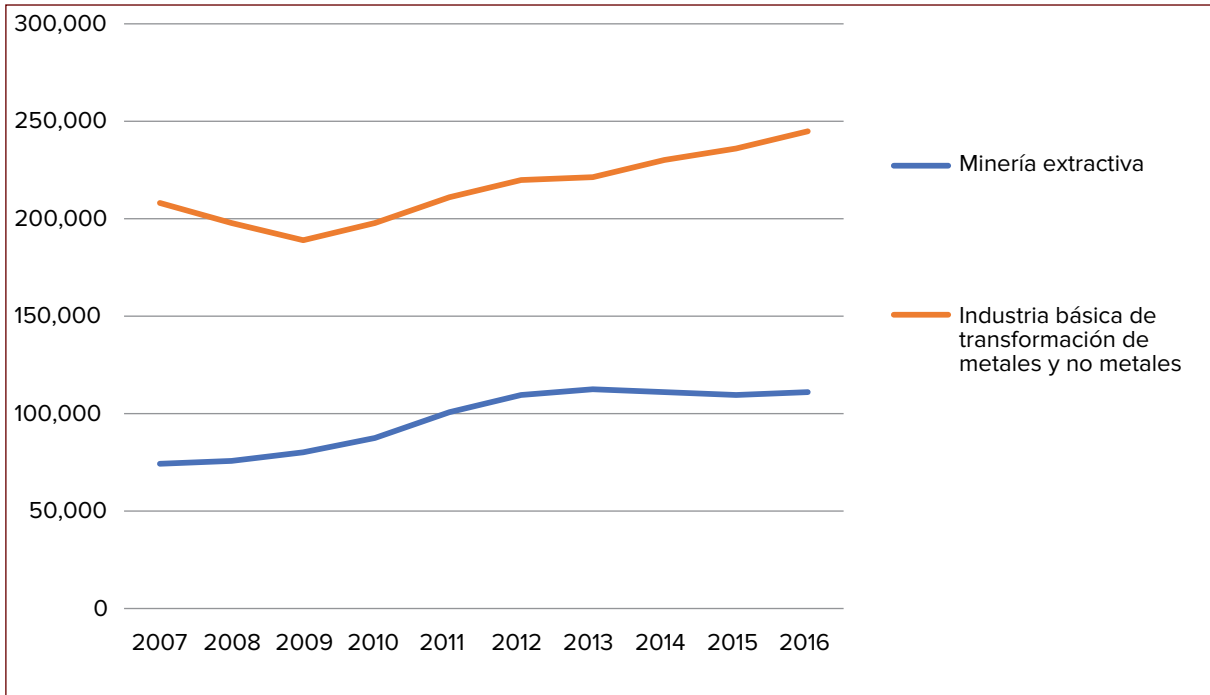
Los escasos empleos directos generados contrastan con las profundas e irreversibles afectaciones ambientales y sociales provocadas por la minería, por ejemplo, con los empleos perdidos en distintos sectores de las economías regionales como consecuencia de la pérdida de servicios ecosistémicos.

Marco normativo minero

Marco constitucional

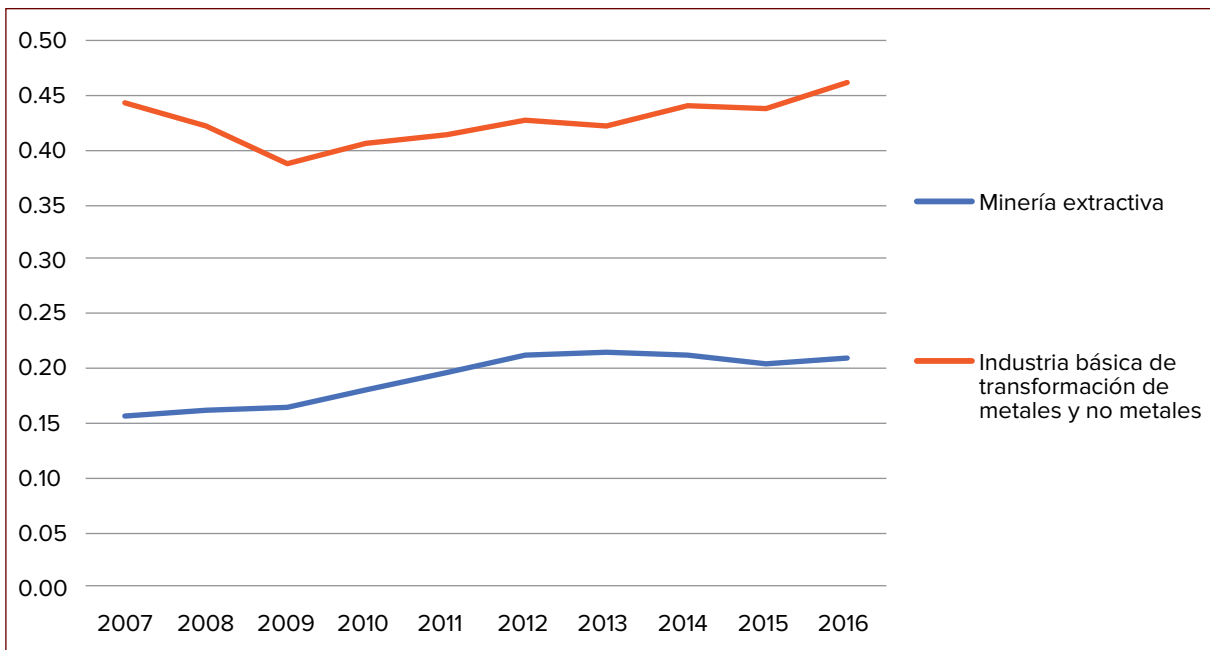
De acuerdo con el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, todos los bienes que se encuentran en el subsuelo pertenecen en dominio a la nación mexicana. Pero, ¿qué significa la nación mexicana? En teoría, este

Figura 2: Empleos en minería.



Fuente: *Informes de labores*, Secretaría de Economía, 2007-2016.

Figura 3. Empleos en minería como porcentaje de la PEA.



Fuente: Cálculo propio con base en: *Informes de labores*, Secretaría de Economía, 2007-2016 y *Banco de Información Económica*, Inegi.

ente se encuentra integrado por todas y cada una de las personas que detentan con esta nacionalidad. El gobierno mexicano, específicamente el gobierno federal, regula la exploración y extracción de estos bienes en función de la utilidad pública; esto es, con base en el interés de la nación.

A diferencia del marco normativo estadounidense, en México los bienes del subsuelo no son propiedad privada de la persona propietaria del terreno bajo el que se encuentran. Para extraer estos bienes, los particulares requieren de permisos: las concesiones de estos bienes bajo dominio nacional son entregadas por el gobierno federal, bajo el supuesto de servir a la utilidad pública.

Es de suma importancia tener en consideración estos puntos al analizar cuáles han sido los beneficios económicos de la actividad minera, los empleos generados, la integración de los bienes extraídos a cadenas productivas, los impuestos con que contribuye esta actividad al erario y, sobre todo, las afectaciones sociales y ambientales que genera. Estos son criterios para analizar si la concesión otorgada a un particular sirve a los intereses de los dueños originales de estos bienes: los miembros de la nación mexicana.

El artículo 27 tiene de origen, un marcado carácter extractivista. Tanto la Constitución, formulada hace más de un siglo, como la Ley Minera consideran que el simple hecho de extraer estos bienes del subsuelo sirve a la utilidad pública. Este marco normativo presiona al Estado mexicano a movilizarse para extraer estos bienes del subsuelo y colocarlos en el mercado. Con este fin, se apoya en terceros a quienes concede concesiones, asignaciones o contratos —estableciendo regímenes distintos para las actividades de extracción de hidrocarburos o de otros bienes minerales.

No existe en la Constitución ninguna opción que sostenga que la utilidad pública se puede servir impidiendo la explotación de estos bienes en distintas regiones del país. Para plasmar un cambio de esta naturaleza hace falta un cambio paradigmático con respecto a nuestra concepción sobre lo que significa desarrollo o bienestar. Nos encontramos aún muy lejos de tener esta discusión.

Otro punto importante sobre el artículo 27 es que otorga al gobierno mexicano la facultad de interpretar cuál es la mejor forma de servir la utilidad pública en la gestión de los bienes que pertenecen en dominio a la nación. Históricamente, esta determinación se ha dictado en forma autoritaria, las decisiones del Ejecutivo federal sobre la extracción de estos bienes no contemplan la participación de la ciudadanía. ¿Cuál es la lógica que rige, entonces, a la entrega de concesiones para llevar a cabo actividades de exploración, extracción y beneficio minero? Desde 1992 parece ser que la única lógica tras estas decisiones es maximizar la entrega de concesiones: no importa en dónde; no importa para qué tipo de actividad. Incluso, las estrategias en la materia plasmadas en los Planes Nacionales de Desarrollo de los pasados cuatro sexenios se encuentran orientadas meramente en torno a la maximización de las actividades mineras.

Reformas profundas de cara a la apertura comercial

La Ley Minera vigente fue promulgada el 26 de junio de 1992. Derogó la ley en la materia de 1975. La publicación de la ley de 1992 coincide con un acontecimiento histórico: la negociación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) por parte del gobierno presidido por Carlos Salinas de Gortari.

Uno de los cambios más importantes de la ley con respecto a la anterior fue permitir que capitales trasnacionales puedan beneficiarse con la entrega de concesiones para realizar actividades mineras. Bajo la ley de 1975 solo podían obtener concesiones ciudadanos mexicanos por nacimiento o personas morales integradas en más de 50% por capitales mexicanos. Bajo la ley de 1992, si bien se mantiene la restricción de entrega de concesiones a personas físicas extranjeras, se permite dar concesiones a empresas trasnacionales, siempre y cuando las soliciten a través de una filial registrada en México.

La promulgación de la nueva Ley Minera coincidió también con una reforma al artículo 27 constitucional que reiteró el carácter inalienable de la propiedad social de la tierra y canceló el mandato de reparto de tierras establecido en la reforma agraria. Con esta reforma se buscó facilitar a intereses privados, en especial los intereses de corporaciones transnacionales, el acceso al campo mexicano, donde se encuentran la mayor parte de los bienes naturales del país. Si tomamos en cuenta que, al día de hoy, 51.34% del territorio nacional se encuentra bajo propiedad social —en ejidos o bienes comunales—⁵ es fácil comprender por qué era prioritario generar canales para abrir este sector de cara a la negociación del tratado comercial trilateral.

De esta reforma constitucional se derivó una nueva Ley Agraria y se estableció también una nueva Ley de Aguas Nacionales. En conjunto, estas reformas buscaron adecuar las condiciones normativas de México al contexto que promovió el TLCAN y fueron parte central de las medidas que el gobierno mexicano concedió para su firma. Cabe subrayar que se procuró satisfacer las demandas de los representantes de la industria extractiva de los Estados Unidos y Canadá.

Además de facilitar el movimiento de capitales, garantizar la seguridad de las inversiones y reducir a cero los aranceles para el comercio de bienes minerales en bruto (en conjunto con una gama amplia de bienes provenientes de otros sectores), el TLCAN estableció, en sus capítulos 11, 19 y 20 la posibilidad de integrar un tribunal internacional *ad hoc* con el propósito de resolver controversias entre inversionistas y Estados parte. Al firmar y ratificar el TLCAN, México acordó someterse a las decisiones de estos tribunales, en caso de que una empresa o particular consideren que sus inversiones en México han sido afectadas, por poner un ejemplo, por la cancelación de una concesión minera.

En términos generales, el marco normativo minero que prevalece en México establece un

5 Morett-Sánchez, Juan Carlos y Cosío Ruíz, Celsa. 2017. "Panorama de los ejidos y comunidades agrarias en México", *Agricultura, sociedad y desarrollo*. 14(1), Texcoco.

régimen de libre mercado donde los concesionarios gozan de plenos derechos para realizar la explotación de los bienes del subsuelo mexicano al tiempo que la participación del Estado en actividades regulatorias se reduce al mínimo. Los marcos normativos agrario, de aguas, ambiental, laboral o de derechos humanos no están relacionados con la legislación extractiva. Esta falla ha conducido a graves omisiones por parte de la autoridad al momento de permitir la realización de actividades mineras.

Técnicas de explotación minera

La proliferación contemporánea de actividades mineras a nivel internacional responde al crecimiento de la demanda de materiales de construcción, insumos para la industria y minerales preciosos y al desarrollo de nuevas tecnologías mineras. Nuevas tecnologías de extracción y beneficio minero han hecho posible la explotación de yacimientos de baja ley.

Un proyecto minero consta de cuatro etapas: exploración, explotación, beneficio y cierre. La exploración es la primera de estas etapas. Consiste en identificar las zonas donde se pueden encontrar los yacimientos que serán explotados.

Es común que las empresas no pidan permiso para acceder a los terrenos, cuando llegan a realizar las negociaciones se basan en relaciones completamente asimétricas en las que las diferencias de poder e información entre las partes resultan abismales. En casos de oposición, la propia Ley Minera faculta a las empresas para establecer "ocupaciones temporales" o constituir servidumbres de paso. Solo en casos de extrema resistencia el Estado recurre a la figura de la expropiación. En la fase de explotación las concesionarias realizan cientos de perforaciones en el terreno, por medio de barrenos, para obtener muestras de la composición del suelo. Esta actividad implica la apertura de múltiples brechas y caminos, además de un daño evidente en el paisaje, afectando la orografía en pequeña escala.

La segunda etapa es la explotación. Cuando hablamos de yacimientos de alta o baja ley nos referimos a la concentración de partículas de aquella sustancia que se busca explotar con respecto al resto de las sustancias que se encuentran en el subsuelo. Entre las explotaciones mineras antiguas o tradicionales destacan las canteras —la explotación de minerales más antigua que se conoce— y la minería de socavón o subterránea, que se desarrolla realizando túneles, pozos y chimeneas. La minería subterránea de pequeña escala se da, comúnmente, en yacimientos de alta ley: esto es, yacimientos con una alta concentración de minerales explotables.

La minería subterránea en yacimientos de alta ley también deja afectaciones ambientales. A pesar de que no hay una alteración de gran escala de la orografía, esta actividad implica el uso y contaminación de grandes cantidades de agua, el desvío de cauces subterráneos y la remoción de la cobertura vegetal —para proporcionar insumos necesarios para la explotación.

Los materiales extraídos del subsuelo son beneficiados; es decir, se separan los materiales con valor en el mercado de aquellos que no lo tienen. Ésta es la tercera etapa de la actividad minera. El beneficio tradicional se realiza a partir del molido, lavado y decantación de materiales. Es poco común encontrar estas técnicas de beneficio actualmente, incluso en explotaciones tradicionales de pequeña escala. Algunas técnicas de beneficio hacen uso de sustancias como cianuro, mercurio, xantatos o sulfatos para realizar esta separación. El material residual es acumulado en tepetateras, donde queda expuesto a la erosión del viento y el agua, provocando derrames, infiltración de sustancias tóxicas, contaminación de suelos, mantos freáticos, acuíferos superficiales, cultivos y, consecuentemente, daño a la salud de las personas que viven en la zona, además del impacto de la flora y fauna locales.

La minería explota bienes no renovables y la disponibilidad de ciertos minerales es cada vez más limitada. La escasez de minerales ha empujado al desarrollo de “nuevas” tecnologías de ex-

plotación que aprovechan minerales presentes en bajas concentraciones en yacimientos de baja ley. Los tajos a cielo abierto son tan antiguos como las canteras de materiales de construcción. Desde el siglo XIX comenzaron a presentarse minas con estas características para la explotación de yacimientos de carbón a gran escala. Desde la década de 1970 esta técnica se ha implementado en la explotación de metales preciosos a raíz del desarrollo de la técnica de beneficio conocida como la lixiviación con cianuro, que permite extraer una mayor proporción de partículas de oro y plata del subsuelo. Es común que minas subterráneas de alta ley sean reabiertas mediante la minería a cielo abierto para explotar los yacimientos de baja ley, cuyo aprovechamiento con técnicas de minería de socavón ya no resulta rentable.

La explotación por tajo a cielo abierto implica la alteración de la orografía. Este tipo de extracción realiza un alto uso de energía e implica la remoción por dinamitación de grandes cantidades de tierra. Posteriormente, por medio de la inyección de grandes cantidades de agua, la extracción y lixiviación utilizando como solventes cianuro, mercurio, arsénico⁶, altamente tóxicos, se separa el mineral del resto de la roca (proceso de beneficio).

La última etapa de la minería es el cierre del proyecto. Para la legislación minera mexicana esta etapa no existe, por lo cual los concesionarios mineros no se encuentran obligados a realizarla⁷. Se deben minimizar las afectaciones futuras de los patios de beneficio, las tepetateras y demás instalaciones utilizadas a lo largo de la actividad minera. Esto implica la correcta disposición de materiales y sustancias tóxicas, las labores de remediación y, en su caso, compensación por los daños provocados. Cabe señalar que la afectación minera es tan profunda —incluso en explotaciones de alta ley a pequeña escala— que es imposible

6 Delgado-Ramos, Gian Carlo. Minando a México. Principios del siglo XXI. Despojo, saqueo y criminalización social. La Nación. Memoria 249. Diciembre 2010-enero 2011.

7 A menos de que lo especifiquen así en la manifestación de impacto ambiental aprobada que les permite realizar sus actividades. No obstante, incluso en estos casos, la responsabilidad ambiental derivada de este documento es limitada.

restaurar los ecosistemas a partir de las labores de cierre.

Afectaciones ambientales asociadas a actividades mineras en México

La explotación de minerales genera significativas transferencias de valor a las empresas del ramo, a costa del deterioro de los ecosistemas y la destrucción de las condiciones de reproducción de la vida. La minería, particularmente la realizada en tajos a cielo abierto, afecta drásticamente la capacidad de los territorios de proveer *servicios ecosistémicos* fundamentales para las sociedades. Estos servicios se definen como todos aquellos beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas⁸. Estos beneficios se asumen generalmente como dados; pocas políticas públicas o empresas privadas invierten en el mantenimiento, protección y restauración de los ecosistemas que les dan origen. La FAO estima que el valor de los servicios ecosistémicos globales asciende a 125 billones de dólares⁹. Este valor económico representa apenas una aproximación monetaria a la importancia que los servicios ecosistémicos tienen en la vida de las sociedades y para los ecosistemas mismos. En la gran mayoría de los casos no se establecen políticas públicas que inviertan recursos y esfuerzos significativos en su mantenimiento, restauración, protección y ordenamiento.

De manera general, las afectaciones ambientales de la minería implican: la remoción de la cobertura vegetal y la pérdida de la fauna que ahí habita; la destrucción del suelo y de la orografía local a partir de la excavación de cráteres de gran dimensión y la acumulación de grandes volúmenes de roca y materiales de desecho que contienen residuos tóxicos; la contaminación del aire a partir de partículas tóxicas que se desprenden

de la erosión de los sitios de excavación o disposición de residuos, y que son absorbidas por los suelos, plantas, animales y seres humanos, generando bioacumulación de metales pesados de alta toxicidad como el mercurio y el plomo, cuyos efectos neurotóxicos y médicos son ampliamente reconocidos a lo largo de las cadenas tróficas.

La minería genera presión sobre los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, ya que volúmenes importantes de agua son sustraídos de las cuencas y ecosistemas, disminuyendo su disponibilidad para el uso humano, las actividades agrícolas y los ecosistemas. Las operaciones mineras generan contaminación de las aguas superficiales cuando las sustancias tóxicas utilizadas como insumos de la operación o provenientes de los residuos de las mismas (entre ellas, cianuro, mercurio y ácido sulfúrico) se filtran a los caudales de agua. Adicionalmente, las partículas de polvo liberadas por la excavación limitan la penetración de luz en los cuerpos de agua perturbando la fotosíntesis de algas y plancton que son la base de las cadenas tróficas. Por último, estas actividades dañan los suelos y los acuíferos subterráneos cuando los desechos tóxicos son acarreados por el agua de lluvia y se infiltran en el suelo. Los ecosistemas también se ven afectados por el consumo de grandes cantidades de agua en los distintos procesos de la minería. Aunque en ocasiones el agua se recicla, parte de ella se pierde por evaporación e infiltración¹⁰. La provisión de agua potable es uno de los “servicios” ecosistémicos de mayor importancia que sufre afectaciones debido a la sobreexplotación de los mantos acuíferos y la contaminación de las fuentes de agua.

La minería de gran escala no solo afecta la disponibilidad del agua, si no también la calidad de la misma. La extracción del material rocoso provoca la liberación de partículas al aire, las que al tener contacto con el agua se sedimentan y son arrastradas por escorrentía a los cuerpos de agua que se encuentran en los alrededores de la mina,

8 Camacho, Valdéz V. y Ruiz, Luna A. 2012. Marco Conceptual y Clasificación de los Servicios Ecosistémicos. *Revista Bio-Ciencias*. 1(4): 3-15.

9 FAO. 2014. www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/.

10 Monestel-Herrera, Héctor et al. 2009. Informe especial minería química a cielo abierto: el caso de Las Crucitas. Universidad de Costa Rica. Consejo Universitario.

alterando los ecosistemas acuáticos, con lo que los organismos que ahí habitan se ven seriamente afectados, incluso causando su muerte. De acuerdo con Guzmán¹¹, en 2016 en México otorgó 397 mil 593 títulos que amparan concesiones de extracción de aguas superficiales y subterráneas por casi 266,695 millones de metros cúbicos de agua. Para 2014, según este autor, el volumen de agua utilizado en la minería alcanzó 436,643,288 m³ anuales de agua, volumen que permitiría satisfacer el derecho humano al agua de casi 12 millones de personas durante un año (tabla 1).¹²

La minería es la actividad económica que más residuos sólidos genera en México. En 2014 la explotación y beneficio del oro, plata, cobre, plomo y zinc produjo 10,748,130,722 toneladas de residuos¹³. En la tabla 2 se muestra el total de desechos por tipo de mineral.

Los compuestos químicos utilizados para la extracción de metales son, por lo general, muy estables y se difunden con gran facilidad en el suelo circundante; es el caso de los compuestos que contienen cianuro. El cianuro es un anión monovalente que se enlaza con gran facilidad de forma covalente con cationes de metales de transición como son: hierro, níquel, cobre, cobalto y metales preciosos; ésta es la razón por la que su uso es muy frecuente en las actividades de beneficio. Una vez instalados los aniones de cianuro en el suelo pueden formar distintos compuestos químicos a partir de las reacciones químicas con otros compuestos que forman parte de la matriz del suelo¹⁴. Los microorganismos que habitan en el suelo suelen absorberlos, no pueden transformar todos los compuestos cianurados, los cuales posteriormente penetran el suelo por efecto de lixiviación hasta alcanzar aguas subterráneas

Tabla 1. Distribución de volumen de agua concesionada a la minería en México por entidad federativa

Entidad federativa	Títulos	Volumen extraído (m ³ /año)
Sonora	202	107,867,891
Zacatecas	98	55,781,044
Michoacán	9	44,387,033
Chihuahua	79	34,249,726
Coahuila	76	32,533,757
Durango	29	32,187,060
Veracruz	39	22,899,914
Nuevo León	102	22,124,726
Colima	25	12,019,243
San Luis Potosí	56	10,098,207
Guerrero	23	8,703,901
Hidalgo	31	8,374,907
Tamaulipas	14	8,163,501
Guanajuato	31	6,272,758
Puebla	22	6,233,448
Tabasco	8	4,454,014
México	29	3,439,602
Jalisco	36	2,775,879
Baja California	5	2,484,759
Quintana Roo	17	1,644,169
Baja California Sur	6	1,619,199
Sinaloa	8	1,481,614
Oaxaca	6	1,291,895
Yucatán	39	1,208,704
Tlaxcala	7	950,697
Morelos	5	904,858
Querétaro	5	781,080
Nayarit	6	589,740
Ciudad de México	5	474,119
Chiapas	10	388,060
Campeche	7	215,648
Aguascalientes	1	42,136
Total general	1,036	436,643,289

Fuente: Guzmán-López, F. 2016.

11 Guzmán-López, F. 2016. *Megaminería a cielo abierto en Zacatecas bajo el capital global, 1982-2014*. Unidad Académica en Estudios del desarrollo. Universidad Autónoma de Zacatecas.

12 Op. cit.

13 Op. cit.

14 Victoria-Tafoya. 2018. Comunicación personal.

Tabla 2. Residuos sólidos generados por la minería metálica en México, 2014.

Mineral	Volumen de producción	Toneladas de desecho sólido por volumen de mineral extraído	Total de desechos sólidos (toneladas)
Oro	117,771 kg	Cuatro toneladas de desecho sólido por gramo de oro	471,084,000
Plata	5,765,662 kg	Una tonelada de desecho sólido por 29 gramos de plata	198,815,931
Cobre	515,025 ton	Una tonelada de desecho sólido por 52 gramos de cobre	9,904,326,923
Plomo	250,462 ton	Una tonelada de desecho sólido por 3.2 kilogramos de plomo	78,269,375
Zinc	659,878 ton	Una tonelada de desecho sólido por 6.9 kilogramos de zinc	95,634,493
Total			10,748,130,722

Fuente: Guzmán-López F., con base en Machado, Svampa, Viale, Giraud, Wagner, Antonelli, Giarracca y Teubal (2011); Garibay, Boni, Panico y Urquijo (2014), Peñoles (2014) y Secretaría de Economía (2014b).

contaminándolas. El tiocianato es el producto principal que el cuerpo humano forma a partir de cianuro. Aunque los tiocianatos son menos perjudiciales que el cianuro, se sabe que afectan la glándula tiroides, reduciendo su habilidad para producir las hormonas necesarias para el funcionamiento adecuado del cuerpo¹⁵. En el proceso del beneficio se utilizan metales pesados como el plomo y el mercurio, que tienen capacidad de bioacumularse y se encuentran asociados a severas alteraciones del neurodesarrollo de los seres humanos.

Adicionalmente, las afectaciones ambientales de la minería son particularmente graves en un país megadiverso como México. Con el propósito de proteger la importante biodiversidad del país, el gobierno federal, los gobiernos estatales y municipales, además de grupos privados y comunitarios han establecido zonas dedicadas a la conservación a lo largo del territorio nacional. En años recientes, los planes de establecimiento de proyectos mineros han impedido el decreto de ANP en zonas designadas como de alta importancia para la conservación por la Conabio. Éste es

15 Monestel-Herrera, Héctor. 2009. *Informe especial de minería química a cielo abierto: el caso de Las Crucitas*. Universidad de Costa Rica. Consejo Universitario.

el caso del proyecto de la Reserva de la Biosfera del Semidesierto, localizada en el estado de Zacatecas, que impulsaron la Semarnat y la Conanp. Este proyecto enfrentó la oposición contundente de las empresas: Minera Peñasquito, Grupo Frisco, Peñoles, Grupo México y la propia Camimex. Con el proyecto de ANP se buscaba la protección de 21 millones 577 mil hectáreas¹⁶ con presencia de una alta diversidad biológica y riqueza de especies endémicas.

A la fecha, la superficie de las 114 áreas naturales terrestres protegidas por el gobierno federal asciende a 21 millones de hectáreas, sin embargo en 63 de estas áreas no solo se han otorgado concesiones mineras, sino que la propia Conanp ha promovido planes de manejo en los que se consideran zonas dedicadas a la minería. En algunas ANP como: Rayón, en Michoacán; Sierra la Mojonera, en San Luis Potosí; El Chico y Los Mármoles, en Hidalgo; más del 50% de la superficie de estas áreas coincide con concesiones mineras¹⁷. Cabe señalar que ni la Ley Minera vigente, ni tampoco

16 García-Zamora en Valadez, A. 2017. *Buscan mineras boicotear decreto de área protegida en Zacatecas*. La Jornada.

17 Merino, L. 2018. *La Semarnat que dejan Peña, Pacchiano y el PVEM*. Aristegui Noticias. Disponible en: <https://aristeguinoticias.com/1708/mexico/la-semarnat-que-dejan-pena-pacchiano-y-el-pvem-articulo/>.

la LGEEPA, ni la Ley de Biodiversidad impiden la entrega de concesiones mineras en ANP.

Por último, la minería a cielo abierto altera irreversiblemente el clima local, al transformar la orografía y remover la cobertura arbórea, causando daños adicionales a los sistemas hídricos y, en general, pérdida de calidad ambiental de las regiones vecinas a las minas.

A pesar de las múltiples declaraciones por parte de representantes de la industria minera o de la Subsecretaría de Minería de la Secretaría de Economía en favor de una *minería responsable* o incluso de la *minería sostenible*, la minería a gran escala es, por definición, irreconciliable con la conservación de la biodiversidad y la conservación de las cuencas hidrológicas. Sus afectaciones ambientales son irreversibles, alterando drásticamente la funcionalidad de los ecosistemas.

Afectaciones sociales asociadas a actividades mineras en México

Generalmente, este tipo de proyectos se instalan en comunidades indígenas y campesinas cuyos pobladores se dedican a la agricultura, ganadería de pequeña escala, pesca, aprovechamiento forestal y turismo comunitarios. En la mayoría de los casos las empresas mineras recurren al uso selectivo del *gasto social corporativo* con el propósito de comprar la voluntad de algunos integrantes de las comunidades. Es muy frecuente y preocupante que estas empresas favorecen la división y los conflictos comunitarios, evitando una oposición de la comunidad unificada¹⁸.

En distintos casos donde se han asentado estos proyectos se observan cambios en los derechos de propiedad sobre la tierra. Las familias pierden sus actividades económicas e incluso llegan a ser desplazadas de sus pueblos y hogares. Son reubicados en casas pequeñas de interés social en donde su modo de vida cambia por completo, su entor-

no es drásticamente alterado y pierden las tierras de cultivo o de pastoreo.

A partir de la ruptura de las actividades económicas propias se genera fuerte dependencia de las empresas mineras. Muchas de las familias de las comunidades afectadas se orientan a la prestación de servicios de hospedaje, venta de alimentos o abarrotes. La clausura de las minas provoca el colapso de las economías locales, es común que conduzca a la migración.

La mayor parte de los trabajadores involucrados directamente en las actividades mineras realizan tareas altamente tecnificadas y cuentan con perfiles de alta calificación y provienen de centros urbanos. Pocos empleos en los complejos mineros son ocupados por los residentes locales, quienes por lo general son contratados por periodos cortos para labores de transporte, construcción, limpieza y vigilancia, recibiendo bajas remuneraciones¹⁹.

Muy a menudo la actividad de las empresas mineras suele ser causa de conflictos sociales. En 2014 la Comisión Interamericana de los Derechos Humanos reportó que la mayoría de las demandas latinoamericanas que recibió en ese año se presentaron contra empresas mineras que generaron contaminación y sobreexplotación de cuerpos de agua, enfermedades e incumplimiento de promesas de pago de renta por el uso de terrenos. Estas afectaciones han desencadenado respuestas por parte de ambientalistas²⁰, organizaciones de derechos humanos, comunidades indígenas y campesinas ante la alteración profunda de los territorios y la pérdida de capacidad de las comunidades de reproducir su vida cotidiana y sus culturas e incluso el desplazamiento forzado —no inmediato— de sus habitantes. Entre los pueblos y las empresas mineras existe una profunda asimetría, las autoridades suelen respaldar a las empresas, a quienes promueven como “inversionistas” y

18 Colectivo Oaxaqueño en Defensa de los Territorios, Oaxaca. 2012. *Informe de la Misión Civil de Observación: Justicia para San José del Progreso*.

19 García Zamora, Rodolfo. et al. 2015. El extractivismo de la gran minería como economía de la muerte. El caso de Zatecas, México. Coloquio: 30 años de la AMEP, 30 años de la economía mexicana (Coloquio 30-30).

20 CIDH. 2014. *El impacto de la minería canadiense en América Latina y la responsabilidad de Canadá. Resumen Ejecutivo del Informe*.

“promotoras del desarrollo”. En no pocos casos se reprime la protesta social, tanto por parte de los cuerpos policiales como de grupos de choque criminales que actúan con gran impunidad.

Las comunidades afectadas o potencialmente afectadas por la minería se movilizan en respuesta a: a) La imposición del proyecto en cuestión en contra de su consentimiento; b) el incumplimiento de promesas de empleo o compensación a partir de la renta por el uso del terreno; c) la pérdida de bienes naturales, fundamentalmente el acceso al agua, y la capacidad de reproducir actividades económicas propias; d) violaciones graves a derechos económicos, sociales, culturales y ambientales; e) promoción de estrategias de división comunitaria, y f) uso de la violencia para acallar el descontento social.

Para fines de 2018 había 102 conflictos entre comunidades y empresas mineras en el país²¹. Entre los casos emblemáticos de estos conflictos están: la operación de Minera San Xavier en Cerro de San Pedro, San Luis Potosí; los derrames en Buenavista del Cobre (filial de Grupo México) en Cananea, Sonora, y en el Oro, en Durango.

El caso del municipio Cerro de San Pedro, en San Luis Potosí, es conocido por la movilización social que se generó en rechazo al proyecto de Minera San Xavier, filial de la empresa canadiense New Gold Inc. Los trabajos de exploración comenzaron en 1995 y con ellos, la incertidumbre de los pobladores ante lo que implicaba un proyecto de gran magnitud. Las confrontaciones abiertas comenzaron en 1998, a raíz del presunto suicidio del presidente municipal de Cerro de San Pedro²², quien días atrás había declarado su rechazo a la minera. Años más tarde, en 2003, se creó el Frente Amplio Opositor a Minera San Xavier (FAOMSX)²³, integrado por aproximadamente treinta grupos ambientalistas, grupos culturales, partidos políticos y la iglesia católica.

21 Pérez Jiménez, Sol. 2014. *Territorialidades contenciosas en México: el caso de la minería*. UNAM. Morelia. Tesis.

22 Reygadas, P. y Reyna, O. 2008. *La batalla por San Luis: ¿el agua o el oro? La disputa argumentativa contra la Minera San Xavier*. El Colegio de México. 23. No. 2 (68), p. 38.

23 Reygadas, P. y Reyna, O. 2008. Op cit.

Los pobladores de Cerro de San Pedro formaron el Patronato en Defensa del Patrimonio Histórico y Cultural del Cerro de San Pedro, buscando preservar los templos coloniales de la zona, que datan del siglo XVII. Posteriormente, debido a la preocupación por las implicaciones ambientales de la mina²⁴ se realizaron investigaciones cuyos resultados demostraron los daños que causaría. El gobierno estatal y la empresa hicieron caso omiso de estos señalamientos. Las resoluciones jurídicas en favor de la comunidad y del FAOMSX fueron ignoradas por la empresa y el gobierno a pesar de que se ha comprobado la violación de leyes estatales y federales por parte de New Gold²⁵.

En el año 2014 se registraron dos derrames de cianuro de sodio. El primero ocurrió sobre la carretera que comunica a Cerro de San Pedro, en el tramo en donde se encuentran los patios de lixiviado de la empresa. En verano, a causa de las lluvias, se ocasionó otro derrame en el mismo lugar. La empresa intentó ocultar el accidente.

La comunidad de La Zapatilla, desplazada y reubicada por la empresa, reclamó protección y cuidado frente a los derrames. La empresa simuló llevar a cabo análisis del agua contaminada, pero continuó descuidando las presas de jales. A pesar de la gravedad del daño, la Profepa no realizó acción alguna.

Desde 2017, ante el cierre inminente de la mina, Minera San Xavier ha liquidado a 117 trabajadores. El presidente municipal indicó que se están buscando recursos para proyectos productivos en la zona, ya que 500 personas de la comunidad dependen del trabajo en la mina²⁶. Dirigentes de la organización civil Pro San Luis Ecológico comentan que a pesar de las promesas

24 Observatorio de Conflictos Minero de América Latina. 2012. *Cómo la Minera San Xavier destruyó el Cerro de San Pedro en San Luis Potosí*. Disponible en: www.ocmal.org/como-la-minera-san-xavier-destruyo-el-cerro-de-san-pedro-en-san-luis-potosi/.

25 Vargas-Hernández, J. 2009. Cooperación y conflicto entre empresas, comunidades, nuevos movimientos sociales y el papel del gobierno. El caso de Cerro de San Pedro. *Revista de Historia Regional y Local*. 1(2): 86-135.

26 Global Media. 2017. Cierre de MSX golpea a Cerro de San Pedro, disponible en: <https://globalmedia.mx/articles/Cierre-de-MSX-golpea-a-Cerro-de-San-Pedro>.

que se hicieron durante la gestión del presidente Vicente Fox, en el sentido de que el estado de San Luis Potosí, con la instalación de la mina, potenciaría su desarrollo; no solo esto no ha sucedido, sino que ésta no generó ningún beneficio social y la destrucción ambiental ha sido grave. El caso de Cerro de San Pedro constituye un referente central sobre las afectaciones de la minería, las respuestas sociales y la actuación omisa de las autoridades responsables.

Otro caso con grave impacto ambiental y social es el derrame de sustancias tóxicas en Cananea, Sonora, ocurrido el 6 de agosto de 2014. La empresa responsable es Buenavista del Cobre, filial de la compañía *Southern Copper Corporation* de Grupo México, propiedad de Germán Larrea²⁷. La presa de jales, donde por actividades de beneficio se depositó agua mezclada con sulfato de cobre, aún se encontraba en construcción y no cumplía las especificaciones de la NOM-159-Semarnat-2011. Sin embargo, de acuerdo con Grupo México, las fuertes lluvias provocaron el derrame. La veracidad de las causas del derrame tras esta declaración ha sido puesta en entredicho por organizaciones de la sociedad civil.

Se derramaron 40 mil metros cúbicos de sulfato de cobre al río Sonora, poniendo en riesgo a más de 24 mil personas y todo un ecosistema²⁸. Según una nota del periódico *Excelsior*, en agosto de 2016, a dos años de este incidente, entre los ejidos de Molino de Camou y Jacinto López, en las márgenes del río, se encontraban cientos de cadáveres de tilapias, ya que la concentración de metales pesados supera por 14 veces los límites máximos permisibles establecidos por la NOM-127.

Los daños a la salud de las comunidades son también evidentes. Según datos proporcionados por el responsable de la Unidad de Vigilancia Epidemiológica y Ambiental (UVEAS) de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanita-

rios (Cofepris), a tres años del derrame, estudios de sangre y orina han confirmado la presencia de sustancias tóxicas, producto del derrame, en 381 personas. Los pobladores continúan consumiendo agua con altos niveles de plomo, arsénico y hierro²⁹.

Tras el derrame, Germán Larrea, destinó 2 mil millones de pesos a un Fondo de Reparación Ambiental con el que se construirían 37 plantas potabilizadoras, tres represas, la clínica de la UVEAS y se limpiarían los sedimentos del derrame. La UVEAS señaló que, a pesar de que se haberse gastado más de la mitad de los recursos del fondo, ninguno de los compromisos se ha cumplido³⁰.

En el municipio del Oro, en Durango, opera el proyecto Magistral, mina de tajo a cielo abierto, que abarca 13,150 ha. En esta mina, en 2014, durante la temporada de lluvia, ocurrió un derrame de aproximadamente 2 mil metros cúbicos de agua con cianuro en el arroyo La Cruz, afluente del río Magistral. Esta mina, como la de Cananea, tampoco cumplía con los requisitos establecidos por la NOM-159-Semarnat-2011 ya que las presas de jales no contaban con la geomembrana correspondiente para que el agua cianurada no entrara contacto directo con el suelo.

En estos tres casos las empresas mencionan haber cumplido con las obligaciones derivadas de los daños ocasionados. El pago de las multas que establece la Ley de Responsabilidad Ambiental es irrisorio frente a los graves daños a la salud pública y de destrucción de ecosistemas y recursos fundamentales; algunos de los daños provocados a los ecosistemas son irreversibles.

Otros ejemplos de derrames asociados a la minería son los casos de Santa Ana en 2010; Bocoyna, en Chihuahua, 2013; Ferromex, en Sonora, 2014, y el más reciente en 2018, en Minera Río Tinto, en Chihuahua, en el cual además de los daños ambientales murieron 2 trabajadores y varios más fueron hospitalizados. Esto llevaría a pensar

27 Tetreault, D. 2015. El peor desastre ambiental de la industria minera. En: *Megaminería, extractivismo y desarrollo económico en América Latina en el siglo XXI*. (pp.57-64). México, Miguel Ángel Porrúa.

28 Op cit, 2015.

29 Gómez, C. 2017. Suman 381 personas intoxicadas por derrame de minera en Sonora. Agosto 8, 2017. *La Jornada en Línea*, www.jornada.unam.mx/2017/07/02/estados/018n1est.

30 Op cit, 2017.

que los derrames de sustancias altamente tóxicas son más comunes en la operación de las mineras de lo que estas empresas están dispuestas a aceptar. Estos riesgos y sus graves impactos en la salud pública hacen necesario un monitoreo independiente y constante de estas operaciones y una acción de mucho mayor responsabilidad por parte de las autoridades.

Propuestas de política pública y reforma normativa para atender los problemas asociados a la industria minera

Los apartados anteriores nos permiten establecer dos argumentos importantes:

Las actividades de minería metálica no representan, para México, un sector económico estratégico. La exploración, extracción y beneficio de minerales representa poco menos del 1% del PIB. En términos de empleo, estas actividades apenas alcanzan el 0.21% de la población económicamente activa. Las actividades mineras se sostienen en un modelo de explotación de bienes no renovables —insostenible, por definición— que se encuentra asociada a profundas e irreversibles afectaciones ambientales y sociales, así como al aumento de la conflictividad social.

Es imprescindible que los poderes Ejecutivo y Legislativo federales velen por la seguridad, salud e integridad de las y los mexicanos afectados o potencialmente afectados por actividades mineras; que garanticen que los habitantes de los múltiples territorios de México puedan decidir sobre su propio desarrollo, libres de la amenaza de grandes intereses empresariales extractivos mineros. Para lograr esto, el Estado mexicano debe promover y defender los siguientes puntos.

Establecer una moratoria a la entrega de concesiones mineras

De las 25,703 concesiones mineras entregadas en México, aproximadamente 13% tiene actividad de

exploración avanzada o de extracción, cubriendo un área equivalente al 11.36% del territorio mexicano³¹. La Secretaría de Economía del gobierno de Enrique Peña Nieto promocionó al exterior que aún existe un 70% del territorio sin explorar (figuras 4 y 5).³²

Esas concesiones mineras han sido entregadas sin el conocimiento y el consentimiento previo de las poblaciones que habitan estos territorios. Contrario a la opinión de la Secretaría de Economía, consideramos que no hace falta entregar más concesiones mineras; es sumamente importante que el gobierno federal establezca una moratoria a la entrega de nuevas concesiones, en tanto se lleva a cabo una revisión profunda de la política minera de este país y su marco normativo.

Revisar legalidad de concesiones vigentes

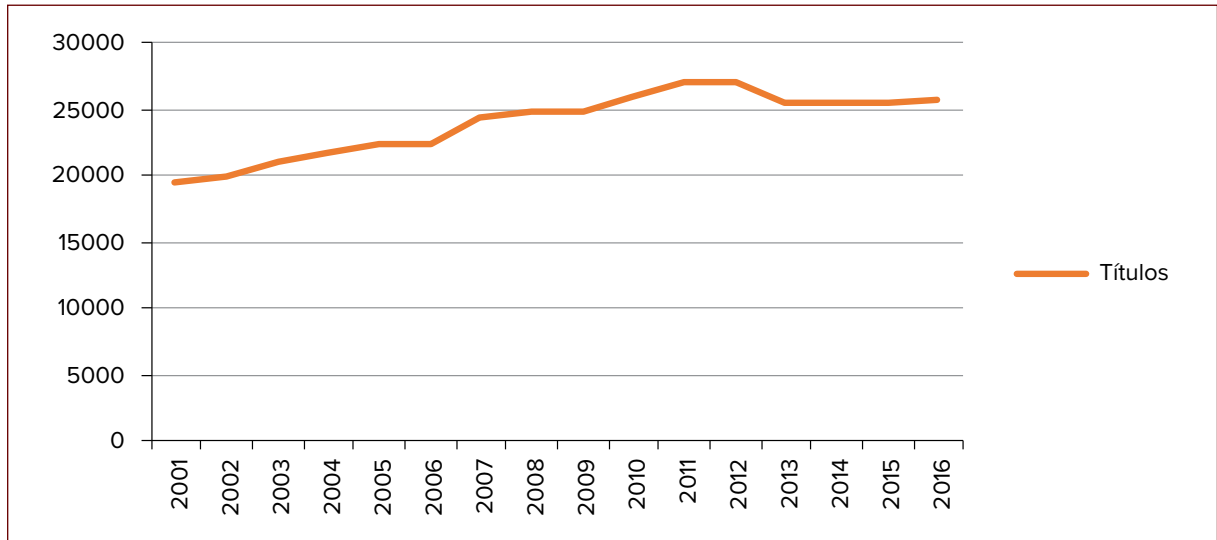
De acuerdo con la Auditoría Superior de la Federación, entre 2011 y 2015 la Secretaría de Economía realizó solo 4,395 visitas de inspección a terrenos amparados por una concesión minera³³, con el propósito de verificar el cumplimiento de las obligaciones de los concesionarios. Estas visitas representan tan solo una muestra del 5.1% del universo de concesiones otorgadas a lo largo de cinco años. La ausencia de visitas de inspección establece un ambiente de baja rendición de cuentas por parte de los concesionarios de los bienes minerales del subsuelo. En consecuencia, es sumamente importante que, como medida complementaria a la moratoria en la entrega de concesiones nuevas, el gobierno federal lleve a cabo un análisis del cumplimiento de las obligaciones de los concesionarios mineros, con el propósito de

31 Cálculo propio con base en datos del *Cuarto Informe de Labores de la Secretaría de Economía*, Secretaría de Economía, México, 2016.

32 "La minería es una industria comprometida con las comunidades y el medio ambiente", Secretaría de Economía, disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/324246/La_Mineria.pdf, 9 de mayo de 2018, p. 4.

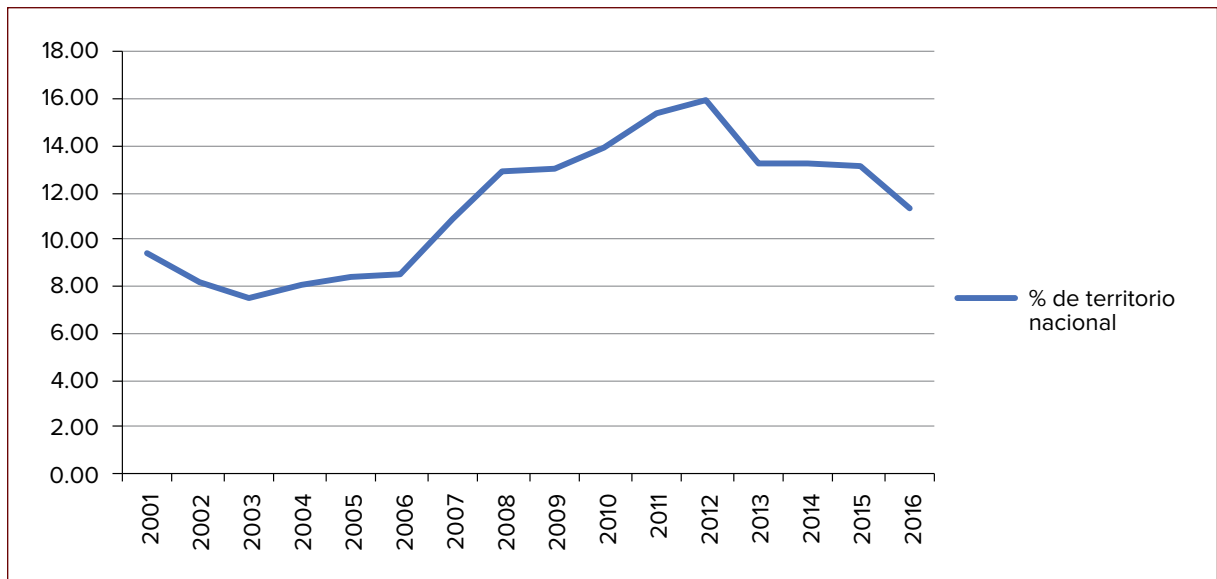
33 ASF. 2016. *Informe del resultado de la fiscalización superior de la cuenta pública 2015*. Grupo funcional desarrollo económico. Secretaría de Economía, Política Pública de Minería. Auditoría estudio: 15-0-10100-13-1579-DE, 18 de julio de 2016.

Figura 4. Número de concesiones mineras vigentes en México.



Fuente: elaboración propia con base en Informes de Labores de la Secretaría de Economía, México, 2013-2017.

Figura 5. Porcentaje de territorio mexicano concesionado.



Fuente: elaboración propia con base en Informes de Labores de la Secretaría de Economía, 2013-2017

cancelar o anular aquellas concesiones que se encuentren en falta. A la luz de lo dispuesto en el artículo 6 del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo³⁴, la totalidad de las

34 Convenio 169, OIT, artículo 6.

concesiones entregadas en territorios de pueblos indígenas o equiparables se encuentran en abierta violación del derecho a la consulta. Dado que, por el principio *pro persona*, establecido en el artículo 1 de la Constitución, las normas plasmadas en el Convenio 169 gozan de rango constitucional,

la validez de la entrega de estas concesiones debe revisarse con esta disposición como marco de análisis.

Establecer condiciones para un debate público sobre las actividades mineras en México

Al día de hoy no se ha presentado en México la conformación de un espacio de debate y diálogo donde representantes de todos los sectores involucrados o afectados por las actividades mineras en México puedan llevar a cabo una evaluación de los presuntos beneficios o perjuicios de la industria. Corresponde al gobierno federal la prerrogativa de hacer una invitación a industriales nacionales y extranjeros, a comunidades afectadas o potencialmente afectadas por estas actividades, a trabajadores, a funcionarios públicos (encargados de la regulación, fomento, recaudación, protección del medio ambiente y de los derechos humanos), académicos y representantes de organizaciones de la sociedad civil. De estos debates se espera que el gobierno federal recoja información pertinente para revisar a fondo la política minera, así como el marco normativo que rige a estas actividades.

Reformar la Ley Minera³⁵

La Ley Minera promulgada en 1992 representa el principal obstáculo para transitar a un nuevo modelo de desarrollo que defienda los intereses de la nación mexicana, particularmente los de los habitantes de los territorios afectados o potencialmente afectados por estas actividades extractivas. Como se mencionó anteriormente, el enfoque que caracteriza esta ley privilegia los intereses de los concesionarios mineros por encima de cualquier otro interés que obstaculice el de-

35 Ley Minera, Congreso de la Unión, última reforma: 11 de agosto de 2014.

sarrollo de esta actividad. La ley parece omitir la existencia de otros marcos normativos que tratan temas como son los derechos civiles, políticos, económicos sociales, culturales y ambientales; la protección del medio ambiente, derecho agrario o derecho laboral. El primer paso para atender el problema de la minería en México es derogar la Ley Minera vigente y expedir una nueva Ley Minera. A continuación se desglosan algunos de los puntos que esta reforma debe contemplar.

Reformar el artículo 6 de la Ley Minera³⁶

Las actividades mineras no deben ser consideradas como actividades de utilidad pública o preferentes sobre cualquier otro uso u aprovechamiento del terreno. Por lo mismo, se debe reformar el primer párrafo del artículo 6 para retirar estas menciones.

El carácter de utilidad pública que le otorga la ley vigente a esta actividad facilita a los concesionarios el acceso a terrenos que pertenecen, por propiedad privada o social, a terceros, para la realización de actividades de exploración, extracción o beneficio minero. La utilidad pública puede justificar, a la luz de la Ley de Expropiación, la enajenación de los terrenos pertenecientes a terceros en favor del concesionario minero.

Por otra parte, establecer en la ley que estas actividades son preferentes sobre cualquier otro uso u aprovechamiento del terreno es violatorio tanto de los derechos de propiedad privada y social, a la luz de la Constitución y la Ley Agraria, como de derechos económicos, sociales, culturales y ambientales plasmados en la misma Constitución, el Principio 10 de la Declaración de Río de Janeiro, el Convenio 169 de la OIT, la Declaración de las Naciones Unidas sobre Derechos de los Pueblos Indígenas, entre otras normas o declaraciones de principios. No le compete a una ley secundaria como la Ley Minera dotar derechos a concesionarios de un bien de dominio público, atropellando directamente los derechos de miles de ciudadanos a decidir sobre su propiedad, actividades económicas, futuro, derechos, salud, bienestar y vida.

36 Ley Minera, op cit, artículo 6.

Revisar el régimen de concesiones³⁷

A partir de una reforma a la Ley Minera que tuvo lugar en 2005 se decidió fusionar las concesiones de exploración y las concesiones de explotación minera en una sola concesión que otorga permisos al titular para realizar, precisamente, actividades de exploración, explotación y beneficio. Esta concesión se otorga por un periodo de 50 años, con la posibilidad de solicitar una prórroga —que suele otorgarse de oficio por parte de la Secretaría de Economía— para 50 años más.

Los requisitos para solicitar una concesión son mínimos. Para personas físicas se requiere ser ciudadano mexicano. Para las personas morales se requiere ser una empresa registrada en México —independientemente del origen de los capitales que la componen—, cuyo objeto social sea la exploración o explotación de minerales del subsuelo. Contemplan el pago de un derecho que se encuentra en un rango entre \$590 y \$183,000 pesos, correspondientes a la extensión de la concesión solicitada³⁸.

Por último, la Ley Minera establece que la totalidad del territorio nacional y las aguas territoriales pueden ser consideradas como “terreno libre”. La condición de “terreno libre” indica que la Secretaría de Economía puede otorgar una concesión sobre el mismo —a solicitud de particular—, una asignación —a solicitud del Servicio Geológico Mexicano— o establecer una reserva minera. La categoría de “terreno libre” desconoce la propiedad de los terrenos a ser concesionados, la existencia de áreas naturales protegidas u otras áreas de conservación, la existencia de núcleos poblacionales, la presencia de pueblos indígenas o equiparables o la importancia productiva, hídrica, patrimonial o ecológica de cualquier terreno. La Ley Minera es un marco legal que no se comunica con otros marcos normativos al momento de imponer su actividad. Esto es preocupante en tanto que las concesiones mineras duran 50 o 100 años; otorgan utilidad pública y preferencia a las

actividades mineras a desarrollarse sobre terrenos con otra vocación; son difíciles de cancelar o anular; y se encuentran ligadas a actividades con profundas afectaciones sociales y ambientales (figura 6).

Es sumamente importante que se vuelvan a establecer permisos diferenciados para actividades de exploración y explotación (extracción y beneficio). La duración de las concesiones debe ser diferenciada; también la extensión territorial que abarcan, los requisitos para solicitarla, las obligaciones que generan y los derechos que se deben pagar.

Para ambos casos, la duración de las concesiones debe reducirse sustantivamente. Un plazo de 12 años es más que suficiente para la realización de actividades de exploración del subsuelo. La prórroga de este plazo no debe ser automática. Debe responder al cumplimiento de una serie de criterios muy estrictos correspondientes al desarrollo de actividades por parte del titular en el territorio concesionado, particularmente el respeto de normas de la propia Ley Minera, fiscales, ambientales, laborales y de derechos humanos.

Entre los prerrequisitos³⁹ que debe cumplir el solicitante de una concesión de exploración o explotación están: la aprobación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la aprobación de una Manifestación de Impacto Social (MIS) y la obtención del consentimiento previo, libre, informado y culturalmente adecuado de las comunidades de pueblos originarios o equiparables para el desarrollo del proyecto. Actualmente, no existe la figura de Evaluación de Impacto Social para la realización de actividades mineras, no obstante, esta figura fue incorporada en 2014 por la Ley de Hidrocarburos y la Ley de la Industria Eléctrica. Omitiendo algunos problemas asociados al conflicto de interés que se presentan en la aplicación de este procedimiento en estos marcos normativos —dado que la instancia promotora de estas actividades es la misma instancia que se encarga

37 Ley Minera, op cit, Capítulo Segundo.

38 Ley Federal de Derechos. Congreso de la Unión, última reforma: 7 de diciembre de 2016, artículo 63.

39 Extendemos un reconocimiento a Jorge Peláez Padilla por su colaboración en la elaboración de esta propuesta.

Figura 6. Concesiones mineras vigentes en México.



Fuente: Sistema Integral de Administración Minera, Secretaría de Economía, 16 de agosto de 2018.

de evaluar los impactos sociales—, se podría incorporar esta figura al marco normativo minero.

Una vez aprobadas la MIA y la MIS y obtenido el consentimiento de las comunidades potencialmente afectadas, podrá el solicitante comenzar los trámites para la obtención de alguna concesión de exploración o explotación. Convendría establecer, como prerrequisito, que el solicitante cuente con un historial de trabajo minero libre de violaciones en materia ambiental, laboral o de derechos humanos, tanto nacional como internacionalmente.

Como prerrequisito para la entrega de una concesión de explotación, el solicitante debe presentar un anteproyecto donde, con base en consideraciones técnicas, de respeto al medio ambiente, derechos laborales y derechos humanos, establezca el volumen a extraer y beneficiar, los métodos a emplear, las posibles afectaciones que la actividad generará, las tareas de remediación, compensación, restauración y cierre del proyecto,

así como el tiempo requerido para llevar a cabo cada una de estas actividades. La duración de estas concesiones quedará estrictamente acotada a lo establecido en el anteproyecto. El incumplimiento de lo dispuesto en el anteproyecto generará responsabilidad para los concesionarios, con la posibilidad de conducir a la cancelación del proyecto, la imposición de una sanción o multa por faltas administrativas e incluso, generará responsabilidad penal en casos graves de violación de normativa ambiental, de derechos humanos o derechos laborales.

Debe precisarse con mayor claridad cuáles son los terrenos en el país que se consideran “terrenos libres”. Parecería una obviedad, pero es necesario que las ANP y otras superficies de conservación sean declaradas automáticamente como reservas mineras, impidiendo que se entreguen concesiones o asignaciones mineras en estos territorios. Las aguas territoriales y de la zona económica exclusiva también deberían ser consideradas como

reservas mineras automáticamente. Otros sitios estratégicos de importancia ecológica, hídrica, cultural, patrimonial, poblacional o productiva también deben ser considerados como reserva minera. Para definir cuales son estos sitios se debe abrir una discusión más profunda y pormenorizada.

En materia de derechos de los concesionarios, deben restringirse sustantivamente las facultades de estos titulares para transferir a otros particulares sus propias concesiones. También se deben restringir sus facultades para dividir o unificar estos títulos. Existe un lucrativo mercado de concesiones no regulado por el gobierno federal –el cual, a través de la Secretaría de Economía, se limita a registrar los cambios en la titularidad de las concesiones. El gobierno mexicano no debe permitir que se lucre a partir de la especulación con los bienes que pertenecen en dominio a la nación mexicana. Tampoco se debe permitir la transferencia libre de concesiones sin que la autoridad sea partícipe de esta decisión.

Fortalecer los derechos a la participación de la ciudadanía y a la autonomía y libre determinación de los pueblos indígenas y equiparables

Una de las principales causas de la proliferación de conflictos socioambientales frente al desarrollo de actividades mineras en México es la imposición de los mismos sin la participación, el consentimiento e, incluso, el conocimiento por parte de la población que habita los territorios donde se pretende desarrollar estas actividades. En un Estado democrático que respeta los derechos humanos esta imposición es inaceptable.

Un nuevo marco normativo debe contemplar la participación e, incluso, la entrega de consentimiento por parte de la población potencialmente afectada, previo a la entrega de las concesiones para exploración o explotación minera. Dado que algunas de las afectaciones asociadas al desarrollo de las actividades de explotación tienen carácter permanente, se debe solicitar el consentimiento de las poblaciones. La entrega del consentimiento debe ser vinculante al otorgamiento o negación de la concesión.

En el caso de los pueblos indígenas y equiparables, la fracción 2 del artículo 16 del Convenio 169 de la OIT⁴⁰ establece que, en casos de desplazamiento forzado, se debe obtener el consentimiento por parte de comunidades de pueblos indígenas o equiparables, previo al desarrollo de actividades u otros actos de autoridad. Para aquellos casos que contemplen explotaciones mineras de gran escala o aquellas que hacen uso de métodos particularmente destructivos, la afectación que provoca el desplazamiento de las comunidades suele manifestarse a mediano o largo plazo, en forma indirecta: a partir del agotamiento o contaminación de acuíferos o suelos, daños generalizados a la salud de la población, pérdida de actividades productivas, entre otras afectaciones. Debido a que el desplazamiento no se manifiesta en forma inmediata, se ha omitido garantizar plenamente el derecho humano al consentimiento. A la luz de lo establecido en el artículo 1 de la Constitución, que establece el principio *pro persona* que otorga rango constitucional a aquellas normas de tratados internacionales que versen sobre materia de derechos humanos, la Ley Minera debe subordinarse a esta norma y reconocer el derecho al consentimiento de los pueblos indígenas y equiparables.

Con respecto a la población que no participa de las categorías pueblo indígena o pueblo equiparable, la Ley debe contemplar algún mecanismo a partir del cual puedan ellos determinar si entregan su consentimiento o no al desarrollo de un proyecto minero de gran escala o que contemple la aplicación de métodos profundamente destructivos.

Fortalecer las obligaciones de los concesionarios⁴¹

Actualmente, los concesionarios mineros deben cumplir con obligaciones mínimas ante la Ley para detentar su concesión. Estas obligaciones se limitan a la presentación de informes productivos

40 Convenio 169. OIT, artículo 169.

41 Ley Minera, op cit, artículo 29.

y geológicos, pago de derechos, realización de ciertos trabajos y obras e informar a la autoridad sobre los mismos.

Es de suma importancia que se generen obligaciones adicionales para los concesionarios mineros frente a los trabajadores y las comunidades afectadas o potencialmente afectadas por sus actividades, el medio ambiente, los propietarios de la tierra y los ordenamientos territoriales vigentes en todos los niveles de gobierno. Otra de las obligaciones a las que deberían sujetarse los titulares de concesión de explotación minera es la de llevar a cabo las actividades de cierre de la mina. Estas actividades deben asegurar que no habrá daño social o ambiental futuro provocado por las obras de excavación, beneficio, depósito de residuos o cualquier infraestructura ligada a la actividad minera. También deberían llevar a cabo un adecuado manejo de residuos y restaurar, hasta donde sea posible, los ecosistemas. Asimismo, las empresas concesionarias deben responsabilizarse por daños provocados en los años posteriores a su operación.

Fortalecer las causales de nulidad y cancelación de concesiones, así como las infracciones y sanciones a concesionarios

Las causales de nulidad de las concesiones establecidas en la Ley Minera se refieren tan solo a errores o inconsistencias asociados al trámite de entrega de las mismas. Las causales de cancelación solo se consideran como infracciones asociadas al incumplimiento de las pocas obligaciones de corte administrativo y fiscal establecidas en el artículo 29 de la Ley Minera.

Este punto es uno de los más importantes para transformar el actual régimen de explotación minera. Si no se fortalecen las causales de nulidad y cancelación de concesiones mineras, así como las infracciones reconocidas por esta normatividad, jamás se generará un régimen de rendición de cuentas por parte de los concesionarios frente a la nación mexicana, que detenta el dominio de estos bienes. Bajo el régimen actual, una vez entregada una concesión minera, el Estado mexicano se

encuentra atado de manos frente a las actividades que realice un concesionario, puesto que no se encuentra facultado para retirar esa concesión. En términos prácticos —no jurídicos—, la entrega de una concesión se puede entender como una cesión de soberanía en el terreno amparado por la concesión a lo largo de los prolongados periodos de vigencia de la misma. Urge que el Estado mexicano recupere, en términos prácticos, la soberanía sobre estos territorios.

Es inaudito que en la comisión de violaciones graves a la Ley de Responsabilidad Ambiental no se contemple la cancelación del título de concesión a la empresa o particular responsable. De la misma forma, en el caso de la comisión de graves violaciones a derechos laborales —como en el caso del presunto homicidio industrial de Pasta de Conchos de 2006—, derechos humanos, derecho agrario o a las facultades municipales —por ejemplo, ordenamientos territoriales—, la Ley Minera no contempla una causal de cancelación de la concesión. Igualmente, en caso de que se presente información que constate que el concesionario ha cometido, en el pasado, violaciones correspondientes a estas categorías, ya sea en territorio nacional o extranjero, debería contemplarse la posibilidad de declarar como nula la concesión minera.

Enajenación de tierras⁴²

Dado que las actividades de extracción de minerales se consideran una actividad al servicio de la utilidad pública en la Ley Minera, los concesionarios tienen derecho a solicitar que la autoridad lleve a cabo la expropiación de los terrenos amparados por la concesión, para permitir la realización de las labores de exploración, extracción, beneficio, disposición de residuos y construcción de vías de acceso y abasto de agua y electricidad. Ésta es una de las razones por las cuales es crucial derogar en el artículo 6 de la Ley Minera el carácter de utilidad pública y la preferencia de

42 Ley Minera, op. cit. Artículos 19-fracc. IV, 21, 26, 44, 45 y 52. *Reglamento de la Ley Minera*, Secretaría de Economía, última reforma: 31 de octubre de 2014.

esta actividad por encima de cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno.

No obstante, la Ley Minera contempla dos figuras *ad hoc*, no contempladas por la Ley Agraria, que facilitan el acceso del concesionario a los terrenos amparados por su concesión sin que medie un proceso largo y complicado de expropiación. Estas figuras son la “ocupación temporal” y la “constitución de servidumbres legales”. No hay marco normativo que regule lo que el titular de la concesión puede hacer en una “ocupación temporal”. Esta figura es una abierta violación al derecho de la propiedad privada o social de la tierra. El artículo 21 de la Ley Minera establece que la Secretaría de Economía determinará, con base en una solicitud del titular de la concesión, cuáles son los terrenos sujetos a expropiación, ocupación temporal o servidumbre legal. Se contempla una compensación a los dueños de la tierra, más no se les hace partícipes de la decisión sobre el uso de los terrenos que les pertenecen.

Tanto la Ley Minera como su reglamento son violatorias del derecho a la propiedad y la normatividad agraria. Ésta es otra de las principales fuentes de conflicto social asociadas a la actividad minera. Es de suma importancia que se elimine la figura de “ocupación temporal” de la Ley Minera y se regulen minuciosamente los mecanismos de participación de los dueños de la tierra en la determinación sobre: 1) la entrega de la concesión; 2) en caso aprobatorio, las condiciones en que se desarrollarán las actividades de exploración, extracción, beneficio, disposición de residuos y constitución de servidumbres; 3) las condiciones en que se hará partícipes a los dueños de la tierra de las ganancias de la explotación, y 4) las actividades de cierre, restauración, remediación o compensación correspondientes.

Asimismo, se debe generar un marco regulatorio minucioso sobre las condiciones en que proceden los trámites de expropiación o constitución de servidumbre. Estas normas deben configurarse teniendo en mente, en primer lugar, los intereses y necesidades de los dueños de la tierra.

Regular el uso del agua

La Ley Minera establece que los concesionarios gozan del derecho a disponer del “agua proveniente del laboreo de las minas”⁴³ sin necesidad de que medie una concesión por parte de la Conagua. El “agua proveniente del laboreo de las minas” es una categoría ambigua, difusa y no regulada que ha dado pie a abusos y excesos por parte de concesionarios al momento de disponer de fuentes de agua en los terrenos que ampara su concesión.

Dado que los proyectos mineros que realizan actividades de extracción y beneficio de gran escala son consumidores y contaminadores de grandes volúmenes de agua, el régimen de excepción que la Ley Minera establece para el uso de agua por parte de las actividades mineras no tiene fundamento. Es sumamente importante derogar el artículo 19, fracción V que establece este derecho para los concesionarios.

Por otra parte, con respecto a las concesiones de agua que entrega la Conagua, debe siempre prevalecer el respeto al artículo 4 constitucional, que establece el derecho humano al acceso a este preciado y escaso bien. Cuando el abasto humano y saneamiento o la producción de alimentos entren en conflicto con las actividades mineras, la autoridad debe velar por los intereses de los primeros en estricto seguimiento de lo establecido en la Constitución.

Prohibir algunas actividades que impliquen profundas afectaciones socioambientales

Existen actividades mineras que por su naturaleza altamente destructiva no deberían permitirse en México. Tal es el caso de las explotaciones mineras submarinas o las explotaciones tradicionales de carbón por medio de la técnica de pocitos. En el caso de la minería submarina, se ha intentado repetidamente realizar explotaciones de gran escala en la costa pacífica del estado de Chiapas y en el Golfo de Ulloa, en Baja California Sur. Debido a la suspensión de partículas levantadas del

43 Ley Minera, op cit, artículo 19, fracción V.

subsuelo marino, la minería submarina presenta un riesgo muy grande para la biodiversidad de estos ecosistemas acuáticos. Asimismo, pone en riesgo las actividades pesqueras y turísticas de estas regiones. Por lo mismo, la minería submarina debería proibirse.

Los pocitos de carbón representan una actividad sumamente peligrosa para las personas que la realizan, debido a que los depósitos de carbón se encuentran asociados a depósitos de gas metano, son comunes las explosiones y accidentes incendiarios. En Coahuila se han presentado 94 muertes e innumerables accidentes en pocitos de carbón desde 2006⁴⁴. A pesar de que se han promulgado reformas penales para castigar a quienes provoquen un accidente y obliguen a trabajadores a laborar en estas condiciones, este método extractivo se debe prohibir claramente en la Ley Minera.

Convendría someter a un debate público nacional la posible prohibición de la explotación de metales preciosos por métodos de tajo a cielo abierto y lixiviación con cianuro. Gran parte de la producción de oro en México se exporta en bruto al extranjero, contribuyendo poco a la formación de cadenas de valor en la industria de la transformación derivadas de esta explotación. En 2017 se produjeron aproximadamente 8,600 kg. de oro, con un valor aproximado de \$77,354 millones de pesos⁴⁵. De esta cantidad fueron exportados, en bruto, \$62,316 millones de pesos⁴⁶ (80.56% de la producción nacional). Si tomamos en cuenta que la recaudación por parte del Estado mexicano de la totalidad de las actividades mineras del país suma \$6,832 millones de pesos⁴⁷ —esta cifra representa solo el 10.96% del valor de las exportaciones de un mineral: el oro!— podemos inferir que nos encontramos en una situación de despojo

44 Cálculo propio con base en datos proporcionados por familiares de Pasta de Conchos. No se toman en cuenta los decesos en la mina Pasta de Conchos de 2006. Matías, Pedro. "Familia Pasta de Conchos fustiga nominación de Napo". *Excelsior*, 22 de febrero de 2008, México.

45 Inegi. 2018. Banco de Información Económica.

46 Subsecretaría de Minería de la Secretaría de Economía. 2018. *Prontuario. Industria minero-metalúrgica*. México, p. 58.

47 SHCP. 2017. "Anexos de Finanzas Públicas: II. Indicadores de recaudación", *Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública*, p. B-23.

a la nación que ejerce supuestamente un dominio sobre estos bienes. Si a lo anterior sumamos apenas 110,500 empleos a nivel nacional en todas las actividades de exploración, extracción y beneficio minero en México⁴⁸, ¿dónde se concentran los beneficios de llevar a cabo esta actividad? En los accionistas de las empresas mineras.

La explotación por tajo a cielo abierto tiene consecuencias graves y permanentes para los ecosistemas y poblaciones próximas a los sitios de explotación. Valdría la pena proponer que se prohíba la explotación de oro por tajo a cielo abierto en México, así como la de otros metales preciosos con un valor intrínseco superior al valor que puedan llegar a tener en la industria de la transformación.

Con respecto a los procesos altamente contaminantes de lixiviación con cianuro de sodio asociados al beneficio de oro y otros metales preciosos, vale la pena destacar el caso del Parlamento Europeo, que en 2010 emitió una Resolución sobre la prohibición del uso de tecnologías mineras con base en cianuro⁴⁹. Esta resolución fue emitida como consecuencia del accidente de Baia Mare en Rumania, donde una presa residual del proceso de lixiviación se rompió vertiendo 100,000 m³ de sustancias tóxicas, contaminando el río Tisza y, consecuentemente, el Danubio. Este accidente y otros 29 accidentes similares registrados en Europa condujeron al Parlamento a emitir esta decisión. Desafortunadamente, la Comisión Europea vetó la resolución, impidiendo que se promulgara como norma del bloque económico. No obstante, este caso marca un claro antecedente para México.

Regular minuciosamente algunas actividades que impliquen profundas afectaciones sociales y ambientales

Existen actividades de extracción y beneficio minero que requieren una regulación más robusta.

48 Cifra correspondiente a 2016. Secretaría de Economía. 2017. *Quinto Informe de Labores*.

49 Parlamento Europeo. 2010. *Resolución del Parlamento Europeo sobre la prohibición del uso de las tecnologías mineras a base de cianuro en la UE*. B7-0240/2010. Bruselas.

Tal es el caso de las explotaciones a cielo abierto de metales y no metales de uso industrial o energético, las plantas de beneficio, presas de jales o residuos, tepetateras donde se acumulan los residuos de la actividad, explotaciones subterráneas de gran escala a partir de la técnica de “tumbe y relleno”.

La realización de estas actividades debe contar con el consentimiento previo, libre e informado de los habitantes de la región potencialmente afectada. De acuerdo con la jerarquía de la mitigación, deben proceder por 1) plantear alternativas a la apertura de estos proyectos; 2) evitar daños; 3) mitigar daños inevitables; 4) restaurar ecosistemas a su estado base y 5) compensar por afectaciones provocadas.

Es también importante restringir significativamente los volúmenes de exportaciones de minerales en bruto, exigiendo mucho mayor agregación de valor y así generar más empleos en México. Este tipo de medidas ya se han implementado en países latinoamericanos y africanos.

Fortalecer la transparencia y el acceso a la información pública

De acuerdo con el artículo 7, fracción IX de la Ley Minera, se considera confidencial la siguiente información que proporcionan los concesionarios a la Secretaría de Economía: la producción, beneficio y destino de los minerales extraídos; la geología de los yacimientos y reservas del mineral, los estados económicos de las empresas mineras y los estados contables de las mismas empresas. El primer caso es motivo de escándalo, dado que la nación mexicana detenta el dominio directo de los bienes que se encuentran en el subsuelo. Por tanto, es de interés público el conocer cuáles son los volúmenes de minerales extraídos por los concesionarios de este bien público: cuánto se produjo, cuánto se procesó en las plantas de beneficio y a quién se le vendió. Si la ciudadanía no tiene conocimiento sobre cuántos minerales fueron extraídos por cada concesionario, tampoco le será posible calcular si lo que pagan en derechos por esta producción es lo justo.

Con respecto a la geología de los yacimientos y las reservas de mineral, se entiende el modelo de lucro de los concesionarios se basa en mantener en secreto esta información. No obstante, cabría imaginar otras formas de compensación que no involucren mantener al país desinformado sobre la naturaleza, volumen y posibilidad de explotación de los bienes que le pertenecen en dominio. Asimismo, bajo un esquema distinto de compensación se abre la puerta para regular el lucrativo mercado especulativo que ha caracterizado el tráfico con concesiones mineras en México.

Por último, un principio básico de rendición de cuentas vigente en otros países implica la publicación de los estados económicos de las empresas que realizan actividades mineras. En las bolsas de valores en el extranjero se exige a las empresas mineras publicar esta información. Es de interés público conocer si estas empresas cuentan con viabilidad financiera; saber qué otros proyectos han operado o están operando; conocer sus márgenes de utilidad; entre otros datos pertinentes.

En temas fiscales, el Código Fiscal de la Federación establece, en su artículo 69, el secreto fiscal. El secreto fiscal procura, en espíritu, proteger al contribuyente estableciendo la confidencialidad en sus transacciones fiscales con el Estado. No obstante, en el caso de particulares o empresas morales que lucran a partir de la explotación en concesión de un bien de dominio nacional, es relevante cuestionarnos si es de interés público que la nación conozca qué está haciendo este particular o persona moral con el bien público que se le está concesionando, ¿es justo que los ciudadanos tengan conocimiento sobre cómo retribuye este particular o persona moral al erario por la explotación de este bien?

Las empresas mineras han encontrado refugio en el secreto fiscal para no permitir que la ciudadanía tenga conocimiento sobre si están entregando sus pagos al fisco. Si conjuntamos la confidencialidad de la Ley Minera sobre los volúmenes de producción y beneficio con el secreto fiscal, resulta que se mantiene a los mexicanos en total desconocimiento sobre la explotación de

estos bienes y sobre si la retribución que se da a partir de la misma es justa. Valdría la pena abrir esta discusión, sobre todo a la luz de que la recaudación total de la actividad minera tan solo representa el 8.55% del PIB del propio sector minero.⁵⁰

Por último, bajo la Ley Minera vigente, la Secretaría de Economía tiene la obligación de poner a disposición de la ciudadanía, a partir de mecanismos de fácil acceso y descarga, el Registro Público Minero y la Cartografía Minera. Estas son asignaturas pendientes de los gobiernos de Calderón y de Peña Nieto, quienes, a pesar de comprometerse a liberar estos documentos públicos, fallaron en su compromiso. La nueva administración tiene la oportunidad de impulsar la transparencia en el sector.

Dotar a la Subsecretaría de Minería de suficientes recursos para cumplir con su labor regulatoria

El régimen de actividades mineras que impera en México desde 1992 corresponde casi a un ideal de *laissez faire*. La facultad regulatoria del Estado mexicano se encuentra reducida a un mínimo. La baja prioridad que los gobiernos en turno han concedido a la regulación de esta actividad resulta evidente al revisar la Cuenta Pública.

En la actualidad, la Dirección General de Minas (DGM) es la única oficina del gobierno federal encargada reglamentar y regular la implementación de la Ley Minera, las actividades de exploración, extracción y beneficio de los minerales del subsuelo distintos a los hidrocarburos, materiales de construcción y elementos radioactivos. En 2017, esta oficina contó con un presupuesto de 41,945,244 pesos. Este monto se distribuyó así: 22,388,716 pesos para pagar la nómina y \$19,556,528 para pagar los gastos de operación.⁵¹

Una oficina con un presupuesto tan pequeño no puede desempeñar la gestión de 25,703 concesiones en todo el país, llevar a cabo la vigilan-

50 Cálculo propio con base en cifras para 2017 de Banco de Información Económica e Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública, op cit.

51 Ramo 10: Estado analítico del ejercicio del presupuesto de egresos en clasificación funcional programática, Cuenta Pública 2017.

cia del cumplimiento de las obligaciones de los concesionarios, mantener actualizado el Registro Público Minero, resolver controversias entre titulares de concesiones y dueños de los terrenos y realizar suficientes visitas de inspección para determinar el cumplimiento de la Ley por parte de los concesionarios.

Con respecto a las visitas de inspección, la DGM logró concretar 4,395 visitas entre 2011 y 2015. En cinco años logró cubrir tan solo el 5.85% de las concesiones otorgadas.⁵² La falta de visitas de inspección es un aliciente para el incumplimiento de las obligaciones por parte de los concesionarios.

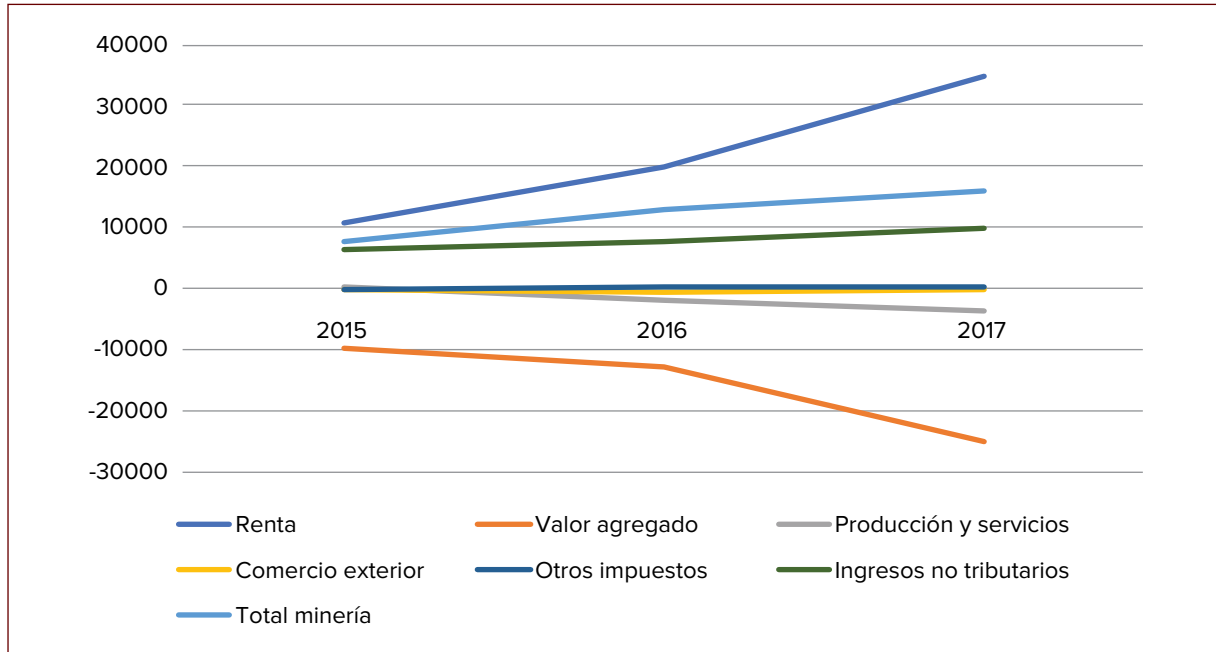
Recursos que actualmente se destinan a la promoción de actividades mineras en el extranjero (desde la Dirección General de Desarrollo Minero) o a la entrega de subsidios y capacitaciones para el desarrollo de actividades mineras (desde el Fideicomiso del Fomento Minero) se encontrarían mejor utilizados si se destinaran a la contratación de más personal y la asignación de más presupuesto operativo destinado a la regulación de estas actividades.

Fortalecer el régimen fiscal y redistributivo asociado a actividades mineras

Si hacemos un análisis de las profundas afectaciones sociales y ambientales de las actividades mineras, nos encontraremos con un pasivo elevado. Este pasivo se encuentra reflejado en alteraciones profundas a la orografía, la pérdida de acuíferos, la erosión, la contaminación de suelos y cuerpos de agua, daños productivos, daños económicos, daños a la salud, pérdida de factores fundamentales para la reproducción cultural, entre otras afectaciones graves, algunas permanentes. Estos altos costos no se ven reflejados en los estados contables de estas empresas. La normatividad vigente les permite transferírseles a terceros: a) el medio ambiente; b) la población que habita en los territorios afectados (población presente y generaciones futuras) y c) el erario —quedando

52 Informe del Resultado de la Fiscalización Superior de la Cuenta Pública 2015, op cit.

Figura 7. Recaudación minera desglosada por fuente de ingreso. Precios de 2013.



Fuente: Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública, SHCP, 2017.

el Estado como ente parcialmente responsable de lidiar con los problemas económicos, de salud y ambientales que quedan como secuela de la actividad minera.

Difícilmente se podrá ajustar la política fiscal para lograr que la industria minera asuma estos costos. Cabe reflexionar si, asumiendo los costos reales de su operación, la actividad minera sería rentable. Parafraseando a integrantes de la Cámara Minera de México (Camimex), la política fiscal restrictiva vigente en México desde la reforma fiscal de 2013 genera condiciones difíciles para la industria, desincentivando la inversión.⁵³

¿Cuál es la situación actual de la recaudación minera en México?

En los tres años en los que hay información desglosada por rubro de recaudación podemos observar algunos fenómenos interesantes. Los montos recaudados por concepto de Impuesto

sobre la Renta (ISR) tienden a cancelarse frente a las devoluciones por concepto de Impuesto al Valor Agregado (IVA) e Impuesto Especial sobre la Producción y Servicios (IEPS). En 2017, el fisco devolvió al conjunto de la industria minera \$20,046.82 millones de pesos por concepto de IVA y \$3,855.37 millones por Impuestos a la producción y servicios. Estas devoluciones compensaron gran parte de lo recaudado por ISR: \$28,805.6 millones de pesos (18.59% del PIB minero⁵⁴). En este sector se pueden observar dos problemas generales de la política fiscal mexicana: la elusión por parte de grandes contribuyentes y los estímulos fiscales dirigidos a los mismos, los cuales reducen los montos de su contribución al erario (figura 7).

Por otra parte, los derechos especiales, extraordinarios y adicionales mineros establecidos como resultado de la reforma fiscal de 2013, en

⁵³ Sánchez, Axel, "Fisco tira inversión en exploración minera por la reforma fiscal", *El Financiero*, 13 de mayo de 2017.

⁵⁴ Nota: No se cuenta con cifras sobre las utilidades del sector minero. Disculpe el lector el cálculo impreciso que toma el PIB minero como referente sin tomar en cuenta los costos de operación de la industria.

conjunto con el preexistente derecho minero,⁵⁵ han contribuido poco a generar mayores ingresos para el Estado a partir de la actividad minera (tabla 3).

Como se puede observar en la siguiente tabla 4, la recaudación proveniente de la industria minera, como proporción de la recaudación total proveniente del Estado mexicano, representa una proporción muy baja.

A partir de los ingresos de los derechos especial, extraordinario y adicional mineros se integra la bolsa de recursos que forma parte del Fondo para el Desarrollo Regional Sustentable de Estados y Municipios Mineros (en adelante, Fondo Minero) (tabla 5).⁵⁶

Los montos recaudados para el Fondo Minero son muy pequeños, como se puede observar. Adicionalmente, estos montos se subdividen entre las entidades y los municipios, de acuerdo con el valor del volumen de la actividad extractiva que se desarrolla en estas demarcaciones. Tomemos por ejemplo el monto destinado por el Fondo Minero a municipios para 2017. Éste equivale apenas al 0.93% de los recursos distribuidos a municipios a partir del Ramo 33.

La intención del legislativo al conformar los derechos especial, extraordinario y adicional mineros, así como el Fondo Minero, era establecer un mecanismo fiscal a partir del cual las ganancias de la industria minera se redistribuyeran y fuesen puestas al servicio del desarrollo de las localidades afectadas por la actividad minera. Este propósito no se consigue por las siguientes razones: a) los montos asignados son demasiado pequeños, sobre todo cuando se les compara con el cúmulo de pasivos ambientales y sociales generados por la actividad de las empresas mineras; b) los mecanismos de gestión de estos recursos excluyen a los habitantes de los territorios afectados, incluyendo en primer término a los dueños o poseedores legítimos de los terrenos y territorios afectados; y c) los recursos son administrados por

los ayuntamientos o gobiernos de las entidades receptoras de los mismos, no por las comunidades afectadas.

Vale la pena ahondar un poco sobre el punto b). El comité que decide el uso de los escasos recursos que llegan del Fondo se encuentra integrado por un representante del gobierno federal (de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Sedatu), un representante del gobierno estatal, otro del ayuntamiento y, solo en aquellos casos donde haya presencia de comunidades indígenas, un representante de las mismas y un representante de la empresa minera. La razón por la cual se incluye a un representante de la empresa minera escapa totalmente a nuestro entendimiento. Con respecto al representante indígena, las Reglas de Operación del Fondo establecen que solo se le incluirá si forma parte de algún núcleo agrario que se encuentre en terrenos próximos a la actividad minera⁵⁷. No se establecen reglas para determinar cómo se elige a este representante en caso de presencia de distintos núcleos agrarios o en las comunidades donde predomina la pequeña propiedad privada.

Luego de esta exposición sobre recaudación y redistribución de ingresos provenientes de la industria minera, es evidente que se requieren cambios profundos en la ingeniería fiscal y redistributiva. Lo recaudado por parte del Estado mexicano no cumple la pretensión de colocar las actividades mineras al servicio de la utilidad pública de la nación. Tampoco alcanza para cubrir los grandes pasivos sociales y la pérdida de servicios ecosistémicos que estas actividades dejan a su paso. Es necesario combatir la elusión, evasión y trato preferencial fiscal a las grandes empresas mineras nacionales y extranjeras.

La diferenciación entre concesiones en exploración y en explotación también puede ser positiva en el ámbito fiscal. Para las concesiones de exploración se deben aumentar los montos asignados de cobro semestral por hectárea por el

55 Ley Federal de Derechos, op cit., artículos 263, 268-270.

56 Ley Federal de Derechos, op cit., artículos 271, 275.

57 Sedatu. 2017. Reglas de Operación de los Comités de Desarrollo Regional para las Zonas Mineras. Artículo 3, fracción V.

Tabla 3. Ingresos no tributarios específicos de la industria minera (millones de pesos: 2013).

2015		2016		2017	
\$6,398.02	3.59% PIB-M	\$7,584.22	4.03% PIB-M	\$9,962.65	5.34% PIB-M

Fuente: Cálculo propio con base en cifras del Banco de Información Económica, Inegi; e Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública, SHCP, 2017.

Tabla 4. Recaudación total minería (millones de pesos: 2013) y como porcentaje de la recaudación total.

2015		2016		2017	
\$7,640.36	0.17%	\$13,023.93	0.24%	\$15,945.04	0.3%

Fuente: Cálculo propio con base en cifras de Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública, SHCP, 2017.

Tabla 5. Recursos destinados al Fondo Minero (millones de pesos-precios corrientes).

2015		2016		2017	
Estados	Municipios	Estados	Municipios	Estados	Municipios
\$1,381.99	\$2,303.31	\$1,599.79	\$2,666.31	\$2,158.76	\$3,597.94

Fuente: Cálculo propio con base en cifras de Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública, SHCP, 2017.

pago del derecho minero y el derecho adicional sobre la minería. Los cobros semestrales de \$6.77 a \$148.06 pesos por hectárea son risibles, claramente deben ser aumentados.

Asimismo, para las concesiones en explotación se debe atender un punto fundamental que permite la elusión fiscal. Actualmente, el cobro del derecho especial sobre minería y el derecho extraordinario sobre minería se establecen con base en un porcentaje (7.5% y 1.5%, respectivamente) de las utilidades reportadas por las empresas mineras. El cobro de este derecho se debe establecer sobre el valor (en precios internacionales) del volumen de los minerales extraídos a boca de mina. Para hacer un cobro efectivo de estos derechos bajo estos parámetros —concurrentes con la práctica internacional estándar— se requiere romper los candados de confidencialidad establecidos sobre los reportes productivos que los con-

cesionarios entregan a la Secretaría de Economía. Asimismo, se debe fortalecer la facultad de realizar visitas de inspección a los proyectos mineros para corroborar que lo reportado es verídico. El cobro sobre el valor del volumen extraído a boca de mina, en lugar de las utilidades reportadas, permitirá al Servicio de Administración Tributaria (SAT) aumentar la recaudación sustantivamente sin necesidad de generar nuevos derechos o impuestos.

Estas medidas se beneficiarán a su vez de otras medidas que se tomen transversalmente para el conjunto de la economía mexicana, que combatan la elusión y evasión en el pago del Impuesto Sobre la Renta (ISR), así como la cancelación de privilegios fiscales que permiten a las grandes empresas obtener devoluciones por Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA) y el Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS).

Fortalecer el procedimiento de evaluación de impacto ambiental

El procedimiento de evaluación de impacto ambiental (EIA) plasmado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento correspondiente en esta materia específica (REIA) requieren de una reforma que los adecúe a los problemas y necesidades actuales.

En la actualidad, éste es el último permiso que requiere el concesionario minero para iniciar operaciones. En este momento, la presión que ejerce el concesionario sobre la autoridad federal ambiental, el ayuntamiento y sobre las comunidades que habitan el territorio en cuestión es descomunal. En términos prácticos se busca la aprobación expedita de este trámite puesto que, sobre el terreno, ya se ha hecho una inversión considerable, que el concesionario busca recuperar en lo inmediato. Aunado a lo anterior, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Semarnat suele encontrarse rebasada en términos de presupuesto y personal, puesto que en 2017 tan solo contó con un total de \$42,327,769 pesos.⁵⁸ De acuerdo con la Auditoría Superior de la Federación (ASF), entre 2011 y 2015, la DGIRA solo pudo evaluar 287 manifestaciones de impacto ambiental (MIA) provenientes del sector minero. Estas MIA representan el 1% de las concesiones otorgadas durante el mismo periodo.⁵⁹

Bajo un esquema distinto, la EIA debería ser el primer trámite que un solicitante de un título de concesión minera debería desahogar. La generación de una MIA por parte del promovente del proyecto permite que el público tenga conocimiento sobre los detalles y alcances del mismo, así como de sus posibles afectaciones socioambientales y las medidas que el promovente tomará para: 1) buscar alternativas —incluyendo la alternativa cero: no llevar a cabo el proyecto—; 2) evitar dentro de lo posible que se desarrollen afectaciones

asociadas al proyecto; 3) mitigar el impacto de la afectación en cuestión; 4) restaurar los daños provocados y 5) compensar a los afectados.

Siguiendo esta lógica, la presentación y aprobación de la MIA conduciría al promovente al segundo paso: la solicitud del consentimiento por parte de los habitantes del territorio potencialmente afectado. Para esto se requiere informar cabalmente a los mismos habitantes sobre el contenido de la MIA. Esto implica que se desarrollen acciones adicionales para facilitar la difusión de su contenido: resumen en lenguaje ciudadano (no técnico), traducción (cuando sea necesario), uso de mecanismos locales de difusión de mensajes para asegurar que el mayor número de personas tenga conocimiento del proyecto.

La Ley actual contempla un proceso de consulta que incluye una reunión pública de información. Se debe hacer un esfuerzo para transformar estos espacios en verdaderas instancias de participación, información y deliberación ciudadana. Por supuesto, la Unidad Coordinadora de la Participación Social y Transparencia, con un presupuesto de \$33,520,307 pesos para 2017,⁶⁰ no se da abasto en atender las solicitudes de reuniones públicas, mucho menos en capacitarse para que el desarrollo de las mismas discorra de la forma más democrática posible.

Fortalecer Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Desahogado el procedimiento de EIA, hace falta establecer normas y dotar de presupuesto a la Profepa para que pueda vigilar que el contenido de la MIA se cumpla. Para esto hay que realizar visitas de inspección que actualmente no se llevan a cabo. Para el periodo comprendido entre 2011 y 2015, la Profepa realizó visitas de inspección a 3,287 proyectos mineros. Esto implica que en cinco años logró visitar el 2% de los sitios concesionados a la minería.⁶¹

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental fue promulgada el 7 de junio de 2013, luego de la ruptura de las presas de jales de la mina Buenavista

58 Cuenta pública. 2017. Ramo 16: Estado analítico del presupuesto de egresos en clasificación funcional-programática.

59 Informe del Resultado de la Fiscalización Superior de la Cuenta Pública 2015, op cit.

60 Ibid.

61 Informe del Resultado de la Fiscalización Superior de la Cuenta Pública 2015, op cit.

del Cobre de Grupo México, el 6 de agosto de 2014. Como se mencionó anteriormente, se vertieron 40,000 m³ de agua contaminada con sulfato de cobre y otras sustancias tóxicas a los cuerpos de agua.

Una vez identificada la responsabilidad de Grupo México por parte de la Profepa, se procedió a aplicar las sanciones que marca la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Esta ley establece que se debe pagar una multa y establecer un Fondo de Responsabilidad Ambiental con recursos que busquen restaurar los ecosistemas a su estado base (estado previo a la afectación) o, en su defecto, compensar al propio ecosistema y a los habitantes afectados por violación de lo dispuesto en la norma ambiental.⁶²

El monto máximo aplicable de la multa es de 600 mil salarios mínimos de la Ciudad de México.⁶³ Grupo México demostró la debilidad de esta sanción puesto que, para una empresa que reporta utilidades por aproximadamente 1,756 millones de pesos, una sanción de 40.7 millones representa tan solo un gasto operativo sin efecto disuasorio alguno.

Por otra parte, en la implementación del Fondo de Responsabilidad Ambiental, la comunidad afectada quedó completamente fuera de las decisiones sobre cómo implementar estos recursos. En la actualidad, persisten las denuncias de contaminación de los Ríos Bacanuchi y Sonora. El 1° de agosto de 2017 las comunidades afectadas ganaron un amparo presentado en 2014 en contra de Grupo México por daños a la salud.⁶⁴

Servicio Geológico Mexicano

El Servicio Geológico Mexicano es una entidad pública compleja. Por una parte, desarrolla y concentra toda la información científica existente

sobre las características de los suelos mexicanos. Por otra parte, realiza servicios de exploración a partir de asignaciones mineras conferidas por la Secretaría de Economía. La información recabada por esta institución es puesta en venta a los concesionarios mineros como un incentivo para la inversión en territorio nacional. A pesar de que gran parte de la investigación se desarrolla con recursos públicos (en 2017 recibió 212,987,787 de pesos⁶⁵), el acceso a esta información solo es accesible para quien haga un pago de derechos por la misma. Por ejemplo: por planos de 1:50,000 se debe erogar un pago de \$3,560 pesos.⁶⁶ Tomemos en cuenta que este pago se debe multiplicar por el número de planos que logren dar cobertura a la totalidad del territorio mexicano. Para contar con una carta con información geológica sobre un solo mineral, los costos ascienden estrepitosamente hasta los millones de pesos. Si queremos tener una idea general del conjunto de minerales para los cuales esta institución lleva registro, el costo se vuelve inalcanzable. Eso, incluso, antes de tomar en cuenta las actualizaciones frecuentes. Es inevitable cuestionarse sobre la justificación de un esquema de generación de información pública puesta al servicio de particulares. La reorientación de la actividad minera en torno al interés nacional exige la revisión a profundidad del carácter del Servicio Geológico Mexicano y de su operación.

Revisar el TLCAN y otros tratados internacionales en materia de comercio

El TLCAN establece en sus capítulos 11, 19 y 20 un mecanismo de resolución de controversias entre Estados parte del tratado e inversionistas con nacionalidad de alguno de dichos Estados.⁶⁷ Este mecanismo de resolución de controversias contempla la conformación de un tribunal de arbitraje. El tribunal resuelve con base en criterios de libre movilidad de capitales o bienes entre las fronteras y seguridad en las inversiones. En sus

62 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, artículos 45 y 46.

63 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, artículo 19, fracción II.

64 PODER. 2017. Afectados por derrame del Río Sonora ganan amparo por contaminación del agua y demandan a instancias de gobierno por no atender su salud. Disponible en: www.projectpoder.org/es/2017/08/afectados-por-derrame-en-el-rio-sonora-ganan-amparo-por-contaminacion-del-agua-y-demandan-a-instancias-de-gobierno-por-no-atender-su-salud/.

65 Cuenta Pública, op. cit.

66 Ley Federal de Derechos, op. cit., artículo 66, fracción I.

67 TLCAN, capítulos 11, 19 y 20.

decisiones no se contemplan afectaciones sociales o ambientales, violaciones de derechos humanos o derechos laborales, incluso la introducción de nueva legislación atenta a estos temas puede ser considerada materia a tratarse en los tribunales.

¿Qué ha sucedido en casos donde un gobierno decide regular una actividad extractiva? En diciembre de 2014, la provincia de Quebec decidió establecer una moratoria de cinco años para los proyectos de extracción de hidrocarburos con base en la técnica de la fracturación hidráulica. Esta prohibición condujo a la empresa estadounidense Lone Pine Resources Inc. a demandar al Parlamento de Quebec para obtener \$118.6 millones de dólares estadounidenses en compensación.⁶⁸ El monto elevado de esta cifra responde a que el tribunal consideró que, además de las inversiones en la superficie en infraestructura extractiva, las reservas no explotadas de hidrocarburos constituían parte de los activos perdidos por la empresa a raíz de la prohibición. El tribunal falló en favor de Lone Pine Resources Inc. y obligó a Quebec a compensar a la empresa.

El ejemplo anterior es solo una muestra del efectivo blindaje que el TLCAN establece sobre la legislación extractiva vigente. Para reformar de fondo este régimen extractivo es necesario eliminar este blindaje. Para esto se deben emprender diálogos multilaterales donde México busque establecer reservas sobre determinados capítulos de sus diversos tratados comerciales internacionales, incluyendo el T-MEC.

Una comisión de la verdad

De acuerdo con Sol Pérez Jiménez existen por lo menos 102 conflictos socioambientales provocados directamente por la realización o impulso a actividades mineras.⁶⁹ Se han presentado asesinatos y agresiones a defensores del territorio enfrentados a proyectos mineros en Chicomuselo

68 Lone Pine Resources Inc. v Government of Canada, Global Affairs Canada, disponible en: www.international.gc.ca/trade-agreements-accords-commerciaux/topics-domaines/disp-diff/lone.aspx?lang=eng, 16 de agosto de 2018.

69 Pérez Jiménez, Sol, *Territorialidades contenciosas en México: el caso de la minería*, UNAM, Morelia, 2014, [Tesis].

(Chiapas), San José del Progreso (Oaxaca), Carrizalillo (Guerrero), Peña Colorada (Jalisco), La Mira, Lázaro Cárdenas, Aquila, Ostula, Huizotla (Michoacán), La Sierrita (Durango), Mazapil (Zacatecas), Cerro de San Pedro (San Luis Potosí), Madera (Chihuahua), la Región Carbonífera y, en específico Pasta de Conchos (Coahuila), entre otros sitios.

Lo que nos muestra el panorama nacional de conflictividad frente al modelo de promoción de la minería extractiva no es un puñado de casos aislados sin relación entre sí, somos testigos de un modelo de violación sistemática de derechos humanos. Es urgente que se visibilice la magnitud del daño provocado y se obligue a los promotores de este modelo a responder por la forma como han aprovechado la violencia para acceder a los bienes naturales de México y servirse con la cuchara grande.

Ante este panorama, es urgente establecer una comisión de la verdad que investigue las violaciones de derechos humanos que las empresas mineras han cometido en nuestro país y asignar recursos a las universidades públicas para investigar las afectaciones sociales y ambientales de las actividades extractivas en el país y para impulsar estudios interdisciplinarios con una mirada crítica sobre el modelo de desarrollo.


Cambiar la lógica de la planeación nacional sobre desarrollo

Es urgente aproximarse a los temas de desarrollo desde la política pública a partir de una lógica distinta. El desarrollo de la sociedad mexicana no se debe centrar exclusivamente en el cumplimiento de parámetros de éxito abstractos como lo es el crecimiento del PIB, mismo que puede reflejar un mayor bienestar para la población pero que, en la mayoría de los casos, parece tan solo representar concentración de riqueza en el ápice de la pirámide social.

El desarrollo impuesto desde arriba a partir de la promoción de grandes proyectos extractivos, energéticos, de infraestructura, turísticos-inmobiliarios o de monocultivos conlleva importantes

afectaciones a los territorios y todos los elementos que los integran: población, medio ambiente, cultura, historia y economía, entre otros elementos. Hace falta un enfoque distinto que busque, en primer lugar, resolver necesidades apremiantes y derechos fundamentales de la población, no a través de paternalismo o proyectos de gran escala, sino a través del fortalecimiento del tejido social, la organización, la autonomía y autosuficiencia, el énfasis en la pequeña escala, la sostenibilidad, la eficiencia termodinámica y los proyectos productivos locales.

Asimismo, cuando diferentes entidades de gobierno persiguen diferentes objetivos, necesariamente se presentan instancias de simulación. Este ha sido claramente el caso de la política ambiental, social y de derechos humanos de los pasados sexenios frente a la política económica. Corresponde al poder público el trabajar por el bienestar de la ciudadanía a partir de una lógica transversal en la que todas las dependencias de gobierno persigan los mismos objetivos y donde la población sea la principal beneficiada y protagonista de estos esfuerzos, no los grandes capitales.



Derecho humano al medio ambiente y sus obligaciones: evolución reciente de la relación entre los derechos humanos y el medio ambiente

Rodrigo Gutiérrez



Hoy en día está muy extendida la idea de que existen relaciones estrechas entre los derechos humanos y la protección del medio ambiente; sin embargo, hace cuatro décadas, sostener lo anterior podría haber pasado como una ocurrencia o una equivocación. Los vínculos y relaciones que en la actualidad existen entre estos dos campos del conocimiento se han ido construyendo en fecha reciente, en el marco de complejas discusiones que continúan abiertas y llenas de preguntas; también es cierto que ha habido importantes avances en la discusión y algunos consensos.

Dentro de este marco de discusiones este documento tiene un doble propósito: en primer lugar, exponer —a grandes trazos— las principales claves del diálogo que se ha ido construyendo entre derechos y medio ambiente en los ámbitos internacional, regional y nacional de los derechos humanos; en segundo lugar, aportar algunos elementos clave que ayuden a avanzar en la discusión y comprensión del alcance del contenido mínimo esencial del derecho al medio ambiente sano en México (con base en el contenido de la Opinión Consultiva 23/17 emitida en fecha reciente por la Corte Interamericana de Derechos Humanos, CorteIDH), así como de las principales obligaciones que se desprenden del mismo hacia las autoridades del Estado, y hacia aquellas empresas con mayor capacidad de degradar los entornos en los que se instalan. El objetivo principal del texto es explicar las razones por las cuales la mayor parte de las preocupaciones ambientales expuestas en la agenda ambiental de la UNAM, pueden tener una traducción al lenguaje de los derechos, y por tanto ser exigidas por la ciudadanía, incluso en tribunales, con el objetivo de que las autoridades responsables cumplan con sus obligaciones de promoción, respeto protección y garantía del derecho al medio ambiente sano en nuestro país.

Breve historia de una relación reciente

Si bien en la actualidad puede parecernos obvia la relación entre medio ambiente y derechos humanos (entre otras razones debido a que hoy existen más de 70

constituciones del mundo que han reconocido el derecho al medio ambiente), lo cierto es que se trata de un vínculo con una historia reciente. Tan es así que en la Declaración de los Derechos Humanos de 1948 no se incluyó esa exigencia, como tampoco apareció en ninguna de las constituciones de la posguerra.

Lo anterior se debió en importante medida al hecho de que a mediados del siglo veinte no existía una consciencia colectiva lo suficientemente clara y extendida sobre las graves afectaciones que las actividades humanas, en una etapa de creciente industrialización, estaban provocando de forma generalizada sobre los entornos en los que las sociedades se estaban desarrollando de forma acelerada. Sin embargo, a partir de la década de los 60, en la que el avance de la ciencia fue evidenciando el grave deterioro de especies y entornos (e incluso permitió mirar la tierra desde el espacio, provocando un impacto visual simbólico sobre el lugar que habitamos), comenzó a desplegarse un movimiento político que desde distintas latitudes fue elevando exigencias de mayor respeto y protección de nuestros entornos. Ese movimiento —que en un principio posicionó reivindicaciones morales relativas al cuidado de la naturaleza— en poco tiempo comenzó a exigir la aprobación de instrumentos legales capaces de garantizar la protección de las especies, la disminución de la contaminación del agua y la atmósfera o el control sobre sustancia peligrosas, entre muchas otras demandas. Dentro del repertorio de instrumentos legales existentes, los derechos humanos comenzaron a ser identificados como herramientas útiles para la defensa de la naturaleza, debido al papel histórico que han desempeñado en los procesos de lucha por la protección de bienes comunes fundamentales para la vida.

Conviene aquí hacer un breve *excursus* para recordar que los derechos humanos, en sentido amplio, surgieron y se han desarrollado en la historia del constitucionalismo como instrumentos jurídicos orientados a salvaguardar aquellas necesidades, bienes o intereses considerados por una sociedad fundamentales para la vida de las

personas y las comunidades. Cuando a las personas se les dificulta acceder al cobijo de una vivienda, a un grupo de alimentos nutritivos, se les reprime cuando expresan su opinión o padecen enfermedades de forma permanente, la vida se torna difícil, ignominiosa y en ocasiones incluso insufrible. Por ello, en el transcurso de los pasados dos siglos, cuando un bien o valor fundamental ha comenzado a ser amenazado (por poderes públicos o privados) han surgido reclamos hacia el Estado para que éste emprenda acciones de protección especial, capaces de resguardarlo o garantizar el acceso al mismo (Pisarello, vivienda, p. 24). La historia de las luchas por la protección de bienes fundamentales demuestra que cuando una sociedad percibe que una necesidad, o un interés social considerado indispensable para la vida, se pone en riesgo, o deja de estar al alcance de la población, muy pronto aparecen exigencias en clave de derechos humanos para protegerlo.

Eso fue lo que ocurrió en las décadas de los años sesenta y setenta del siglo pasado, cuando distintos actores de la sociedad (universidades, movimientos, pueblos) avanzaron en el conocimiento y visibilización pública del alcance de los graves daños (potencialmente irreversibles) que la especie humana estaba provocando sobre la naturaleza, así como de las consecuencias que ello estaba teniendo sobre otros bienes también considerados clave para poder vivir con dignidad. Dicho robustecimiento y extensión de la conciencia ambiental aportó una doble fundamentación material para exigir la protección de la naturaleza y el medio ambiente a través del discurso de los derechos humanos. Por un lado, porque el deterioro o desaparición del conjunto de seres y bienes comunes que engloban el medio ambiente (las especies, el agua y el aire, el clima, la diversidad genética) son valiosos en sí mismos, así como para la vida de las personas y las comunidades. En segundo lugar, porque dicho conjunto de bienes se relaciona de forma muy estrecha con otras necesidades que también son indispensables para vivir con dignidad (salud, alimentación, trabajo, vivienda, agua, libre determinación, entre

otros), y que ya había sido reconocidas como derechos humanos.

En otras palabras, comenzó a ser obvio que la degradación ambiental implicaba la afectación de recursos y seres con los que la dignidad de nuestra vida se relaciona de forma estrecha (tener que aceptar vivir en un mundo sin otras especies animales o vegetales, o donde los ríos no existan o las temperaturas sean insufribles, sería ignominioso). En segundo lugar, porque esa degradación de la naturaleza comenzó a poner en riesgo bienes y necesidades fundamentales para la vida que ya habían sido protegidos jurídicamente a través del enfoque de derechos. Ambas razones son las que han ido aportando fundamentos para el paulatino reconocimiento del derecho humano al medio ambiente en distintos ámbitos normativos.

Reconocimiento normativo del derecho humano al medio ambiente

Ámbito internacional

Comencemos por el ámbito universal de los derechos, que es donde se ha avanzado menos. A pesar de las intensas discusiones que se han producido en el ámbito de las Naciones Unidas y de que existen Declaraciones e instrumentos jurídicos importantes que reconocen la necesidad de proteger la naturaleza y el ambiente, no deja de sorprender que hasta el día de hoy no exista ninguna Convención o Tratado internacional de las Naciones Unidas que consagre el derecho humano al medio ambiente como derecho autónomo.

Existen pronunciamientos universales muy relevantes en materia ambiental, tales como la Declaración de Río de 1992 o “La Cumbre de la Tierra” (Johannesburgo, 2002,) a través de los cuales se reconoce la relación interdependiente que existe entre la protección del ambiente y el ejercicio de los derechos, o dicho de otra forma, que el posible disfrute de los derechos depende de que exista un medio propicio; sin embargo, ninguno de dichos instrumentos reconocen, en

sentido fuerte, el derecho humano a un medio ambiente. Lo más cercano a ello es lo establecido en el principio no. 1 de la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972 (Declaración de Estocolmo) según el cual “*El hombre tiene derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio ambiente de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar...*”.

Quince años después de esta Declaración, en el anexo I del Informe Brundtland de 1987, se señaló como principio jurídico general el siguiente: “Todos los seres humanos tienen el derecho fundamental a un medio ambiente adecuado para su salud y bienestar”; sin embargo, esta sugerencia de principio no ha sido retomada con esa claridad y contundencia por ningún otro Tratado o Convención internacional. Ninguno de los Tratados, Convenciones o Declaraciones relevantes (ni siquiera las relativas al medio ambiente) han reconocido de forma explícita y contundente ese derecho: ni la Declaración de Río de 1992, ni en la “Cumbre de la Tierra” de Johannesburgo 2002, ni en Río + 20 2012, ni ningún otro. Es verdad que en el artículo 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), relativo al derecho a la salud, se hace una referencia al medio ambiente, como también ocurre en el artículo 24 de la Convención de los Derechos de los Niños de 1989, o en los artículos 4, 7 y 32 del Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas; sin embargo, ello siempre se hace de forma indirecta y en el marco de otros derechos humanos.

Ahora bien, que no haya reconocimiento explícito en los Tratados y Convenciones, no significa que en el ámbito universal de los derechos no existan múltiples e importantes pronunciamientos por parte de distintos organismos (comités, relatorías especiales, grupos de expertos, etc.) sobre el derecho al medio ambiente o sobre las consecuencias directas e indirectas que los daños ambientales pueden tener sobre otros derechos humanos. Por ejemplo, el Consejo de De-

rechos Humanos de Naciones Unidas ha subrayado que el tráfico ilícito, gestión y eliminación de residuos tóxicos constituyen una amenaza para el derecho a la salud y a la vida,¹ o bien que el cambio climático impacta de forma directa en los derechos a la vida, la salud, la alimentación, la vivienda y la libre determinación.² Más allá, con el objetivo de seguir avanzando en la maduración de la idea del medio ambiente como derecho, ese mismo Consejo, en agosto de 2012, nombró a un primer *Experto Independiente sobre la cuestión de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible*. Durante los pasados cinco años, dicho funcionario (John H. Knox) ha elaborado distintos informes y reportes importantes, basados en comunicaciones de los Estados y visitas *in loco*, a partir de las cuales ha ido identificando y sistematizando obligaciones estatales derivadas del derecho humano al medio ambiente.³

Ámbito regional

En el ámbito regional de los derechos humanos la situación es distinta. Ahí sí es posible encontrar múltiples Tratados y Convenciones, dentro de los diversos sistemas, que han reconocido de forma rotunda el derecho humano al medio ambiente.⁴ Por ejemplo, la Carta Africana de los

1 Oficina del Alto Comisionado de Derechos Humanos, Comisión de Derechos Humanos, Resolución 2005/15, 50ª sesión, 14 de abril de 2005.

2 Consejo de Derechos Humanos, Resolución 7/23, Los derechos humanos y el cambio climático, 41ª sesión, 28 de marzo de 2008.

3 Asamblea General de Naciones Unidas, Consejo de Derechos Humanos, 22º período de sesiones, Informe del Experto independiente sobre la cuestión de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible, John H. Knox, A/HRC/22/4324 de diciembre de 2012.

4 No es el caso del Sistema Europeo de derechos donde ni el Convenio Europeo de Derechos de 1951, ni el Tribunal Europeo de Derechos Humanos han reconocido a este derecho como derecho autónomo aunque éste último sí ha dictado diversas sentencias para protegerlo (por conexión con otros derechos) como es el caso López Ostra vs. España en el que se salvaguardó a una familia contra las emisiones de azufre de una planta de tratamiento de agua;

Derechos Humanos y de los Pueblos reconoció este derecho en su artículo 24 desde 1981. También ha sido reconocido de forma explícita por la Declaración de Derechos Humanos de la Asociación de Naciones del Sudeste de Asia y en el artículo 38 de la Carta Árabe de Derechos Humanos, entre otros.

Dentro del Sistema Interamericano, el Protocolo de San Salvador (art. 11) reconoció de forma explícita el derecho que tiene toda persona a vivir en un medio ambiente sano y a contar con servicios públicos básicos, exigiendo a los Estados la promoción, protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente. Con base en dicha disposición, en fecha reciente la CorteIDH emitió la Opinión Consultiva OC-23/17⁵ que aporta elementos importantes para clarificar el alcance del derecho, así como sus obligaciones. En el apartado relativo al contenido del derecho habremos de exponer con detalle parte del contenido de la Opinión.

Además de este significativo documento, también existen sentencias de la CorteIDH que, si bien no han protegido este derecho de forma directa, sí lo han hecho en vía refleja, esto es a través de la interconexión entre el tema ambiental y los derechos protegidos por la Convención Americana, tales como debido proceso, libertad de expresión o derecho a la propiedad. Este último ha sido especialmente importante en la mayoría de los casos resueltos por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) y la CorteIDH relativos a problemáticas ambientales, vinculados a la violación del derecho a la propiedad indígena por grandes proyectos de inversión. Es el caso abordado por la CIDH sobre el Pueblo Yanomami vs. Brasil,⁶ en el que se analizó la construcción de

el caso Öneriyildiz vs. Turquía (2002) que sancionó una explosión de gas metano en el relleno sanitario de Umraniye en la ciudad de Estambul, o el de Tatar vs. Rumanía (2009) en el que el Tribunal concluyó que el Estado rumano violó el Convenio Europeo de Derechos por un desastre ecológico producido por una mina de oro en el río Sasar.

5 Opinión Consultiva OC-23/17 de 15 de noviembre de 2017 solicitada por la República de Colombia.

6 Comisión Interamericana de Derechos Humanos, Resolución No. 12/85, Caso No. 7615, 5 de marzo de 1985.

una carretera en territorio indígena amazónico con afectaciones graves a la vida, la libertad y la salud de la comunidad, o el caso resuelto por la Corte de la Comunidad Mayagna (Sumo) Awas Tigni vs. Nicaragua⁷, en el que se resolvió el problema de la concesión irregular de madera en territorio indígena. A partir de esta última sentencia ese mismo tribunal ha dictado otros fallos en los que se involucran cuestiones ambientales y territorio indígena como el del Pueblo Saramaka⁸ y Moiwana⁹ en Surinam, el Pueblo Kichwa de Sarayaku¹⁰ en Ecuador o los casos de las Comunidades Yakye Axa¹¹ o Sawhoyamaxa¹² en Paraguay. Hasta ahora, la única decisión de la Corte que involucra temas ambientales, sin que ello se relacione con pueblos indígenas, es el caso Claude Reyes vs. Chile¹³, en el que cuatro ciudadanos no indígenas denunciaron la falta de información respecto de un proyecto de deforestación. En este asunto, la Corte resolvió en favor de los peticionarios, con base en el derecho a la libertad de expresión, argumentando que el Estado tenía la obligación de proteger el derecho de acceso a la información en materia ambiental. Como se puede observar, aún con el reconocimiento explícito del derecho a un medio ambiente dentro del sistema, la Corte ha permanecido en su posición de abordar temas ambientales, solo en vía refleja, por interconexión con los derechos reconocidos en la Convención.

7 Caso de la Comunidad Mayagna (Sumo) Awas Tigni vs. Nicaragua. Fondo, Reparaciones y Costas. Sentencia de 31 de agosto de 2001. Serie C, núm. 79.

8 Caso del Pueblo Saramaka vs. Surinam. Excepciones Preliminares, Fondo, Reparaciones y Costas. Sentencia de 12 de agosto de 2008. Serie C, núm. 185.

9 Caso de la Comunidad Moiwana Vs. Surinam. Excepciones Preliminares, Fondo, Reparaciones y Costas. Sentencia de 15 de junio de 2005. Serie C No. 124.

10 Caso Pueblo Indígena Kichwa de Sarayaku vs. Ecuador. Fondo y reparaciones. Sentencia de 27 de noviembre de 2008. Serie C, núm. 245.

11 Caso Comunidad Indígena Yakye Axa vs. Paraguay. Fondo, Reparaciones y Costas. Sentencia de 17 de junio de 2005. Serie C, núm. 125.

12 Caso Comunidad Indígena Sawhoyamaxa vs. Paraguay. Fondo, Reparaciones y Costas. Sentencia de 29 de marzo de 2006. Serie C, núm. 146.

13 Caso Claude Reyes y otros vs. Chile. Fondo, Reparaciones y Costas. Sentencia de 19 de septiembre de 2006. Serie C No. 151.

Ámbito nacional

Estos avances en los sistemas universal y regional de los derechos humanos vuelven pertinente la pregunta sobre si en el ordenamiento jurídico mexicano existe un derecho humano al medio ambiente, como derecho autónomo, que les permita a las personas, en lo individual o lo colectivo, defender un conjunto de bienes cuando éstos sean lesionados. En pocas palabras, ¿puede una persona en México exigir la paralización de una actividad que lesiona su derecho al medio ambiente?

Se trata de una pregunta compleja que a su vez se subdivide en preguntas más específicas, por ejemplo: ¿quién o quiénes son los titulares de ese derecho? ¿Qué obligaciones le imponen al Estado? ¿Ante qué instancia o autoridad se puede acudir para reclamar su violación y exigir la reparación? ¿Cuál es su contenido y alcance? O, dicho de otra forma, ¿qué se puede proteger a través de él?

Se trata de preguntas que en otros ordenamientos jurídicos constitucionales —como por ejemplo el español, donde la propia Constitución distingue entre tipos de derechos— generan muchas dudas y debates. Sin embargo, dentro del ordenamiento jurídico mexicano, donde la Constitución no distingue entre derechos, la mayoría de esas preguntas tienen una respuesta relativamente sencilla.

La primera de ellas ¿existe en el ordenamiento jurídico mexicano un derecho humano al medio ambiente, como derecho autónomo? La respuesta es rotunda: sí. Dentro de nuestro marco jurídico nacional, el derecho humano al medio ambiente es una realidad jurídica incuestionable en tanto que ha sido reconocido en el artículo 4° de la Constitución¹⁴ —que, como ya se ha dicho, no

14 El reconocimiento constitucional de este derecho se dio el 28 de junio de 1999, cuando en el párrafo 5° de artículo 4° constitucional se estableció que: "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar". Trece años después, dicha redacción se modificó para sustituir el adjetivo "adecuado" por el de "sano" y agregar dos párrafos más; en el primero se enfatizó la obligación estatal de respeto y en el otro se estableció que el daño y deterioro ambiental generarán responsabilidad a quienes lo provoquen. La redacción actual en la Constitución es la siguiente: "Toda persona tiene derecho

distingue entre derechos—, cuenta con una ley que lo garantiza¹⁵ y existen sentencias de distintos tribunales que lo han reconocido como tal.

Una segunda pregunta que interesa contestar es ¿quiénes en México son titulares del derecho al medio ambiente? La respuesta se responde con la lectura del párrafo quinto, del artículo 4° constitucional, donde se establece que “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano...”. Toda persona, no admite equivocación. Cualquier persona, de forma individual, puede exigir este derecho. Este mandato constitucional queda reforzado por el artículo 1° de la norma máxima cuyo primer párrafo establece que “En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte...”. Se ha escrito y discutido mucho sobre el carácter colectivo, incluso difuso, del derecho al medio ambiente; sin embargo, en nuestro ordenamiento puede considerarse como un derecho individual, sin que ello excluya la posibilidad de que también sea exigido de forma colectiva.

¿Qué obligaciones le impone el derecho al Estado? Esto también lo responde la Constitución con toda claridad. El propio párrafo quinto del artículo 4° de una pista en su segunda oración: “El Estado garantizará el respeto a este derecho”. Se trata de un énfasis en la obligación de respeto, que como se sabe impone la exigencia de no daño o afectación al derecho. Sin embargo, si acudimos al artículo 1°, párrafo tercero, de la norma máxi-

ma encontramos que ahí se establece, que “Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos”, lo cual incluye el derecho al medio ambiente. Así, a la obligación de respeto (no afectación) prevista en el propio artículo 4°, se le suman la de promoción (dar a conocerlos), protección (defenderlo frente a terceros quienes lo dañen) y la de garantía (emprender acciones para asegurar que las personas puedan disfrutarlo y ejercerlo). A todo ello hay que sumar el catálogo de deberes estatales señalados en ese mismo párrafo donde se establece que “el Estado deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, en los términos que establezca la ley”.

¿Ante qué autoridades se puede reclamar? Igual que en la pregunta anterior, la respuesta se encuentra en el párrafo tercero del artículo 1°: “Todas las autoridades en el ámbito de sus competencias tienen la obligación...”. Cuando la Constitución mandata “Todas las autoridades...” y no distingue entre ellas, resulta obvio que también las autoridades judiciales (y sobre todo ellas) están obligadas a promover, respetar, proteger y garantizar el derecho al medio ambiente. De ahí que no existan dudas sobre la justiciabilidad del derecho al medio ambiente dentro del ordenamiento jurídico mexicano; tanto es así, que -como se señaló más arriba- existen múltiples sentencias, de distintos tribunales federales que han dado entrada a demandas ciudadanas que han reclamado la violación de este derecho y han dictado sentencias para protegerlo y garantizarlo.¹⁶

La pregunta más espinosa y difícil de responder es la última: ¿cuál es el contenido mínimo o alcance del derecho? O ¿qué es lo que podemos exigir que sea protegido en México a través del derecho al medio ambiente?

a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

15 El artículo 1° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente señala que “La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar... (el subrayado es nuestro).

16 Como ejemplo podemos citar el Amparo 28/2004 resuelto por el Cuarto Tribunal Colegiado en Materia Administrativa del Primer Circuito (Caso Delfines); el Amparo en Revisión 88/2017 resuelto por el Tercer Tribunal Colegiado del Vigésimo Séptimo Circuito (Caso Tajamar) así como el reciente Amparo Indirecto 267/2014 conocido por el Juez Octavo de Distrito en Materia Administrativa del Primer Circuito (Caso Canales de San Andrés Mixquic).

Para intentar identificar el contenido de un determinado derecho dentro de un régimen jurídico, lo primero que conviene hacer es acudir a la propia Constitución donde deberían estar establecidos los elementos clave que constituyen a los derechos. Sin embargo, en el caso del medio ambiente, la Constitución aclara muy poco en el párrafo quinto del artículo 4° quedándose en una expresión muy general, que nada precisa sobre el contenido del derecho.

Sin embargo, la propia Constitución establece en el párrafo segundo de su artículo 1° que “las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales...”. Por lo que el siguiente paso es identificar qué elementos de contenido existen en el ámbito internacional de los derechos humanos.

Como ya se ha destacado en párrafos superiores, existen múltiples instrumentos de derechos humanos en el ámbito de las Naciones Unidas que han ido prefigurando a través de informes, recomendaciones y otros instrumentos el contenido del derecho al medio ambiente; sin embargo, en este trabajo, nos interesa concentrarnos en una reciente Opinión Consultiva (23/17) emitida por la CIDH que a la fecha puede considerarse el documento más preciso que con mayor claridad avanza en la identificación de los elementos que dan contenido a este derecho.

Antes de analizarla, es importante subrayar que el principio de interpretación conforme (establecido en el párrafo segundo del artículo 1° de la Constitución arriba citado) no se constriñe a los tratados y convenciones de derechos, sino que obliga a que las autoridades de los Estados acudan a las interpretaciones autorizadas de los tratados, realizadas por los órganos expertos en el derecho internacional, tanto del ámbito universal como regional. En ese sentido, la propia Corte Interamericana ha destacado que su jurisprudencia no solo se integra por sus sentencias, sino que también incluye sus opiniones consultivas,¹⁷ por lo

17 La CIDH a partir de la Opinión Consultiva 21/14 ha establecido que es “necesario que los diversos órganos del Estado realicen el correspondiente control de conven-

que éstas también son vinculantes para las autoridades del Estado mexicano, tal y como también lo ha reconocido el Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación.¹⁸

En la Opinión citada, la CIDH —retomando lo señalado por el Grupo de Trabajo sobre el Protocolo de San Salvador (GTPSS)¹⁹— ha señalado que el ejercicio del derecho al medio ambiente sano debe guiarse por los criterios de a) disponibilidad, b) accesibilidad, c) sostenibilidad, d) aceptabilidad y e) adaptabilidad, que son los elementos que en general suelen constituir —con sus variantes— el contenido mínimo esencial de los derechos económicos, sociales y culturales.

- a. Por disponibilidad, el GTPSS entiende que los Estados deben asegurar la existencia de suficientes recursos para que todas las personas puedan beneficiarse de un medio ambiente saludable. Los recursos que integran un medio ambiente saludable son el aire, el agua, el suelo, los recursos forestales, la biodiversidad, los recursos energéticos y las condiciones atmosféricas. Además, la disponibilidad también supone la posibilidad de que las personas

cionalidad, también sobre la base de lo que señale en ejercicio de su competencia no contenciosa o consultiva”. En tanto las opiniones consultivas “contribuye[n] también y especialmente de manera preventiva, a lograr el eficaz respeto y garantía de los derechos humanos y, en particular, constituye[n] una guía a ser utilizada”, al establecer el ejercicio del control de convencionalidad sobre opiniones consultivas, la Corte Interamericana las sitúa como parte de su jurisprudencia. Opinión Consultiva OC-21/14, de 19 de agosto de 2014, párr. 31.

18 El Pleno de la Suprema Corte de Justicia en la contradicción de tesis 293/2011 señala que “...los criterios emanados de la jurisprudencia emitida por la CIDH resultan vinculantes para los jueces nacionales con independencia de que el Estado mexicano haya sido parte en el litigio, toda vez que dotan de contenido a los derechos humanos establecidos en la Convención Americana sobre Derechos Humanos”. Contradicción de tesis 293/2011, párr. 63.

19 Este Grupo se instaló en mayo de 2010 con el objetivo de evaluar los informes presentados por los Estados Parte. El 8 de junio de 2010 la Asamblea General de la OEA, por medio de la resolución AG/RES.2582 encomendó a dicho grupo la elaboración de un documento de indicadores de progreso sobre los derechos incluidos en el Protocolo de San Salvador, entre los que se encuentra el derecho al medio ambiente. El documento fue finalizado en noviembre de 2013 y aprobado por la Asamblea de la OEA en junio de 2014. OEA/Ser.L/XXV.2.1, GT/PSS/doc.9/13 del 5 noviembre 2013.

puedan acceder a servicios públicos básicos. Si bien el GTPSS reconoce que no existe un listado taxativo de éstos, también señala que la Comisión Interamericana ha reconocido en diversas ocasiones que los servicios básicos son: tubería de agua, alcantarillado, aseo, energía eléctrica y gas.

- b. El concepto de accesibilidad implica que todos los Estados deben lograr que todas las personas, sin discriminación, puedan hacer realidad cuatro dimensiones distintas, aunque interconectadas, sobre el medio ambiente: b.1) la accesibilidad física, implica que todas las personas deberían poder acceder físicamente a espacios ambientales sanos sin que se vean en la obligación de desplazarse de su hogar, escuela o trabajo para buscar condiciones ambientales favorables. En relación con los servicios públicos, la accesibilidad física supone que la cobertura de éstos, esté ampliamente extendida; b.2) la accesibilidad económica supone que el acceso al medio ambiente sano de todas las personas no puede quedar condicionado por la capacidad económica de las personas. El Estado debe emprender acciones para lograr eliminar las barreras económicas que le impidan a las personas acceder a un medio ambiente sano y los servicios públicos; b.3) la no discriminación implica que todas las personas, sin importar sus características, raciales, étnicas, de género, edad, socioeconómicas, de discapacidad o cualquier otra puedan acceder al medio ambiente sano y a los servicios públicos; b. 4) el acceso a la información supone la posibilidad de que todas las personas puedan acceder a la información relativa del medio ambiente y los servicios públicos que exijan o bien que puedan difundir la que construyan o conozcan.
- c. Por sostenibilidad, el Grupo de trabajo ha señalado que debe entenderse el cruce entre los criterios anteriores (disponibilidad y acceso) con el objetivo de asegurar que las generaciones futuras también puedan tener acceso a un medio ambiente sano y a los servicios públi-

cos. La sostenibilidad, como lo han señalado otros instrumentos se refiere a que el uso de los bienes comunes no se haga de tal forma que los agote sino todo lo contrario, que se permita su renovación para disminuir los riesgos ambientales.

- d. La calidad es un elemento también central en la configuración del contenido del derecho en tanto que exige que los elementos constitutivos del medio ambiente (agua, aire, suelo y otros) no se degraden en sus condiciones físico-químicas, biológicas u otras que los hagan aceptables a las personas de acuerdo con los estándares internacionales.
- e. La noción de adaptabilidad apunta al hecho de que las personas y las sociedades no tienen criterios uniformes de lo que se considera “sano”. En ese sentido, el derecho al medio ambiente exige que los Estados no solo se guíen por criterios técnicos de cumplimiento de estándares medioambientales (basados en mediciones científicas de calidad), sino que incorporen en la discusión elementos culturales, contextuales que pueden hacer variar de una sociedad a otra lo que es aceptable.

Por lo que se refiere a las obligaciones que los Estados parte asumen frente al derecho, además de las señaladas en la Constitución Mexicana en el párrafo tercero del artículo 1° (promoción, respeto, protección y garantía), la Opinión Consultiva 23/17 ha especificado cinco más: a) garantizar a toda persona sin discriminación alguna, un medio ambiente sano para vivir; b) garantizar a toda persona, sin discriminación, el acceso a servicios públicos básicos; c) promover la protección del medio ambiente; d) promover la preservación del medio ambiente, y por último e) promover el mejoramiento del medio ambiente. Todas ellas deben guiarse por los elementos que conforman el contenido esencial mínimo del derecho conformado que arriba se han expuesto.

Es importante destacar que si bien es cierto que la Ley marco sobre la protección del ambiente en México (LGEEPA) no fue diseñada con base

en un enfoque de derechos humanos²⁰, sino más bien como una norma que organiza a la administración pública y otorga competencias a las distintas autoridades en la materia, también es cierto que dentro de ella podemos encontrar elementos que dialogan con lo que la COIDH ha comenzado a identificar como el contenido y las obligaciones del derecho al medio ambiente. Por ejemplo, la fracción tercera del artículo 1° de la LGEEPA señala que entre los objetivos principales de la ley están los de establecer las bases para la preservación, restauración y mejoramiento del ambiente. Esos tres elementos coinciden con tres de las cinco obligaciones establecidas por la Opinión Consultiva 23/17. Los conceptos de protección y preservación del ambiente son omnipresentes en la ley, por lo que muchas de las obligaciones de política pública establecidas en la misma podrían ser interpretadas como obligaciones vinculadas al derecho humano al medio ambiente que podrían ser denunciadas y litigadas ante tribunales por violación al mismo. La noción de mejoramiento aparece mucho menos pero también hay señalamientos explícitos en la ley sobre ello que podrían ser motivo de demandas judiciales en caso de incumplimiento.

Lo que queremos indicar con lo anterior es que en la actualidad es posible comenzar a pensar los daños que personas, comunidades y pueblos están padeciendo en la etapa actual de la globalización y el neoextractivismo para traducirlos al lenguaje de derechos humanos y reclamarlos ante los tribunales federales a partir de lo establecido

20 Por ejemplo, la LGEEPA, que es la ley marco sobre la materia plantea como objetivo principal (en su artículo 1°, párrafo I), establecer las bases para "...garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar". Sin embargo, cuando se analiza toda la ley (salvo esa declaración y la que se establece en el artículo 15, fracción XII), no se alude en ningún otro momento al derecho humano al medio ambiente por lo que no queda claro cuales de las obligaciones establecidas en la ley se desprenden del derecho ni que es lo que la ciudadanía podría alegar a través del mismo o si podría intentar alegar cualquier contenido de la ley como parte del su derecho fundamental al medio ambiente. En otras palabras, la ley no contribuye en la precisión sobre el contenido esencial mínimo del derecho ni de las obligaciones que se desprenden del mismo hacia las autoridades estatales.

en nuestra constitución, en el derecho internacional —sobre todo en la Opinión Consultiva 23/17 de la COIDH— y nuestra ley ambiental.

El SUSMAI-UNAM y violaciones al derecho humano al medio ambiente

Gran parte de las preocupaciones planteadas por los distintos especialistas en este trabajo podrían ser traducidas al lenguaje de los derechos humanos y a partir de ello convertirlas en exigencias jurídicas obligatorias que podrían ser exigidas a las autoridades, incluso acudiendo a Tribunales Federales para reclamarlas; veamos algunos ejemplos.

En el apartado “problemática y política del agua” se aportan datos preocupantes relativos a la calidad de las aguas en el país. Con base en información de la Auditoría Superior de la Federación (ASF) —obtenida a partir de la realización de auditorías elaboradas sobre diversas cuencas— se sabe que el 40% de las que fueron evaluadas con base en indicadores de calidad del agua, tenían grados importantes de contaminación por metales tóxicos y sustancias radioactivas. Cualquier persona o colectivo habitante de dichas cuencas capaz de demostrar que su suministro de agua contiene alguno de dichos contaminantes —por encima de lo legalmente permitido— podría alegar ante Tribunales que se le ha violado el derecho al medio ambiente, en tanto que el elemento *calidad* está siendo afectado, con fundamento en el artículo 4° de la Constitución en interpretación conforme con el artículo 11 del Protocolo de San Salvador y la Opinión Consultiva 23/17 emitida por la COIDH. En ese mismo apartado de la agenda se señala que la ASF también detectó que en 2015 la Conagua otorgó 1124 concesiones para extracción de agua subterránea en 306 cuerpos de agua sobre explotados. Esta situación también podría demandarse, en un juicio de amparo, por una persona o colectivo que demuestre abastecerse de dichas fuentes, señalando la violación del elemento de *disponibilidad* del contenido del derecho al medio ambiente.

En el apartado “Condiciones de la biodiversidad” se expone que debido a las presiones que los mercados están generando sobre recursos naturales a través de prácticas agrícolas, mineras o turísticas de alto impacto, se está produciendo la degradación y agotamiento de sistemas naturales. Si una comunidad indígena o campesina, habitante de un bosque, padece la llegada intempestiva de un megaproyecto que impacta de forma significativa su entorno, y produce la fragmentación del ecosistema o el aislamiento de determinadas especies, también podría exigir ante tribunales la protección del derecho al medio ambiente por afectar el elemento de *sostenibilidad* del mismo establecido por la Opinión Consultiva 23/17 de la COIDH.

En el apartado sobre “Las Ciudades de México” se señala que no solo existe un patrón no sustentable de la ocupación del territorio por el crecimiento de las ciudades, sino que éste se produce en un marco de distribución desigual de bienes comunes. Se especifica que las áreas verdes se encuentran distribuidas de forma heterogénea y que los habitantes de las zonas más pobres no tienen acceso a ellas mientras que los habitantes de zonas ricas sí. Esta situación inequitativa también podría ser traducida al lenguaje de los derechos, como exigencia hacia las autoridades, argumentando que el derecho humano al medio ambiente prevé el acceso físico al mismo en condiciones de igualdad y no discriminación.

Así como éstos, muchos de los problemas analizados y expuestos aquí pueden encontrar con facilidad una traducción al lenguaje de los derechos humanos. De la ciudadanía organizada

y consciente de sus derechos dependerá que las autoridades estatales y los poderes privados comiencen a cumplir con aquellas obligaciones que han sido establecidas por el derecho internacional de los derechos humanos, así como por nuestra Constitución, y que algunos tribunales tanto nacionales como internacionales ya han comenzado a proteger.

Referencias

- Alonso García, M. C. 2015. *La protección de la dimensión subjetiva del derecho al medio ambiente*. España: Aranzadi.
- Canosa Usera, R. 2000. *Constitución y Medio Ambiente*. Argentina: Dykinson.
- Carmona Tinoco, J. U. y J. M. Hori Fojaco, (coords.). 2010. *Derechos Humanos y Medio Ambiente*, México: UNAM/IIJ/Semarnat.
- CNDH. 2015. *El Derecho a un Medio Ambiente Sano desde una Perspectiva Internacional*, México.
- CNHD, 2016. *Biodiversidad y derechos humanos*, México.
- De Faria Moreira, G. y V. De Oliveira Mazzuoli. 2015. Protección jurídica del medio ambiente en la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, *Revista Internacional de Derechos Humanos*. 5(5).
- Franco del Pozo, M. 2000. *El derecho humano a un medio ambiente adecuado*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Pisarello, G. 2013. *Vivienda para todos: un derecho en (de)construcción*. Barcelona: Icaria.
- Nava Escudero, C. 2012. *Ciencia, Ambiente y Derecho*. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.



Conclusiones

Leticia Merino Pérez



A partir de 1980, los organismos financieros internacionales impulsaron alrededor del mundo el paradigma de la supremacía de los mercados como instituciones rectoras de la vida económica y social. Este postulado fue asumido por los gobiernos de la mayoría de los países como una fórmula incuestionable y necesaria para alcanzar el desarrollo económico. El resto de las metas sociales se cumpliría en consecuencia. Dentro de las grandes reformas impuestas a las sociedades en este contexto, destacan por trascendencia: la renuncia por parte de los estados a sus capacidades regulatorias en materias económica, social y ambiental; la apertura de las economías nacionales a las corporaciones transnacionales y a los mercados globales; el trato fiscal preferencial a estas empresas, justificado por sus supuestos beneficios para las economías y sociedades locales, y, finalmente, el debilitamiento, incluso el abandono por parte de los estados, de la provisión de bienes públicos fundamentales como la salud, la educación, el acceso a agua y la energía, espacios que fueron crecientemente privatizados y sujetos a una lógica de lucro.

Al cabo de más de tres décadas de esta gran reorientación, la economía mundial ha crecido de manera exponencial pero los beneficios de este crecimiento para la gran mayoría son inciertos. La riqueza de los ocho mayores billonarios del planeta equivale a la del 50% más pobre de la humanidad. Los supuestos de que los mercados serían capaces por sí mismos de internalizar los costos sociales y ambientales de la actividad económica, de que la desigualdad social se revertiría con los años y de que la globalización económica beneficiaría a todos los países participantes en ella han resultado claramente falaces (Ha-Joon Chang, 2010). En América Latina y África no solo el crecimiento económico ha sido pobre, sino que al interior de los países se ha generado una enorme desigualdad de riqueza, status y poder; un deterioro ambiental sin precedente y un fortalecimiento de esquemas autoritarios de gobierno que han dado pie a repetidas crisis sociopolíticas y económicas. Se estima que a la fecha se ha destruido en gran medida la capacidad del planeta para sostener la vida tal como la conocemos.

Otro de los impactos de la globalización económica neoliberal para aquellos países “en vías de desarrollo” que por décadas habían impulsado a sus industrias

nacionales ha sido el retroceso o quiebra de estas actividades y la rearticulación de los países como productores de materias primas y/o *commodities*,¹ producidos por o para corporaciones agroindustriales y mineras. En América Latina este proceso ha sido particularmente fuerte dada la gran riqueza de recursos naturales: agua, minerales y tierras, entre otros.

En México, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, firmado en 1994, ha sido el mecanismo central de la articulación económica del país a la economía global bajo el esquema neoliberal. Su implementación ha marcado un parateguas en la historia social y ambiental del país. Los cambios legales que acompañaron al TLCAN han implicado un cambio radical en el papel del Estado, que pasó de ser responsable de los recursos naturales estratégicos en pro del bien de la nación, a asumirse como facilitador del acceso de las corporaciones globales al agua, los minerales y las tierras del país, prácticamente sin restricciones ni obligaciones. Si bien la propiedad pública de las aguas y los recursos del subsuelo -que establece la Constitución-, se mantuvo formalmente, perdió su sentido de salvaguarda del bien común, plasmado en el art. 27 constitucional. A partir de los sistemas de concesiones impuestos por la nueva legislación, las sociedades locales, los productores campesinos y los grupos indígenas cuya propiedad de la tierra se había constituido mediante modelos tales como tierra ejidal o comunal, han perdido el acceso a recursos fundamentales para su vida. El acceso a las tierras ejidales y comunales también se abrió a los mercados, forzando -como en otros campos- relaciones mercantiles y de competencia entre actores profundamente desiguales: corporaciones hoteleras y agroindustriales versus campesinos y comunidades locales empobrecidos. También en este rubro los resul-

tados han sido el despojo, la migración forzada por la falta de opciones (que se desató a los pocos años de la firma del TLCAN), o bien opciones precarias de trabajo para los jóvenes pobres como jornaleros, mineros o albañiles en las tierras anteriormente propias, orillando a las nuevas generaciones a buscar fuentes de empleos incluso en la delincuencia

En la propuesta neoliberal, el esquema económico de libre mercado que debía mover a México hacia el desarrollo anhelado y erradicar la pobreza, generaría también los recursos necesarios para atender y remediar los problemas ambientales ocasionados por las actividades económicas en las primeras fases del proceso. Luego de más de tres décadas las promesas de desarrollo y modernidad permanecen sin cumplirse; en cambio, el desastre ambiental y sus implicaciones sociales han adquirido proporciones hasta hace poco inimaginables.

Entre los indicadores de este desastre destacan: 9 millones de personas sin acceso al agua entubada y falta de acceso a agua potable en las llaves para la mayoría de la población (Conagua, 2016); 191 cuerpos de aguas superficiales contaminados; extensa sobreexplotación de los acuíferos²; más de 40% de las cuencas contaminadas con metales pesados, sustancias radioactivas, plásticos y microplásticos³; ausencia de tratamiento para 43% de las aguas residuales, mismas que se utilizan para riego; control de los sistemas agroalimentarios mexicanos por corporaciones transnacionales alimentarias; una tercera parte de la población del país con malnutrición; 3 de cada 10 menores y 7 de cada 10 adultos con sobrepeso u obesidad; pronóstico de agotamiento total de los suelos en 60 años; riesgo ecológico, sanitario y social por el uso de transgénicos y de los agroquímicos asociados a ellos; 2,600 especies de plantas, mamíferos y aves en riesgo de extinción; extensa eutrofización de cuerpos de agua y mortandad masiva de po-

1 Las *commodities* son bienes con valor o utilidad y muy bajo nivel de diferenciación. Los precios de estos bienes se fijan en los mercados financieros globales. Los márgenes de ganancia de este tipo de bienes son muy reducidos. Aunque en muchos casos se trata de materias primas, algunos productos con cierto grado de elaboración también se comportan como *commodities* en los mercados mundiales.

2 El agua que se extrae equivale a 160% de la recarga.

3 La norma ambiental vigente, la NOM 001, de 1996, solo establece el control de 8 de las 80 sustancias de recargas industriales.

linizadores; extracciones ilegales de madera más de dos veces mayores que las extracciones legales; 290 derrames de petróleo al año en promedio;⁴ toneladas de plástico vertidas cada año al mar y 840 partículas de microplásticos como consumo promedio anual de los mexicanos; 63 de las 114 áreas naturales del país con presencia autorizada de minería⁵ y 23% de la superficie forestal sujeta a concesiones mineras; 102 conflictos no resueltos entre mineras y comunidades locales debido a la imposición de proyectos mineros y sus impactos ambientales; un consumo de agua (reportado) de las empresas mineras equivalente al volumen necesario para satisfacer el derecho humano al agua del 10% de los mexicanos; más de 10,748 millones de toneladas de residuos de roca⁶ como desechos anuales de la minería.⁷

Las responsabilidades de los distintos grupos sociales en la destrucción ambiental son desiguales. No solo los grupos con mayores ingresos realizan un consumo más dispendioso y con mayores impactos, sino que -en términos globales y nacionales-, las actividades económicas de quienes concentran la riqueza, producen, en general, mayor deterioro de los ecosistemas y recursos naturales.⁸ Estos grupos tienen también desproporcionada capacidad y recursos para influir en la legislación, la normatividad y las políticas públicas, en favor de sus intereses, con escasa consideración por el interés público. Durante años, las corporaciones transnacionales y las actividades de los productores orientados a la exportación se han beneficiado de políticas de acceso irrestricto a recursos naturales, así como de subsidios y

exenciones fiscales, impuestos desde la desigualdad de capacidades políticas, que reproducen y profundizan la desigualdad económica.

Cabe destacar que hasta el fin de la administración 2012-2018 los subsidios agropecuarios en México se encontraban entre los más regresivos del mundo. Las “ventajas comparativas” de los productores de cerveza, aguacate, tequila y moras radican en gran medida en este sesgo de la política pública y en su carácter “extractivista”. Esto es, en su amplio acceso a subsidios y en su capacidad de “exportar naturaleza”, a partir de su acceso gratuito al agua y a la energía, de la productividad que mantienen a costa de la contaminación y agotamiento de los suelos, cuerpos de agua y diversidad genética.

A manera de compensación por el desastre ambiental en la mayor parte de los territorios mexicanos, la visión de lo ambiental de la élite se reduce a la preservación de especies emblemáticas y ecosistemas supuestamente prístinos, segregando territorios a la presencia humana, incluso la de sus pobladores tradicionales, a quienes se culpa del deterioro de estas manifestaciones de la diversidad de la vida. Sin negar la importancia de la preservación de la extraordinaria biodiversidad mexicana, urge hoy construir visiones y políticas más comprensivas e incluyentes en torno a la construcción de la sustentabilidad para el país, como dimensión fundamental de la vida social y no a expensas de los más vulnerables.

En contraste con las políticas económicas y territoriales en favor de los grupos de poder, muchos de quienes viven en condiciones de pobreza, han sido privados del acceso a medios de vida y recursos necesarios cotidianamente, además de estar expuestos a condiciones de alimentación, hábitat y desplazamiento precarias, incluso tóxicas. La presencia cada vez mayor de enfermedades como la diabetes, la obesidad, la violencia, y posiblemente la leucemia y el cáncer, son mayores entre los más pobres y vulnerables. Los problemas ambientales se traducen con gran frecuencia en problemas de salud pública y justicia social, su atención ha pasado a ser un tema fundamental de

4 Entre 2007 y 2012.

5 Según información de Cartocritica, en 75% de las áreas de protección de los recursos naturales, 63% de las reservas de la biosfera, 47% de las áreas de protección de flora y fauna, 22% de los santuarios y en 15% de los parques nacionales existe una concesión minera.

6 Información correspondiente a 2014.

7 Datos de 2014.

8 La supuesta “desmaterialización de las economías” una vez que éstas alcanzan mayores niveles de desarrollo económico no es real en términos de la economía global, la producción y consumo de las países mayormente dependiente en servicios se compensa con la producción de materias primas y bienes manufacturados de otras regiones del mundo (Ha-Joon Chang, 2010).

derechos humanos y de justicia, cuya atención ha sido ignorada durante años en la agenda política.

Hasta hoy el gobierno de México ha ido al extremo de permisividad frente a las implicaciones ambientales de la actividad de las corporaciones, manteniendo regulaciones incluso más laxas que las de la mayoría de los países latinoamericanos. Entre los “botones” de una amplia muestra destacan la Norma Oficial Mexicana 001, que no se ha modificado desde 1997 y regula solo 8 de las 80 sustancias que las industrias desechan en el agua; el acceso preferencial de las empresas mineras al agua sin necesidad de obtener una concesión; los lineamientos de uso del agua para la fractura hidráulica y la extracción de gas lutitas y el uso de 180 plaguicidas altamente tóxicos, 140 de los cuales han sido prohibidos en otros países.⁹ Considerando estos casos no resulta extremo reconocer que el país enfrenta un caso típico de “captura regulatoria”.

Junto a las graves deficiencias de la normatividad ambiental para velar por la salud de la población y de los ecosistemas, las capacidades institucionales de vigilancia y sanción resultan hoy extremadamente precarias. En este sentido, la actuación de la Conagua, creada pocos años antes de la firma del TLCAN, es un caso típico de incapacidad institucional, como ha evaluado la propia Auditoría Superior de la Federación (ASF). Al sobreconcesionamiento del agua que la Conagua ha promovido se suma la incapacidad de la institución para medir el volumen de agua que consumen los concesionarios (71% del agua concesionada no se mide), monitorear las concesiones (se vigila el 1.7%) o cobrar los derechos de uso (95.2% de las concesiones de agua no pagan derechos). En el ramo minero el panorama es aún más crítico: entre 2011 y 2015, según información de la ASF, la Secretaría de Economía revisó únicamente 5.1% de las concesiones otorgadas.

Como ejemplos de la incapacidad institucional de frenar la destrucción de los territorios,

9 El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica) enfoca su actividad en certificar la inocuidad de los productos agroalimentarios de exportación.

incluso cuando las acciones que generan el deterioro son ilegales, vale la pena mencionar: la negligencia de la Comisión Federal para la Prevención de los Riesgos Sanitarios (Cofepris, adscrita a la Secretaría de Salud), de la Semarnat y la Sader para frenar la contaminación con glifosato¹⁰ en el municipio de Hopelchén, que pone en riesgo la salud de buena parte de los habitantes de la Península de Yucatán y ha llevado a la quiebra a numerosos apicultores mayas de esa región; la expansión de las huertas de aguacate en más de 30% de los bosques templados de la Meseta Purépecha en Michoacán, sin contar con un solo permiso de cambio de uso del suelo; o el derrame 40,000 metros cúbicos de lixiviados de sulfato de cobre en los ríos Bacanuchi y Sonora provocado por la empresa Buenavista del Cobre, propiedad del grupo México, la mayor corporación minera del país y quien no contaba con un Programa de Prevención de Riesgo en el momento del accidente. El descuido de la operación de la minera resultó en afectaciones directas a 24,000 personas y daños irreversibles a los ecosistemas, frente a la pasividad de las autoridades y el cobro de una multa equivalente a 0.1% de las ganancias de la mina.

Las agresiones que las comunidades y productores campesinos, muchos de ellos pertenecientes a grupos indígenas, han sufrido como resultado de la imposición de “megaproyectos” han sido constantes en las pasadas décadas. Además de la destrucción de los entornos, los megaproyectos confrontan a los miembros de las comunidades, deteriorando sus bienes comunes más valiosos: la confianza y las capacidades de cooperación y convivencia. Interrogados recientemente, sobre los impactos más graves de la imposición de una termoeléctrica en la comunidad nahua de Huexca, Morelos, los niños en edad escolar respondieron que estos eran la pérdida de confianza entre las gentes de la comunidad y el incremento de los conflictos entre ellos.

10 Sustancia clasificada como cancerígena por la Organización Mundial de la Salud desde 2015.

Desde hace años, las actividades productivas y de protección ambiental de los medianos y pequeños campesinos, que en muchos casos son herederos de importantes legados de uso y manejo de la agrobiodiversidad, biodiversidad y los territorios forestales de México, dejaron de recibir recursos públicos. Vistos como actores productivos obsoletos o inviables, ellos se convirtieron en objetos de políticas asistenciales de subsidio al consumo con manejos frecuentemente clientelares. Sin embargo, como se documenta en este trabajo, muchas comunidades y pequeños productores sostienen importantes experiencias de resistencia, tanto de movilización en defensa de sus territorios, como de uso sustentable de distintos recursos y ecosistemas. Son los casos en el sur del país, de los productores de café y cacao de sombra, de los apicultores atentos a la floración de los ecosistemas, de los productores de carne bajo sistemas agro-silvo-pastoriles, y de las comunidades forestales productoras de madera, resina y aguas de manantial en el sur, centro y norte de México. Se trata de importantes experiencias económicas, sociales y de protección ambiental que se nutren de valores de autonomía, reciprocidad y bienes comunes y que portan un importante potencial de construcción social, de economías locales y sustentabilidad.

A más de un año de haberse publicado la “Agenda Ambiental 2018” y de haber presentado sus diagnósticos y propuestas a las distintas coaliciones que compitieron por la presidencia de la república, el reconocimiento cabal de los problemas ambientales y de sus graves implicaciones sociales por parte de las instituciones gubernamentales es hoy una tarea pendiente. La gravedad de estos problemas, su rápido avance y en algunos casos, su carácter irreversible, exige un giro radical de la política pública basado en la acción interinstitucional, en respuesta a la transversalidad de los problemas ambientales y su presencia en las distintas esferas de la vida social y la actividad económica.

El presidente de México ha anunciado en diversas ocasiones su voluntad de concluir con el

proyecto económico neoliberal. Esta voluntad es indudablemente motivo de gran esperanza, sin embargo, uno no puede dejar de preguntarse cuál es el significado concreto de esta intención. ¿Qué implica rebasar el neoliberalismo y cuáles son la política y estrategias de este cambio en materia ambiental? El sentido central de esta intención debiera referirse fundamentalmente a la recuperación por parte del Estado de su papel de responsable del bien común y de proveedor de bienes públicos fundamentales como el agua, la educación, la seguridad, la paz y la salud de los ecosistemas y los ciudadanos. Esta reorientación política fundamental debe buscar revertir las consecuencias desastrosas de haber dejado el cuidado y provisión de estos bienes a los mercados y al capital. En este sentido, la acción política que busque reconstruir la necesaria confianza social en las instituciones debe tener como ejes:

- ▶ Una revisión profunda de las leyes y regulaciones ambientales y sociales de la actividad económica, particularmente aquellas establecidas a partir de la firma del TLCAN, que han convertido los sistemas y recursos naturales en “capital natural” a la disposición de las corporaciones extractivistas.
- ▶ El fortalecimiento y construcción de capacidades institucionales que permitan que el Estado cumpla de nueva cuenta con su papel de garante del acceso a la salud pública y al medio ambiente sano, derechos humanos reconocidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- ▶ El fortalecimiento de las sociedades y economías campesinas y locales, conocedoras de las condiciones locales, e interesadas en primera instancia en su mejora y sustentabilidad. Sociedades locales que la política pública debe reconocer como proveedoras de bienes públicos de interés fundamental para el país: paisajes bioculturales, territorios sustentables y agrobiodiversidad.
- ▶ El compromiso con el logro del bien común a partir de la participación ciudadana y la

democracia, fundamentales en la construcción de la sustentabilidad y la paz social.

- ▶ Redefinir la inserción económica de México en la economía global, como productor de *commodities* a expensas de la seguridad alimentaria y el futuro ambiental, con escasos beneficios para la sociedad.

En el campo socioambiental revertir el neoliberalismo implica rebasar la concepción de lo ambiental prevaleciente entre las élites y en la mayoría de las instituciones gubernamentales, reducido a la protección -socialmente excluyente- de especies emblemáticas y ecosistemas prístinos. Exige considerar lo ambiental como una dimensión fundamental de la vida cotidiana, una condición de salud pública y la seguridad alimentaria. Asumir una concepción informada y responsable, distinta a la vergonzosa visión de la conservación como prevalencia de “jaguales gordos y niños famélicos”, expresada recientemente por un funcionario federal, como justificación de la construcción de obra pública.¹¹

Los procesos de deterioro ambiental en México tienen lugar en el contexto dramático del cambio ambiental global, que incluye la presencia y sinergia de procesos de deterioro, entre ellos: el cambio climático, la acidificación de los océanos, la pérdida de biodiversidad y de cobertura forestal, el agotamiento de los cuerpos de agua dulce, el desbalance de los ciclos del nitrógeno y el fósforo (relacionado con el uso excesivo de fertilizantes) que resulta en la eutrofización de los mares y cuerpos de agua, el deterioro de la capa de ozono, la contaminación de la atmósfera por aerosoles y la contaminación química presente en los suelos, los cuerpos de agua y los más diversos organismos vivos. Estos procesos están presentes y afectan las distintas regiones del mundo y al sistema tierra como tal. Como se expone en los distintos

11 “No ganamos nada como país con tener jaguares gordos y niños famélicos”, declaró Rogelio Jiménez Pons, director del Fondo Nacional de Fomento al Turismo y responsable del proyecto del “Tren Maya”. Una de las notas que consignó la declaración: www.animalpolitico.com/2019/02/tren-maya-proyecto-construccion-comunidades-indigenas/.

trabajos de este libro, en nuestro país, estos procesos, obedecen a dinámicas particulares, además de ser potenciados por algunos procesos globales como el de cambio climático.

Una política ambiental que busque contener y en lo posible revertir, los procesos de deterioro, requiere acciones locales, nacionales y participación en los esfuerzos globales. Los distintos capítulos de esta “ruta para el cambio” presentan propuestas en las que se expresan las líneas que hemos propuesto como ejes de la política de fin del neoliberalismo en el campo socioambiental. Entre ellas es importante subrayar:

- ▶ Regresar a una gestión del agua sin fines de lucro. Condicionar el acceso a aguas nacionales al cumplimiento de la normatividad, la eliminación de tóxicos, el pago de derechos, la inspección y la sanción del incumplimiento de las normas. Reducir progresivamente los volúmenes extraídos para usos no asociados con los derechos humanos hasta restaurar cuencas y cuerpos de agua subterráneos. Exigir un dictamen sociohídrico independiente para la autorización de proyectos en los territorios de comunidades, ejidos y pueblos indígenas. Prohibir el uso del agua en la minería tóxica y en la fractura hidráulica para la obtención de gas lutitas. Otorgar recursos públicos suficientes para las obras locales de agua, el saneamiento y eliminación de contaminantes en aguas residuales y el manejo de las cuencas, evitando la privatización de la administración de las aguas municipales y el deterioro ambiental. Garantizar el pleno acceso público a la información sobre el agua y su gestión. Poner fin a la corrupción e impunidad imperante en la gestión del agua, así como la democratización de las decisiones sobre el agua y las cuencas y avanzar rápidamente hacia una nueva legislación del agua que recoja las propuestas de la iniciativa ciudadana de Ley General de Aguas.

- ▶ Revertir las políticas impulsadas desde la implementación del TLCAN que han generado la

destrucción de las economías, sociedades y culturas campesinas. Orientar la política agrícola a partir del reconocimiento de la enorme importancia y potencial de la pequeña agricultura para la seguridad alimentaria, la conservación, el desarrollo de paisajes bioculturales y la protección de la agrobiodiversidad. Reorientar drásticamente los subsidios en favor de los pequeños y medianos productores agrícolas. Regular estrictamente el uso de plaguicidas y fertilizantes, con criterios de protección ambiental y de salud pública. Prohibir el uso de semillas transgénicas. Proteger los cultivos de productos básicos y de pequeños productores (maíz, frijol, arroz, chile, jitomate, café) en el mercado nacional, dando un impulso particular al cultivo del maíz. Tiene también una importancia estratégica promover a lo largo del país, estrategias abocadas a la conservación y restauración de suelos.

- ▶ La agrobiodiversidad es una dimensión fundamental de la biodiversidad mexicana y un legado patrimonial del país de enorme importancia. Vale la pena recordar que una de cada siete plantas que se consumen actualmente en el mundo provienen originalmente de Mesoamérica. La conservación y el desarrollo de la agrobiodiversidad y de los conocimientos tradicionales y locales en que ésta se basa, solo puede lograrse manteniendo las prácticas y la acción colectiva que les han dado origen. Favorecer la agrobiodiversidad mexicana requiere, además de políticas de promoción de las economías y sociedades campesinas, acciones específicas orientadas a la reconstrucción tecnológica y cognitiva de los sistemas agrícolas, agroforestales, agropecuarios y forestales tradicionales.
- ▶ Otras acciones específicas de política pública centrales para la conservación de la agrobiodiversidad son: la protección contra la biopiratería, la erradicación paulatina del uso de herbicidas, considerando que 90% de las plantas que se consumen en México son silvestres, en muchos casos semi-cultivadas. Promover

mercados populares para los productos campesinos, y no necesaria o únicamente mercados de elites. Promover activamente prácticas y espacios de sistematización y difusión del uso de la biodiversidad y de los sistemas productivos tradicionales, incluyendo especies silvestres y semicultivadas, iniciativas como la que durante décadas ha venido realizando el Jardín Etnobotánico de Oaxaca. Proteger el uso de especies nativas que se emplean para la medicina tradicional mexicana.¹²

- ▶ Fortalecer los trabajos que han venido realizando la Conabio y la Conanp, si bien es importante replantear la estrategia de protección y conservación de la biodiversidad. La política de áreas naturales protegidas debe incorporar e impulsar nuevas categorías de protección como los corredores biológicos y los paisajes bioculturales, figuras que incorporan y promueven prácticas locales de uso y manejo sustentable de los ecosistemas y recursos y se basen en el sentido identitario, el compromiso y la participación de las comunidades y sociedades locales. La democratización del funcionamiento de las ANP y de la propia Conanp son tareas igualmente importantes para un fortalecimiento real de la política de conservación de la diversidad biológica mexicana.
- ▶ A la par de la política de conservación de ecosistemas de interés especial mediante el establecimiento de áreas naturales protegidas ANP, urge una estrategia comprometida con mantener la integridad y funcionalidad de comunidades biológicas y los ecosistemas. Una estrategia integral de protección de la biodiversidad debe incorporar urgentemente acciones de: control de las especies invasoras, erradicación de agrotóxicos con permanencia en

12 En 2016 la Cofepris inició una campaña para prohibir medicina tradicional, afectando a comerciantes del mercado de Sonora, lugar que tradicionalmente se venden plantas para estos fines. Esta medida favorece a las grandes farmacéuticas que buscan apropiarse de esta medicina alternativa milenaria que tenemos en los países de América Latina. Información disponible en: www.animalpolitico.com/una-vida-examinada-reflexiones-bioeticas/sustento-cientifico-de-la-medicina-tradicional/.

los ecosistemas como el DDT, el DDE y el DD y los neonicotinoides, con efectos muy severos en las poblaciones de insectos polinizadores, de los que depende el acceso de las sociedades a las vegetales fuentes de vitaminas naturales. Es importante explorar y promover el control natural de plagas, incluyendo las de dengue y Chikunguña, cuya presencia en México se ha incrementado en años recientes.

- ▶ La política forestal expresa una débil comprensión de las dinámicas de las regiones y las comunidades forestales de México. Diversas medidas de inversión pública, normativas, de vigilancia y comercio exterior, resultan hoy en obstáculos para las experiencias de producción sustentable y conservación comunitarias. Durante décadas, gran parte de la inversión pública forestal se ha dedicado a la reforestación, suponiendo equivocadamente, desde una visión ajena a las condiciones de las regiones forestales, que ésta es la estrategia adecuada para responder a la deforestación en las diversas regiones del país, con muy pobres resultados. Las propuestas que los autores realizan comprenden: asumir el manejo forestal comunitario como eje de la política sectorial, el respeto a los derechos humanos y comunitarios de comunidades forestales frente a megaproyectos mineros y agroindustriales, entre otros; el impulso a la economía forestal campesina, evitar la sobrerregulación de las actividades forestales, fortaleciendo las capacidades comunitarias e institucionales de monitoreo y las capacidades institucionales de sanción de quienes son en realidad los mayores infractores.
- ▶ Las costas son hoy en día los ecosistemas más deteriorados del planeta. Las dinámicas de deterioro ambiental de las costas son complejas, pues responden tanto a las actividades que tienen lugar en los mares (como la sobrepesca), como a las que ocurren en tierra (uso intensivo de agroquímicos y plásticos y elevadas emisiones de bióxido de carbono atmosférico, que en los mares provocan eutroficación, contaminación y acidificación). Para preservar las

funciones críticas de los mares y su potencial de contribuir a la seguridad alimentaria y a la provisión de energía, se requiere una estrategia que incorpore: la promoción de la pesca sustentable, impulsando la actividad de los pescadores ribereños y sus capacidades de actuar como resguardo de los ecosistemas costeros; el límite drástico al uso de plásticos, microplásticos, fertilizantes y agroquímicos, considerando que muchos de ellos acaban en los mares. También es importante monitorear e impedir el derrame de petróleo en los mares de México y prohibir definitivamente la minería submarina.

- ▶ Reconocer la crisis energética del país: 37% de los hogares mexicanos viven en condiciones de pobreza energética y 70% de la gasolina y el gas natural que se consumen en México son importados. Esto aunado al proceso de cambio climático global asociado estrechamente al incremento en el consumo de hidrocarburos en el mundo (al que México contribuye). El cambio climático se reconoce como central por sus impactos de mayores presiones de incremento de la temperatura de distintas regiones del mundo, eventos climáticos extremos, cambio en la distribución de las especies, incluyendo algunas que actúan como vectores de enfermedades de humanos y otros organismos.

En el capítulo de esta obra sobre el tema se asume la tendencia de muchas de las mayores economías del mundo de avanzar en la descarbonización de la producción de energía, como meta para los próximos treinta años. Problematicando la noción de autosuficiencia energética, los autores proponen el criterio de optimización energética como rector de la política pública. Esto incluye la definición del punto óptimo de refinación y el avance definitivo en la promoción de las energías renovables en el país. Se advierte el riesgo de la inversión de importantes recursos públicos en infraestructura de rápida obsolescencia, ajena a la preocupación por contribuir a la mitigación del cambio climático. En este tema vale la pena

subrayar la importancia que en otros países tienen los esfuerzos subnacionales de apuesta por las tecnologías de energías renovables y de participación en los compromisos internacionales de mitigación a partir de la reducción de gases de efecto de invernadero.

Un último e importante tema es el de la rápida expansión de la minería en los territorios del país durante las décadas recientes. Al amparo de la Ley Minera de 1992, de carácter marcadamente extractivista y abiertamente favorable al capital transnacional, proliferaron las concesiones mineras en México. A la fecha se han entregado 25,703 concesiones mineras, válidas por periodos hasta de 50 años, 13% de las cuales presentan actividad de exploración avanzada o de extracción, cubriendo un área equivalente al 11.36% del territorio nacional. Un punto importante del nuevo contexto es el uso, cada vez más frecuente, de la técnica minera de “tajo a cielo abierto” que permite aprovechar yacimientos de “baja ley”¹³ y que tiene impactos ambientales incluso mayores.

En este tema, como primera medida, es urgente cancelar el carácter preferente y de interés público que la legislación vigente concede a la minería. También es necesario establecer compromisos mínimos para los concesionarios, tales como: formular informes productivos, pago de derechos y obligaciones adicionales con los trabajadores, comunidades afectadas, con los propietarios de la tierra y con el medio ambiente¹⁴. Incluir como causales de cancelación de concesiones violaciones a la Ley de Responsabilidad Ambiental, a los derechos laborales, humanos y agrarios. Derogar el acceso irrestricto al agua de las operaciones mineras, privilegiando en cambio el derecho humano al agua reconocido en el

13 Baja concentración de minerales, cuya explotación no resulta rentable bajo técnicas tradicionales de minería de socavón.

14 Nos comentan que las mineras tienen bajo su control a policías municipales o privadas que se usan para reprimir y amenazar a defensores ambientales comunitarios. Que hay colusión incluso con grupos delictivos. Creo que en este sentido los concesionarios deberán garantizar que sus cuerpos de vigilancia sean controlados a través de medidas que eviten este tipo de fenómenos en los cuales se convierten en fuerzas de paramilitares.

artículo 4º constitucional. Se sostiene, así mismo, la necesidad de prohibir por su carácter fuertemente destructivo las explotaciones mineras submarinas y las explotaciones de carbón mediante la técnica de pocitos, basada en condiciones equiparables a la esclavitud de los trabajadores. También se considera fundamental sostener un debate público nacional sobre la explotación de metales preciosos por métodos de tajo a cielo abierto y lixiviación (extracción) con cianuro, teniendo en cuenta además de los impactos socioambientales ya mencionados, que más del 80% de la producción de oro en México se exporta en bruto, generando ganancias exorbitantes para los concesionarios e irrisorias para el gobierno mexicano.¹⁵

Otras propuestas sobre la actividad minera se refieren al fortalecimiento de la normatividad y de las capacidades institucionales de vigilancia y sanción. Al respecto se plantea como una necesidad fundamental, desarrollar normas y dotar de presupuesto a la Profepa para vigilar el cumplimiento de las manifestaciones de impacto ambiental (MIA). Al respecto se señala que entre 2011 y 2015, la Profepa solo realizó visitas de inspección a 2% de los sitios concesionados a la minería. Por último, garantizar el acceso público a la información sobre la producción, beneficio y destino de los minerales extraídos; la geología de los yacimientos y reservas de los minerales y los estados económicos y contables de las empresas mineras, es una condición fundamental para garantizar el beneficio público del uso de estos bienes de la nación.

Como se expresa en los distintos capítulos y temas de este libro, la lógica de las grandes corporaciones bajo el capitalismo neoliberal consiste en extraer, explotar, expandir (Dauvergne, 2019). Tres décadas de exposición a este modelo han generado en México niveles insostenibles de desigualdad, violencia y deterioro ambiental. Frente a ellos hoy es imprescindible que la sociedad y el Estado

15 La producción nacional de oro en 2017 fue de 8,600 kilogramos de oro, con un valor de 77,354 millones de pesos; la recaudación del Estado por todas las actividades mineras suma 6,832 mdp.

redefinan críticamente la ruta del país. Mientras el Estado y la ciudadanía no recapturen el poder creciente de las grandes compañías en la política y se revierta la cultura de consumismo, ellas continuarán destruyendo grandes áreas de México (Dauvergne, 2019). El cambio necesario para detener el avance de esta crisis exige cambios sistémicos y transformativos. Los principios rectores del cambio deben ser la integralidad de los ecosistemas y la calidad de la vida futura, no el mantenimiento a ultranza de los negocios y sus ganancias.

En relación con los procesos de cambio social, cabe destacar dos transformaciones fundamentales en los valores en las sociedades contemporáneas, en México y en el mundo: por una parte, el distanciamiento crítico de la percepción sobre lo deseable y posible de “conquistar la naturaleza”, en favor de una mayor sensibilidad ecológica, que conduce a cuestionar la creencia en la posibilidad del crecimiento económico continuo. Por otra, las convicciones, presentes en países desarrollados y no desarrollados, sobre la necesidad de mayor igualdad entre los miembros de las sociedades y de la democracia basada en el respeto a los otros. Atender la desigualdad implica retomar la responsabilidad redistributiva del Estado, imponiendo obligaciones fiscales, en primer término, a quienes detentan la mayor parte de la riqueza, haciendo posible a los Estados recuperar el papel de proveedor de bienes y servicios públicos, base de su legitimidad y del pacto social. A lo largo de este libro se ha propuesto repetidamente que la construcción de la sustentabilidad en México requiere políticas públicas comprometidas seriamente con el combate a la desigualdad social, reconociendo que, de diversas maneras, la desigualdad amenaza el futuro mismo. Enfrentar la desigualdad y la insustentabilidad, conduce necesariamente a asumir la responsabilidad de justicia intergeneracional, de buscar construir un futuro donde la vida de los actuales niños y niñas de México, y la de sus hijos e hijas sea viable y feliz. Frente a esta urgente responsabilidad no es posible continuar consumiendo, produciendo y gobernando como si el futuro no existiera.

En el logro de este cambio es menos importante quién gobierna que quiénes pueden cambiar la sociedad, para ello el papel de las comunidades, de los grupos de base y de la sociedad organizada es crítico e irremplazable. El alcance del potencial de la participación social requiere que ésta se dé en ambientes democráticos, considerando la participación y la democracia como bienes públicos cuya emergencia y permanencia deben protegerse continuamente (Fleurbay, 2019: 171). Para los propósitos mencionados, las formas clásicas de participación se han vuelto insuficientes, incluso inadecuadas para agregar y articular la multiplicidad de intereses en juego en la arena pública. La consecución de los fines de sustentabilidad y justicia hacen necesario imaginar nuevas formas de redes de solidaridad, que han evolucionado como complemento de las formas tradicionales canónicas de hacer política” (Fleurbay, 2019: 72).

Un cambio social y ambiental democrático real requiere ir más allá de las soluciones simplistas y el manejo de chivos expiatorios, superar las políticas meramente asistencialistas, que generan esquemas autoritarios y dan pie a relaciones muy deterioradas entre el Estado y la sociedad. Las políticas de atención a la pobreza han de basarse en cambio en el fortalecimiento de la dignidad, en el empoderamiento de los vulnerables y excluidos por el sistema neoliberal, no solo en términos de acceso a recursos sino de conseguir mayor estatus y autoestima.

La historia muestra repetidamente que ni los Estados ni los mercados son panaceas (Scott, 1998; Ostrom, 2009); en cambio, las transformaciones sociales profundas vienen de la gente, los movimientos sociales y las organizaciones de la sociedad civil. De ahí la necesidad de “creatividad y experimentación social para desarrollar cooperación y recrear las instituciones sociales y construir formas para implementar y adaptar las ideas generales a las necesidades y posibilidades locales” (Fleurbay, 2019: 197). Desde esta perspectiva, la sociedad civil lejos de ser una amenaza es un repositorio de recursos para lograr fines colectivos y públicos cruciales.

La supuesta superioridad de las propuestas desarrollista y conservacionista neoliberales es en gran medida una proyección de la arrogancia de las élites nacionales e internacionales que controlan el país (Fleurbay, 2019:198), frente a ella la construcción de una visión de sustentabilidad y una propuesta de futuro es tarea de la sociedad en su conjunto, auspiciada y acompañada por un gobierno democrático.

Un futuro posible y deseable puede ser viable y realista para México, pero seguirá siendo una utopía si no se superan los obstáculos de desigualdad, injusticia y autoritarismo, que hoy resultan formidables (Fleurbay, 2019: 193).

La nueva agenda ambiental propuesta en este trabajo es una síntesis de la búsqueda de caminos posibles para la nueva transformación política del país. Asimismo, es el resultado de la reflexión conjunta de un grupo de especialistas que al reunirse y debatir las ideas han eliminado las fronteras disciplinarias para construir nuevas maneras de articulación e incidencia para un futuro mejor.

Referencias

- Arizmendi, C.; et.al. 2019. Las condiciones de la biodiversidad. Diagnóstico y política pública. En: Merino, L, *Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio*. México: UNAM.
- Casas, A. y M. Vallejo. 2019. Agroecología. Agrobiodiversidad. En: Merino, L, *Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio*. México: UNAM.
- Chapela G. y L. Merino. 2019. Hacia una política forestal sustentable e incluyente. Los bosques de México. Problemas y propuestas. En: Merino, L, *Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio*. México: UNAM.
- Cotler H., H. Robles, E. Lazos y J. Etchevers. 2019. Agricultura, alimentación y suelos. En: Merino, L, *Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio*. México: UNAM.
- Cravioto F. y M. Aburto. 2019. Catorce propuestas para atender los problemas asociados a las actividades mineras en México. En: Merino, L, *Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio*. México: UNAM.
- Dauvergne, P. 2018. *Will big Bussiness destroy our Planet?* Cambridge: Kieran Cooke.
- Fernández Bremauntz, A. y L. Sierra Brozon. 2019. La transición energética en México. Hacia un nuevo paradigma en la generación y uso de la energía. En: Merino, L, *Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio*. México: UNAM.
- Fleurbay, M. 2018. *Manifiesto for Social Progress. A Manifiesto for Social Progress: Ideas for a Better Society*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ha-Joon, C. 2010. *23 Things they do not tell you about Capitalism*. Nueva York: Penguin Books.
- Lara, R., S. Díaz y E. Peters. 2019. Perspectivas sobre los mares y costas de México. Una nueva agenda para el desarrollo sustentable y sostenible de los océanos y costas de México. En: Merino, L, *Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio*. México: UNAM.
- Mazari Hiriart, M., A. Noyola Robles, A. Burgos, P. Moctezuma Barragán, E. Burns, O. Monroy, J. A. Breña, A. Hernández Espriú y A. C. Espinosa. La problemática del agua en México. En: Merino, L, *Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio*. México: UNAM.



La globalización económica neoliberal ha acelerado dramáticamente los procesos de deterioro ambiental y social. Los supuestos de esta política de que los mercados serían capaces de internalizar los costos sociales y ambientales de la actividad económica, de que la desigualdad social se revertiría con los años y de que dicha globalización beneficiaría a todos los países resultan hoy falaces.

En términos globales los procesos de cambio climático, pérdida de biodiversidad, desertificación, deforestación, acidificación de los océanos, eutrofización y agotamiento de cuerpos de agua dulce ponen en riesgo la capacidad del planeta de sostener la vida tal como la conocemos. Mientras tanto, la concentración de la riqueza y la desigualdad entre países y dentro de muchos países alcanza niveles inéditos.

En México, como lo expone este libro, la sobreexplotación y contaminación de los cuerpos de agua, la rápida pérdida de servicios ecosistémicos clave, la pérdida de soberanía alimentaria, el crecimiento acelerado de la minería tóxica y el anclaje de la matriz energética en los hidrocarburos han crecido alarmantemente en las pasadas dos décadas. Estos procesos tienen impactos negativos, cada vez mayores, en la calidad de vida, la salud pública y en diversas actividades productivas, que afectan principalmente —no exclusivamente— a los más vulnerables.

Reconociendo estos problemas, este trabajo lectivo propone rutas para el cambio socio-ambiental, que resumen distintos esfuerzos de búsqueda para la transformación del país. Son resultado de la reflexión conjunta de un grupo de especialistas que al reunirse y debatir han logrado nuevas articulaciones del conocimientos, disminuyendo barreras disciplinarias, buscando contribuir a la construcción de un futuro mejor.

LETICIA MERINO