

4 Evolución de las políticas públicas de restauración ambiental

AUTORES RESPONSABLES: Virginia Cervantes • Julia Carabias • Vicente Arriaga

AUTORES DE RECUADROS: 4.1, 4.2 y 4.3, Virginia Cervantes • 4.4, Jorge David Fernández Medina •

4.5, Claudia Agraz Hernández, Juan Osti Sáenz, Eleuterio Chan-Canul, Roberto Manuel

Arana Lezama, Manuel Antonio Rosado Gálvez • 4.6, Miguel Ladrón de Guevara García,

José Amadeo Vázquez, Benito Juárez • 4.7, Francisco Flores Verdugo, Claudia Agraz Hernández •

4.8, Francisco Flores Verdugo, Daniel Benítez Pardo, Juan Ignacio Valdez Hernández •

4.9, Ramón Castellanos Giralda, Víctor Sánchez Sotomayor • 4.10, Carlos Ramírez Martínez,

Roberto Mendoza Alfaro • 4.11, Alfonso Aguirre Muñoz, Luciana Luna Mendoza,

Jorge Toro Benito • 4.12, Francisco Ursúa Guerrero, Alfredo Arellano Guillermo, Joaquín

Díaz Quijano • 4.13, Carlos Alberto Sifuentes Lugo • 4.14, Virginia Cervantes, Julia Carabias,

Vicente Arriaga • 4.15, Erwin Stephan-Otto Parrodi • 4.16, Eduardo Carrera • 4.17, Jaime

González Cano, Juan Carlos Huitrón Baca, Roberto Ibarra Navarro, Alejandro Vega Zepeda

REVISORES: Renée González Montagut • Mario González Espinosa • Roberto Lindig

CONTENIDO

- 4.1 Carencia histórica de políticas públicas de restauración ambiental / 157
- 4.2 El primer periodo de reforestación / 158
- 4.3 La reforestación entre 1934 y 1940 / 159
- 4.4 Reforestación y forestación entre 1940 y 1952 / 168
- 4.5 Reforestación y plantaciones forestales entre 1952 y 1964 / 170
- 4.6 Huertos y plantaciones comerciales establecidos entre 1965 y 1982 / 174
- 4.7 Los programas gubernamentales de conservación y recuperación de suelos / 178
- 4.8 Aportaciones de la academia y de la sociedad para el cambio en las políticas de restauración / 187
- 4.9 Auge de la reforestación en zonas urbanas y periurbanas / 189
- 4.10 Una visión más integral de la restauración / 192
- 4.11 Reorientación del Programa Nacional de Reforestación / 193
- 4.12 Recuperación de los programas de restauración y conservación de suelos / 195
- 4.13 Las Zonas de Restauración Ecológica / 196
- 4.14 El Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales / 197
- 4.15 Los esquemas de compensación ambiental / 199
 - 4.15.1 Programa de Restauración y Compensación Ambiental / 199
 - 4.15.2 Compensación económica por la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales / 200

Cervantes, V., J. Carabias, V. Arriaga et al. 2008. Evolución de las políticas públicas de restauración ambiental, en *Capital natural de México*, vol. III: *Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO, México, pp. 155-226.

Contenido [concluye]

- 4.15.3 Compensación ambiental que surge del proceso administrativo de evaluación de impacto ambiental / 200
 - 4.15.4 Recursos económicos del Fondo de Desastres Naturales (Fonden) / 204
 - 4.16 Los Proyectos de Recuperación y Conservación de Especies Prioritarias (PREP) / 204
 - 4.17 Erradicación de especies exóticas / 206
 - 4.18 Restauración de sistemas acuáticos / 208
 - 4.19 La restauración ambiental como prioridad nacional / 217
- Referencias / 218

Recuadros

- Recuadro 4.1 *Definición de restauración ambiental* / 159
- Recuadro 4.2 *Programa de Rescate Hidroecológico del Lago de Texcoco* / 180
- Recuadro 4.3 *Estrategias de rehabilitación del ambiente natural y productivo en la comunidad indígena de San Nicolás Zoyatlán, Guerrero* / 189
- Recuadro 4.4 *Programa de restauración en las áreas comunales de Texcuixpan, Puebla* / 197
- Recuadro 4.5 *Restauración hidrológica y reforestación con plántulas de mangle en el sistema Laguna de Términos, Campeche* / 201
- Recuadro 4.6 *Rehabilitación de la cantera Cuautlapan y de los bancos de barro del Cerro Buenavista, en Orizaba, Veracruz* / 202
- Recuadro 4.7 *Colonización natural por tres especies de mangle en isletas artificiales de la Laguna de Coyutlán, Colima* / 203
- Recuadro 4.8 *Forestación de isletas de dragado en la Bahía de Navachiste, Sinaloa* / 204
- Recuadro 4.9 *Programa de Recuperación del Berrendo Peninsular en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, Baja California Sur* / 205
- Recuadro 4.10 *El acuarismo como un vector de especies acuáticas invasivas en México* / 207
- Recuadro 4.11 *Conservación y restauración de la Isla Guadalupe* / 208
- Recuadro 4.12 *Erradicación de Casuarina equisetifolia en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo* / 210
- Recuadro 4.13 *Control de especies exóticas y restauración del hábitat en el Cañón de Boquillas, Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Coahuila* / 210
- Recuadro 4.14 *Ordenamiento ecológico costero de Chiapas* / 213
- Recuadro 4.15 *El Parque Ecológico de Xochimilco, ejemplo de una zona recuperada* / 214
- Recuadro 4.16 *Recreación del hábitat en la laguna del rancho El Hermalbo, UMA de conservación de aves acuáticas* / 215
- Recuadro 4.17 *Rehabilitación de los arrecifes en Isla Mujeres y Cancún, Quintana Roo. Atención a los daños producidos por encallamientos y huracanes* / 216

Resumen

Históricamente, México ha carecido de una política nacional de restauración ambiental. Desde principios del siglo xx las acciones se han limitado sobre todo a la reforestación y, en menor medida, a la recuperación del suelo; los ecosistemas acuáticos han sido muy poco atendidos, y en consecuencia los resultados son muy dispares y en general precarios. A partir de los años noventa se ampliaron los enfoques y en diversos programas se incluyeron propuestas para favorecer la diversificación y la integración de las actividades de conservación con las de restauración. Sin embargo, todavía falta una planeación integral,

multidisciplinaria, intersectorial y de largo plazo, que incorpore por completo la recuperación de la composición, estructura y funcionamiento de ecosistemas terrestres y acuáticos alterados, de especies amenazadas o en peligro de extinción, y la mejora y mantenimiento de elementos críticos de los ecosistemas. A pesar de los avances, aún es necesario fortalecer las capacidades nacionales para la restauración, para convertir este tema en una prioridad en la agenda nacional y ampliar su visión y ámbito de acción.

4.1 CARENCIA HISTÓRICA DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL

A pesar de que en México ocurren importantes procesos de degradación en los ecosistemas terrestres y acuáticos, no se cuenta con una política nacional de restauración. En los ambientes terrestres las acciones se han limitado al desarrollo de programas de reforestación o de recuperación de suelos; en los acuáticos las actividades han sido más aisladas y principalmente dirigidas a mitigar las disfunciones que afectan la producción de bienes de consumo.

El saldo del deterioro ambiental en México es desalentador (un recuento detallado de las manifestaciones de deterioro y sus principales causas se presenta en el volumen II). En los ecosistemas terrestres se observa lo siguiente: 1] de los ecosistemas arbolados del país solo 52.9% corresponde a vegetación primaria, el resto es secundaria (Semarnat 2006); 2] entre 1976 y 1993 la deforestación fue de casi 600 000 hectáreas, y entre 1993 y 2002 de 405 000 (Semarnat 2006); 3] 45.2% de los suelos del país presenta cierta medida de degradación (véase el capítulo 3); 4] las principales cuencas están contaminadas (CNA 2006); 5] se estima que se han extinguido 56 especies conocidas y que 16% de las aves, 13% de los anfibios, 15% de los reptiles y 31% de los mamíferos se encuentran amenazados o en peligro de extinción [véanse cuadros 10.1 y 11.8 del vol. I y la NOM-059-SEMARNAT-2001, Semarnat (2002)].

Respecto a los ecosistemas acuáticos, los procesos de degradación manifiestan diferentes magnitudes e intensidades en la línea costera del país ($\approx 11\,592.76$ km,

incluyendo el perímetro de las islas, lagunas costeras y esteros; De la Lanza-Espino 2004), en los ecosistemas acuáticos estuarinos que se distribuyen en 130 lagunas costeras (Contreras y Castañeda 2004), en aguas interiores (lagos, ríos, lagunas y presas) y en los arrecifes de coral. A pesar de que todos estos ecosistemas constituyen una gran riqueza natural y un enorme potencial para el desarrollo económico del país, la falta de control y cuidado en la pesca artesanal y comercial, la extracción de petróleo, la construcción de puertos, el desarrollo del turismo, el cambio de uso de suelo para la agricultura y la ganadería, las granjas camaronícolas, la infraestructura productiva, la apertura de canales de navegación, la contaminación urbana y de agroquímicos, el crecimiento poblacional y la falta de planeación para el uso y preservación de estos ecosistemas han ocasionado un deterioro gradual que afecta no solo la biodiversidad de los mismos, sino también la salud humana y el desarrollo (Semarnat 2006) (véase el capítulo 8 del volumen II).

El esfuerzo nacional por recuperar los ecosistemas no ha correspondido con el reto que significa la pérdida del patrimonio natural. La restauración carece de una concepción adecuada y de una política nacional de largo plazo que responda a la magnitud y la variedad de niveles de afectación que hoy día existen en los ecosistemas terrestres y acuáticos. En los ecosistemas terrestres la restauración se ha reducido a establecer programas de forestación y reforestación [en este capítulo nos basamos en la LGDFS (Segob 2003), que define forestación como “el establecimiento y desarrollo de vegetación forestal en terrenos preferentemente forestales o temporalmente forestales con propósitos de conservación, restauración o

producción comercial” (Art. 7, fracción XV), mientras que la reforestación es “el establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales” (Art. 7, fracción XXIX)] o de conservación y recuperación de suelos (impulsada a lo largo del siglo xx con diferente intensidad y distintos enfoques) con propósitos aislados e incluso contrapuestos. En los ecosistemas acuáticos la situación no es mejor; a pesar de su alto grado de deterioro las políticas públicas de restauración son relativamente recientes, con acciones aisladas y puntuales solo para un recurso o alguna función del ecosistema.

La ausencia de una visión integral y multidisciplinaria de los factores que provocan el disturbio y sus consecuencias ambientales, sociales y económicas; la falta de enfoques que consideren que es rentable a futuro invertir en la prevención del daño; los exiguos recursos económicos destinados a generar información que permita no solo diagnosticar sino también diseñar las técnicas de mejoramiento ambiental idóneas a las particularidades del país, además de la visión de corto plazo y la falta de continuidad que ha caracterizado a las políticas públicas son algunos aspectos que contribuyen a explicar por qué las actividades de restauración se han desarrollado como hasta ahora (Cervantes 2005).

Esta situación no es privativa de México: conforme se han reconocido las repercusiones negativas que el deterioro del ambiente tiene sobre la calidad de vida de la población, surge la necesidad de hacer acuerdos internacionales para incidir en el mejoramiento ambiental, pues desde 1972 se definió la importancia de este para el beneficio de la sociedad (Urquidí 1994; Vargas 2003). Ello llevó a establecer políticas públicas y una normatividad para cuidar los recursos naturales del país. Aunque a lo largo del tiempo su objetivo ha cambiado, siempre ha estado presente de manera genérica la restauración, y la consideración del beneficio para las sociedades humanas (Brañes 2000). Por esta razón, el término restauración se encuentra desde las primeras leyes forestales (Cedeño y Pérez-Salicrup 2005) y en las leyes ambientales (Segob 1971a, 1982a, 1988), pero con un significado muy distinto al que se le ha dado en los últimos 20 años, por lo que no es posible aplicarlo de la misma manera, sin el sustento de un análisis diacrónico y sincrónico.

La actividad de restaurar no es nueva (Berger 1990; Jordan III 2000), es inherente al desarrollo de las sociedades humanas en la medida en que se ha percibido una situación indeseable que determina la necesidad de intervenir para resolver un problema específico. El cómo, cuándo y para qué depende de la cultura, el bagaje de

conocimiento, la moda y los recursos científicos, técnicos y económicos disponibles (Light 2002), así como de la forma en que se concibe e incorpora en las políticas públicas de desarrollo dirigidas al mantenimiento y conservación de los recursos naturales. Actualmente se reconocen las vertientes de restauración ecológica (SER 2004a) y de restauración del capital natural (Aronson *et al.* 2007; Blignaut y Aronson 2008), sin contraposición entre ellas pues cada cual enfatiza necesidades y procesos distintos. El reto consiste en combinar adecuadamente ambas vertientes en las políticas públicas del país, sin olvidar los aciertos y errores del pasado (recuadro 4.1).

4.2 EL PRIMER PERIODO DE REFORESTACIÓN

La primera etapa de reforestación en México se llevó a cabo durante las tres primeras décadas del siglo xx y se enfocó en las áreas verdes urbanas; los recursos económicos, humanos y de infraestructura fueron muy precarios.

Desde 1909 y hasta 1933 en la ciudad de México, y en menor medida en otros asentamientos urbanos del país, se realizaron intermitentemente actividades de repoblación forestal, primero a cargo de la Junta Central de Bosques y posteriormente por la Secretaría de Agricultura y Fomento (SAF).

Las actividades de forestación estaban dirigidas a favorecer el desarrollo de áreas verdes en las ciudades, mientras que las de reforestación rural se desarrollaban en los terrenos deforestados aledaños a los asentamientos poblacionales: lomas, cerros, laderas, etc. (Moncayo 1979; Martínez 1991).

Aunque la reforestación desempeñaba un papel central pues tenía como objeto recuperar algunos servicios ambientales de regulación (como aminorar los problemas y riesgos derivados de los procesos de erosión hídrica y eólica), su frecuencia y magnitud fue limitada ya que resultaba más costosa y compleja que la forestación urbana, por la distancia, accesibilidad, tenencia de la tierra, así como disponibilidad de plantas y de personal (SAF 1919, 1927, 1929, 1933).

La disponibilidad de plantas, en número y variedad, fue un obstáculo constante para extender las actividades de reforestación a todo el país (Moncayo 1979). Los recursos económicos asignados a la Dirección Forestal y de Caza y Pesca eran escasos y tenían que distribuirse entre varias

RECUADRO 4.1 DEFINICIÓN DE RESTAURACIÓN

AMBIENTAL

Virginia Cervantes

La restauración ambiental es un proceso de asistencia instrumentado y dirigido por el ser humano para disminuir o mejorar¹ las condiciones de degradación,² daño³ o destrucción⁴ de los ecosistemas, con la finalidad de conducirlos a un estado arbitrariamente escogido –denominado sistema de referencia– y que se considera presenta mejores condiciones ambientales. Las actividades de restauración surgen por la necesidad de mejorar una condición ambiental que no satisface un conjunto de necesidades y valores humanos.

En este proceso se trata de restablecer la estructura y las funciones que permiten recuperar los servicios ambientales de suministro, de regulación o culturales, e incluso la salud e integridad del ecosistema. Ello dependerá del estado en que se encuentre el sistema y de las limitantes y oportunidades existentes. En la determinación de objetivos y metas influyen tanto aspectos de índole ecológica como los relacionados con el contexto histórico-cultural y económico que caracterizan al sistema socioambiental.

1 Incremento de la calidad ambiental (LGEEPA [Segob 2008]).

2 Cambios graduales que reducen la integridad y salud ecológicas (SER 2004a).

3 Cambio agudo y obvio del ecosistema (SER 2004a).

4 La degradación o daño que remueve toda la vida macroscópica y arruina el medio físico (SER 2004a).

actividades, por ejemplo, producir plantas, realizar la plantación y vigilar las áreas arboladas. Además, había pocos centros de propagación y personal escaso para sostener su actividad (SAF 1919, 1927, 1929, 1933). La situación para establecer áreas verdes en las ciudades mejoró a partir de 1930, gracias a los viveros escolares de la Secretaría de Educación Pública (SEP) (Moncayo 1979; Martínez 1991); sin embargo, no sucedió lo mismo en el caso de la reforestación rural, por los costos que implicaba.

Con respecto al acervo de especies utilizado en los programas destaca su escasa variedad, en virtud de los procesos de deterioro ya existentes y la dominancia de especies exóticas (cuadro 4.1). Esta tendencia se explica porque desde 1907 Miguel Ángel de Quevedo había introducido estas especies en los viveros (Martínez 1991; Simonian 1999) y sus técnicas de producción estaban do-

minadas. Sin embargo, esta propensión se agudizó por la necesidad inmediata de mitigar las disfunciones ambientales que para ese entonces ya afectaban algunos centros de población y por la falta de conocimiento de las particularidades de la flora mexicana.

Prueba de esto es que en los primeros intentos de repoblación forestal que realizó De Quevedo en los terrenos de Santa Fe y Cuajimalpa utilizó especies nativas de la zona, pero los resultados fueron negativos; su evaluación indicó que “el medio natural se alteró por la deforestación y se volvieron desérticos y ni las especies rústicas prosperan” (De Quevedo 1933). Flores y Lindig (2005) mencionan que el interés por el uso de especies nativas en los programas de reforestación se cita desde 1889 en el folleto elaborado por Altamirano y Ramírez para la repoblación de los bosques. En su análisis destaca la predominancia de especies nativas para ser utilizadas con este fin, sin embargo, el listado también cita especies forestales y frutales exóticas, lo que evidencia la imprecisión del conocimiento sobre el origen geográfico de las especies y la confusión acerca de los objetivos de los programas de reforestación desde ese entonces.

Ante estos hechos, se puede concluir que la discontinuidad y características de los programas de reforestación durante esos años estuvieron determinadas por la escasez de recursos económicos, la insuficiencia de infraestructura y la carencia de personal técnico capacitado, así como por la limitada información disponible y el poco desarrollo de la investigación sobre los recursos florísticos y forestales del país.

4.3 LA REFORESTACIÓN ENTRE 1934 Y 1940

En el periodo de 1934 a 1940 se reforestaron extensas superficies degradadas en zonas críticas por la importancia de sus servicios ambientales. Se establecieron viveros en todas las entidades del país y se formaron numerosos técnicos forestales. Sin embargo, la reforestación se realizó principalmente con especies exóticas.

El primer gran impulso a la reforestación ocurrió durante el gobierno de Lázaro Cárdenas (1934-1940), al crearse en 1935 el Departamento Autónomo Forestal de Caza y Pesca (DAFCP) bajo la dirección de Miguel Ángel de Quevedo (cuadro 4.2). Entre los distintos objetivos de esta nueva dependencia se encontraban: la reforestación de áreas devastadas y el establecimiento de zonas protectoras foresta-

Cuadro 4.1 [continúa]

| Nombre científico | Nombre común | Periodo | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1919-1933 | 1934-1940 | 1940-1946 | 1946-1952 | 1952-1958 | 1958-1964 | 1964-1970 | 1970-1976 | 1976-1982 | 1982-1994 |
| <i>Cupressus benthamii</i> ¹ | Sabino | X | | | | | | | | | |
| <i>Cupressus lindleyi</i> ^{1*} | Cedro blanco, ciprés | X | X | X | | X | X | | X | X | X |
| <i>Cupressus sempervirens</i> ^{3*} | Ciprés | X | X | | | | X | | X | X | X |
| <i>Cupressus</i> spp. | Cedro | | X | X | X | X | X | X | | | |
| <i>Cupressus thurifera</i> ¹ | Cedro mexicano | | | X | | | X | | | | |
| <i>Delonix regia</i> ³ | Flamboyán, tabachin | X | X | X | | | X | | | X | X |
| <i>Distichlis spicata</i> ^{2*} | Pasto salado | | | | | | | | | X | X |
| <i>Dracaena umbrophylla</i> ³ | Palma | | X | | | | | | | | |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i> ² | Huanacaxtle, pich | | | | | | X | | | X | X |
| <i>Erythrina americana</i> ¹ | Pipe | | | | | | | | | X | X |
| <i>Erythrina coralloides</i> ² | Colorín | | | | | | | X | | | |
| <i>Eucalyptus citriodora</i> ³ | Eucalipto | | | | | | X | | | | |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ^{3*} | Eucalipto | | | | | X | X | | X | X | X |
| <i>Eucalyptus globulus</i> ^{3*} | Eucalipto | X | X | | | | | | X | X | X |
| <i>Eucalyptus resinifera</i> ³ | Eucalipto | X | X | | | | | | | | |
| <i>Eucalyptus rostrata</i> ³ | Eucalipto | X | X | | | | | | | | |
| <i>Eucalyptus</i> spp. | Eucalipto | X | X | X | X | X | X | X | | | |
| <i>Euphorbia antisyphilitica</i> ¹ | Candelilla | | X | | | X | X | X | | | |
| <i>Ficus nitida</i> ³ | Laurel de la India | X | X | | | | X | | | | |
| <i>Fraxinus</i> spp. | Fresno | X | X | X | X | X | X | X | | | X |
| <i>Fraxinus uhdei</i> ² | Fresno blanco | X | | | | | | | | | |
| <i>Ginkgo biloba</i> ³ | Ginkgo | X | | | | | | | | | |
| <i>Gmelina arborea</i> ³ | | | | | | | X | | | | X |
| <i>Hechtia glomerata</i> ² | Guapilla | | | X | | X | X | | | | |
| <i>Hevea brasiliensis</i> ³ | Hule | | | | X | | | | | | |
| <i>Ipomoea pes-caprae</i> ² | Riñonina | | | X | | X | X | | | | |
| <i>Jacaranda mimosifolia</i> ³ | Jacaranda | X | X | X | | | X | | | X | X |
| <i>Junglans</i> spp. | Nogal | X | X | | X | | X | | | | |
| <i>Leucaena esculenta</i> ¹ | Guaje rojo | | | | | | | | | X | X |
| <i>Leucaena leucocephala</i> ² | Guaje manso | | | | | | | | | X | X |
| <i>Licania arborea</i> ² | | | | | | | | | | | X |
| <i>Ligustrum lucidum</i> ³ | Trueno | X | X | X | | | X | X | | | X |
| <i>Liquidambar styraciflua</i> ² | Copalme, liquidámbar, ocozote | X | X | | | | X | X | | | |
| <i>Manilkara zapota</i> ² | Chicozapote | | X | X | | | X | | | | |
| <i>Melia azedarach</i> ³ | Paraíso | | | | X | | X | | | | |
| <i>Morus alba</i> ³ | Morera | | | | | | X | | | | |
| <i>Olea europaea</i> ³ | Olivo | X | X | | X | | | | | | |
| <i>Opuntia</i> spp. | Nopal | | | | X | X | X | X | | X | |

Cuadro 4.1 [continúa]

| Nombre científico | Nombre común | Periodo | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1919-1933 | 1934-1940 | 1940-1946 | 1946-1952 | 1952-1958 | 1958-1964 | 1964-1970 | 1970-1976 | 1976-1982 | 1982-1994 |
| <i>Parthenium argentatum</i> ² | Guayule | | X | | | X | X | X | | | |
| <i>Phoenix canariensis</i> ³ | Palmera, palma de abanico | X | X | X | | | X | | | | |
| <i>Phoenix dactylifera</i> ³ | Palma de dáttil, palma fénix | X | | | | | X | | | | |
| <i>Pinus ayacahuite</i> ² | Pinabete | X | | | | | X | | | | |
| <i>Pinus cembroides</i> ² | Pino piñonero | X | X | | | X | X | | | | X |
| <i>Pinus excelsa</i> ³ | Pino | X | | | | | | | | | |
| <i>Pinus greggii</i> ¹ | Pino | | | | | | | | | | X |
| <i>Pinus halepensis</i> ^{3*} | Pino marítimo | X | X | | | | X | | X | X | X |
| <i>Pinus hartwegii</i> ² | Pino | X | | | | | X | | | | |
| <i>Pinus leiophylla</i> ^{2*} | Pino | | | | | | | | X | X | X |
| <i>Pinus michoacana</i> ^{1*} | Pino | | | | | | X | | X | X | X |
| <i>Pinus montezumae</i> ^{2*} | Pino | X | | | | | | | X | X | X |
| <i>Pinus oaxacana</i> ¹ | Pino | | | | | | | | | | X |
| <i>Pinus patula</i> ^{1*} | Pino | X | X | | | | X | | X | X | X |
| <i>Pinus pinea</i> ³ | Pino | X | | | | | | | | | |
| <i>Pinus pseudostrobus</i> ^{2*} | Pino | | | | | | X | X | X | X | X |
| <i>Pinus radiata</i> ^{2*} | Pino | | | | | | | | X | X | X |
| <i>Pinus sp.</i> | Pino de Arizona | | | | | | | X | | | |
| <i>Pinus spp.</i> | Pino | | | X | X | | X | X | X | | |
| <i>Pithecellobium dulce</i> ² | Guamúchil | | | | | | | | | X | X |
| <i>Platanus occidentalis</i> ³ | Platanus, haya | X | X | | | | | | | | |
| <i>Platanus orientalis</i> ³ | Platanus, haya | X | X | | | | | | | | |
| <i>Populus alba</i> ³ | Álamo blanco, chopo | X | X | | | | | X | X | | |
| <i>Populus deltoides</i> ² | Álamo de Canadá | X | X | | | | | X | | | |
| <i>Populus nigra</i> ³ | Álamo, chopo | X | | X | X | | X | | | | |
| <i>Populus sp.</i> | Chopo balsámico | | | | | | X | | | | |
| <i>Populus spp.</i> | Álamo | | | X | | | X | | | | |
| <i>Quercus pyrenaica</i> ³ | Encino roble | X | | | | | | | | | |
| <i>Quercus spp.</i> | Encino | X | | X | | | X | | | | |
| <i>Quercus suber</i> ³ | Corcho | | | | | | X | | | | |
| <i>Roseodendron donnell-smithii</i> ² | Primavera | | | | | | | X | X | | |
| <i>Salix babylonica</i> ³ | Sauce llorón | | | | | | | X | X | | |
| <i>Salix bonplandiana</i> ² | Sauce, ahuejote | | X | | | | | X | | | |
| <i>Salix sp.</i> | Saúz | | | | | | | | X | | |
| <i>Salix spp.</i> | Sauce | X | | | | | X | | | | |

Cuadro 4.1 [concluye]

| Nombre científico | Nombre común | Periodo | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1919-1933 | 1934-1940 | 1940-1946 | 1946-1952 | 1952-1958 | 1958-1964 | 1964-1970 | 1970-1976 | 1976-1982 | 1982-1994 |
| <i>Schinus molle</i> ³ | Pirul, pirú | X | X | X | X | X | X | X | | | |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> ³ | Pirul | X | | | | | | | | | |
| <i>Sophora japonica</i> ³ | Sóforas | X | X | | | | X | | | | |
| <i>Spathodea campanulata</i> ³ | Tulipán de África | | | | | | | | | | X |
| <i>Swietenia macrophylla</i> ² | Caoba | | X | X | X | X | X | X | | | X |
| <i>Swietenia humilis</i> ² | Caoba, caobilla | | | | | | | | | X | |
| <i>Tabebuia palmeri</i> ² | Amapa | | | | | | X | X | | | |
| <i>Tabebuia rosea</i> ² | Rosa morada | | | | | | X | | | | |
| <i>Tamarix articulata</i> ^{3*} | Tamarisco | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| <i>Tamarix parviflora</i> ^{3*} | Tamarisco | | | | | | | | | X | |
| <i>Tamarix plumosa</i> ^{3*} | Tamarisco | | | | | | | | | X | |
| <i>Taxodium mucronatum</i> ² | Ahuehuate | X | X | X | | | X | | | | X |
| <i>Tectona grandis</i> ³ | | | | | | | X | | | | |
| <i>Terminalia catappa</i> ³ | Almendra | | | X | | | | | | | |
| <i>Ulmus campestris</i> ³ | Olmo campestre | X | | | | | | | | | |
| <i>Ulmus montana</i> ³ | Olmo | X | | | | | | | | | |
| <i>Ulmus parvifolia</i> ³ | Olmo chino | | | | | | | X | | | |
| <i>Ulmus</i> spp. | Olmo | | | | | | X | | | | |
| <i>Washingtonia robusta</i> ¹ | Palma | | | | | | X | | | | |
| <i>Yucca elephantipes</i> ² | Yuca | | X | | | X | | | | | |
| <i>Yucca</i> sp. | Palma criolla | | X | | | | X | | | | |

¹ Especie nativa.

² Especie de amplia distribución incluyendo México.

³ Especie exótica.

* Especie utilizada en el programa Lago de Texcoco.

Fuentes: SAF 1919, 1927, 1929, 1933, 1941-1946; SAG 1947-1958, 1960a, 1960b, 1961, 1962, 1964a, 1964b, 1965-1970; Moncayo 1979; Martínez 1991; Cervantes 1995; Cervantes *et al.* 1996; SARH 1994a, 1994b, y Cruickshank 1994. Los nombres científicos y la distribución natural de las especies se obtuvieron de Missouri Botanical Garden 2008 y Agricultural Research Service (ARS-USDA) 2008.

les, la formación de asociaciones de productores para controlar el aprovechamiento de los bosques y el estímulo de la investigación científica y la educación forestal (Moncayo 1979; Simonian 1999). Con estas atribuciones se pusieron en marcha distintas acciones de conservación plasmadas en la Ley Forestal de 1926, pero que habían operado de manera incipiente durante las administraciones anteriores (Moncayo 1979; Martínez 1991). Las actividades de forestación y reforestación tuvieron auge en todo el país y se realizaron para establecer áreas verdes en los asentamientos urbanos y en las áreas rurales utilizando los decretos de Zonas de Repoblación Forestal (ZRF) y Zonas Protectoras Forestales (ZPF). Desde su origen estas últi-

mas tuvieron prioridad, pues de 1931 a 1937 se decretaron siete ZRF y 27 ZPF (Moncayo 1979).

La combinación de estas disposiciones en los programas de mejoramiento y protección de la cubierta vegetal del país en esa época sugiere el inicio de una concepción integral de la recuperación y mantenimiento de los servicios ambientales de suministro (ZRF), los de regulación y los culturales (ZPF y Áreas Verdes). Por ejemplo, las ZRF hicieron que se formalizara la obligatoriedad de los particulares y concesionarios para reforestar las áreas de extracción forestal, con especies cuyo aprovechamiento había sido autorizado (Moncayo 1979). Las ZPF tenían la finalidad de proteger diversas ciudades y capitales de los

Cuadro 4.2 Dependencias gubernamentales que administraron el uso de los recursos agua, suelo y vegetación, así como la ejecución de programas de conservación y recuperación de suelos, forestación y reforestación durante el siglo xx

| Periodo | Cabeza de sector | Dependencias | |
|-------------|--|--|---|
| | | Suelos y agua | Bosques y reforestación |
| 1917 - 1934 | SAF (Secretaría de Agricultura y Fomento) | <p>1917</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dirección de Agricultura • Dirección de Aguas, Tierras y Colonización <p>1926</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dirección de Aguas, Tierras y Colonización <ul style="list-style-type: none"> - CNI (Comisión Nacional de Irrigación) <p>1933</p> <ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Agronomía <ul style="list-style-type: none"> - Estaciones Agrícolas Experimentales • Departamento de Ganadería | <p>1918</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dirección Forestal y de Caza y de Pesca <ul style="list-style-type: none"> - Departamento de Bosques <ul style="list-style-type: none"> - Sección de Bosques Nacionales, Municipales y Particulares - Sección de Viveros y Repoblación - Sección de Viveros y Propagación <p>1925</p> <ul style="list-style-type: none"> - Departamento de Bosques <ul style="list-style-type: none"> - Recursos Forestales - Vigilancia y Conservación - Viveros y Repoblación Forestal <p>1933-1934</p> <ul style="list-style-type: none"> - Departamento de Bosques <ul style="list-style-type: none"> - Bosques Nacionales, Particulares, Comunales y Ejidales - Conservación - Viveros y Repoblación Forestal |
| 1934 - 1940 | SAF | <p>1935</p> <ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Agronomía <ul style="list-style-type: none"> - Dirección de Fomento Agrícola • Departamento Agrario • Departamento de Zootecnia <p>1936-1939</p> <ul style="list-style-type: none"> • Departamento Agrario <ul style="list-style-type: none"> - CNI <ul style="list-style-type: none"> - Manejo de Distritos de Riego | <p>1935</p> <ul style="list-style-type: none"> • DAFCP (Departamento Autónomo Forestal de Caza y Pesca) <p>1936-1939</p> <ul style="list-style-type: none"> • DAFCP <ul style="list-style-type: none"> - Oficina de Control de Explotaciones <ul style="list-style-type: none"> - Sección Contratos y Permisos - Sección Evaluación - Sección Infracciones - Oficina de Propagación <ul style="list-style-type: none"> - Sección Reforestación - Sección Viveros - Cuerpo de Peritos Forestales <p>1940</p> <ul style="list-style-type: none"> • DGFC (Dirección General Forestal y de la Caza) <ul style="list-style-type: none"> - Departamento de Viveros y Reforestación |
| 1940 - 1946 | SAF | <p>1941-1942</p> <ul style="list-style-type: none"> • CNI <ul style="list-style-type: none"> - Dirección de Distritos de Riego - Departamento de Conservación de Suelos <p>1944-1946</p> <ul style="list-style-type: none"> • CNI <ul style="list-style-type: none"> - Dirección de Distritos de Riego - Departamento de Conservación de Suelos <ul style="list-style-type: none"> - Distritos de Conservación de Suelos (DCS) <p>1946</p> <ul style="list-style-type: none"> • CNI <ul style="list-style-type: none"> - Dirección de Distritos de Riego - Dirección de Conservación de Suelos y Agua | <p>1940-1946</p> <ul style="list-style-type: none"> • DGFC <ul style="list-style-type: none"> - Departamento de Viveros y Reforestación |

Cuadro 4.2 [continúa]

| Periodo | Cabeza de sector | Dependencias | |
|-------------|---|--|--|
| | | Suelos y agua | Bosques y reforestación |
| 1946 - 1952 | SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería, creada en 1946) | <p>1946</p> <ul style="list-style-type: none"> • DGDR (Dirección General de Distritos de Riego) • DGCSA (Dirección General de Conservación de Suelos y Agua) <ul style="list-style-type: none"> - DCSA (Distritos de Conservación de Suelo y Agua) <p>1948</p> <ul style="list-style-type: none"> - DDCSA (Delegaciones) y DCSA (Distritos de Conservación de Suelo y Agua) <p>1950-1951</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dirección General de Agricultura • Dirección General de Planeación Agrícola de Distritos de Riego • DGCSA • Subsecretaría de Ganadería | <p>1950-1951</p> <ul style="list-style-type: none"> • SSRFC (Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza) <ul style="list-style-type: none"> - Dirección General de Aprovechamientos Forestales - Dirección General de Aprovechamiento de Zonas Desérticas - Dirección General de Conservación de Bosques y Reforestación |
| 1946 - 1976 | SRH (Secretaría de Recursos Hidráulicos, creada en 1946) | <p>1947-1976</p> <p>Creación de comisiones hidrológicas</p> <p>1952</p> <ul style="list-style-type: none"> • DGDR | |
| 1952 - 1958 | SAG | <p>1952</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dirección General de Agricultura <ul style="list-style-type: none"> - DGCSA - DCSA • Subsecretaría de Ganadería | <p>1953-1958</p> <ul style="list-style-type: none"> • SSRFC <ul style="list-style-type: none"> - Dirección de Protección y Repoblación Forestal - Dirección de Estudios Económicos Forestales - Dirección General Forestal y de Caza <p>1954</p> <ul style="list-style-type: none"> - IIF (Instituto de Investigaciones Forestales) |
| 1958 - 1964 | SAG | <p>1958-1964</p> <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría de Agricultura <ul style="list-style-type: none"> - DGCSA - DCSA - DDCSA • Subsecretaría de Ganadería <p>1961</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comisión Nacional de Fruticultura (Conafrut) (descentralizada) | <p>1958-1964</p> <ul style="list-style-type: none"> • SSRFC <ul style="list-style-type: none"> - Dirección General de Aprovechamientos Forestales - Dirección General de Supervisión Técnica y Vigilancia - Dirección General de Protección y Repoblación Forestal - Dirección General de Caza <p>1959</p> <ul style="list-style-type: none"> - INIF (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales) |
| 1964 - 1970 | SAG | <p>1964-1970</p> <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría de Agricultura <ul style="list-style-type: none"> - DGCSA - DDCSA • Subsecretaría de Ganadería • Conafrut (descentralizada) | <p>1964-1970</p> <ul style="list-style-type: none"> • SSFF (Subsecretaría Forestal y de la Fauna) <ul style="list-style-type: none"> - Dirección General de Aprovechamientos Forestales - Dirección General de Protección y Repoblación Forestales - Dirección General de Supervisión Técnica - Dirección General de la Fauna Silvestre - INIF - Dirección del Inventario Forestal |

Cuadro 4.2 [continúa]

| Periodo | Cabeza de sector | Dependencias | |
|-------------|---|--|--|
| | | Suelos y agua | Bosques y reforestación |
| 1970 - 1976 | SAG | 1970-1976 <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría de Agricultura <ul style="list-style-type: none"> - DGCSA - Jefaturas Estatales de Conservación de Suelos y Agua - Unidades de Conservación en Terrenos de Temporal • Subsecretaría de Ganadería | 1970-1976 <ul style="list-style-type: none"> • SSFF <ul style="list-style-type: none"> - Dirección General de Aprovechamientos Forestales - Dirección General de Protección y Repoblación Forestales - Dirección General de Supervisión Técnica - Dirección General de la Fauna Silvestre - INIF - Dirección del Inventario Forestal • Consolidación de los organismos descentralizados de explotación forestal |
| | SRH | 1970-1976 <ul style="list-style-type: none"> • Dirección de Manejo de Cuencas <ul style="list-style-type: none"> - Comisiones Hidrológicas de Desarrollo Económico Regional | |
| 1976 - 1982 | SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, creada en 1976) | 1976-1982 <ul style="list-style-type: none"> • Comisiones Hidrológicas de Desarrollo Económico Regional • Subsecretaría de Agricultura <ul style="list-style-type: none"> - DGCSA - Dirección de Manejo de Cuencas - Dirección de Conservación de Suelos Forestales - Dirección General de Distritos de Temporal • Subsecretaría de Ganadería | 1976-1982 <ul style="list-style-type: none"> • SSFF (se mantiene la estructura) |
| 1982 - 1992 | Sedue (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, creada en 1982) | | 1982-1992 <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría de Ecología <ul style="list-style-type: none"> - Conservación y Contaminación - Reforestación: <ul style="list-style-type: none"> - Programas de restauración y protección de ecosistemas en las ANP - Programa de Manejo de Ecosistemas |
| 1982 - 1994 | SARH | 1982-1985 <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría de Agricultura <ul style="list-style-type: none"> - Dirección de Conservación de Suelo y Agua (1983) • Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal <ul style="list-style-type: none"> - Dirección de Normatividad Agrícola - Dirección de Área de Conservación de Suelo y Agua (1985) 1988-1994 <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría de Agricultura y Ganadería <ul style="list-style-type: none"> - Dirección General de Política Agrícola - Subdirección de Conservación de Suelo y Agua 1989 <ul style="list-style-type: none"> • CNA (Comisión Nacional del Agua) (desconcentrada) | 1982 <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría Forestal 1985 <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal 1989 <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría Forestal <ul style="list-style-type: none"> - Pronare 1991 <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre <ul style="list-style-type: none"> - Pronare (1992) |
| 1992 - 1997 | Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social, creada en 1992) | | 1992-1997 <ul style="list-style-type: none"> Solidaridad Forestal |

Cuadro 4.2 [concluye]

| Periodo | Cabeza de sector | Dependencias | |
|-------------|--|---|---|
| | | Suelos y agua | Bosques y reforestación |
| 1994 - 2000 | Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca) | 1994 <ul style="list-style-type: none"> • CNA (desconcentrada) • Subsecretaría de Recursos Naturales <ul style="list-style-type: none"> - Dirección General de Conservación y Restauración de Suelos | 1994 <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría de Recursos Naturales <ul style="list-style-type: none"> - Dirección General Forestal - Pronare (1998) |
| 2000 - | Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) | 2000- <ul style="list-style-type: none"> • CNA (desconcentrada) | 2001- <ul style="list-style-type: none"> • Conafor (Comisión Nacional Forestal) (descentralizada) • Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental <ul style="list-style-type: none"> - Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos |

estados, que en general se encontraban rodeadas de terrenos sin vegetación (Martínez 1991). Estas zonas se ubicaban en las partes altas de las cuencas hidrográficas y en bosques inmediatos a las poblaciones urbanas y comprendían todo tipo de terrenos, sin importar su régimen de propiedad y su aprovechamiento (Moncayo 1979). En ocasiones, la extensión de las ZPF incluía a más de un estado de la República. Se establecieron en la ciudad de México y en los estados de México, Morelos, Hidalgo, Querétaro, Zacatecas (Martínez 1991), Aguascalientes, Chihuahua, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, San Luis Potosí, Oaxaca, Puebla y Veracruz (De la Maza y De la Maza 2005).

El impulso a la reforestación implicó que se promoviera la creación de viveros para la producción de plantas y la formación de personal técnico. En 1935 se crearon 36 nuevos viveros en 11 estados, de los cuales poco más de 50% fueron operados por particulares (17) o cooperativas forestales (2) mediante convenios (Moncayo 1979).

Con el paso del tiempo las estrategias se fueron afinando y la participación de diferentes sectores de la población se fue diversificando. El trabajo conjunto del Departamento Autónomo Forestal de Caza y Pesca (DAFCP), de la Secretaría de Agricultura y Fomento (SAF) y de la Secretaría de Educación Pública (SEP) fue muy importante para que en todas las escuelas primarias se impartiera un curso semestral de silvicultura y uno de prácticas de vivero y reforestación, lo que favoreció que las escuelas rurales tuvieran viveros y parcelas escolares (Moncayo 1979). Al mismo tiempo, la formación de personal especializado en el ramo fue tomando forma con la crea-

ción del Instituto de Enseñanza Forestal, la Escuela de Guardería Forestal (Martínez 1991) y con la especialidad de bosques en la Escuela Nacional de Agricultura (Moncayo 1979). Profesores y alumnos de estas escuelas tuvieron entre sus tareas reforestar numerosos cerros del país y vigilar el cumplimiento de la Ley Forestal. Estas actividades se realizaban con la colaboración del ejército, quien también participaba con el traslado de plantas a los sitios de reforestación (Mayer 1942; De Quevedo 1942; Martínez 1991). No obstante, se debe tomar en cuenta que las especies vegetales utilizadas para las actividades de forestación y reforestación fueron casi las mismas que se usaron en los programas realizados con anterioridad al DAFCP (cuadro 4.1). Aunque esto pudo ser resultado de la disponibilidad de propágulos para la siembra masiva en los viveros, también indica el escaso vínculo entre los programas gubernamentales y los aportes sobre botánica del país, que según Flores y Lindig (2005) hacía el Instituto Médico Nacional desde finales del siglo XIX.

Como complemento de estas actividades se crearon cooperativas forestales que favorecieron que el DAFCP, junto con los viveros de los Campos de Fomento Agrícola e Industrial (operados por el Departamento de Agronomía de la SAF), iniciara estudios para diversificar el uso de distintos productos forestales maderables y no maderables para fomentar su cultivo. Al mismo tiempo, la aplicación de esto al desarrollo de la fruticultura favoreció el establecimiento de huertos ejidales y privados. Lo anterior contribuyó a retomar algunas acciones para reintroducir la caoba (*Swietenia macrophylla*) (actividad que desde el siglo XVII se procuró de forma intermiten-

te), generar información para distintos productos forestales no maderables (que a principios del siglo xx resultaban de interés nacional), e incluso disminuir la erogación económica por la importación continua de árboles frutales (SAF 1933, 1940a, 1940b, 1940c; Moncayo 1979; Martínez 1991; Simonian 1999).

A pesar de los avances poco duró este impulso, ya que en el mismo periodo presidencial (enero de 1940) Cárdenas desapareció el DAFCP y sus atribuciones se transfirieron a la Dirección General Forestal y de la Caza (DGFC) dependiente de la SAF (cuadro 4.2), donde se disminuyeron considerablemente el interés y los recursos económicos destinados a esta actividad.

Esto es una muestra de la escasa continuidad que ha caracterizado a las políticas públicas en materia de recursos naturales del país, condición que al mismo tiempo limita conocer la pertinencia de los programas instrumentados. Resulta difícil reconocer la magnitud y beneficios ambientales que se derivaron del auge de los programas de reforestación de esta etapa, pues a partir de 1940 diversas condiciones contribuyeron a enmascarar sus logros. La falta de recursos económicos para indemnizar a los propietarios de las zonas reforestadas, el crecimiento de la población urbana y la expansión de sus asentamientos en las zonas reforestadas, además del reparto agrario que continuó y no prestó atención a estas obras, son algunos factores que contribuyeron a esta incertidumbre.

4.4 REFORESTACIÓN Y FORESTACIÓN ENTRE 1940 Y 1952

Durante los siguientes dos sexenios (1940 a 1952) las actividades de reforestación recibieron poca atención. Aunque existió una relativa continuidad en la forestación de dunas y áreas urbanas, las acciones principalmente se vincularon a los programas de conservación de suelos que se iniciaron en este periodo.

Durante el gobierno de Manuel Ávila Camacho (1940-1946) se dio un cambio sustancial en las políticas de desarrollo de México. En este periodo surgió un conjunto de actividades contrapuestas, que se agudizaron en el siguiente sexenio, con repercusiones considerables en las zonas arboladas del país. Así, por una parte se establecieron vedas forestales, se amplió la superficie de algunas ZPF (SAF 1944) y se decretaron nuevas áreas de este tipo

(SAF 1943; De la Maza y De la Maza 2005), y por otra se ampliaron los periodos de explotación forestal a concesionarios (SAF 1942), se otorgaron permisos de extracción forestal en parques nacionales y en ZPF (por ejemplo en la zona de Bavispe; SAF 1944), y se acrecentaron los programas de colonización y venta de terrenos (SAF 1941-1946).

A principios del sexenio los programas de reforestación todavía reflejaban el impulso y objetivos de la etapa anterior. La DGFC mantuvo la forestación en las áreas verdes urbanas y la fijación de dunas continentales y marinas, así como la reforestación en las ZPF adyacentes de algunas ciudades. Sin embargo, con el paso del tiempo, la mayor parte de las acciones solo se ocuparon de las obras de conservación de suelo creadas en los distritos de riego.

La disminución de recursos económicos y responsabilidades del Departamento de Viveros y Reforestación, con respecto a la producción de plantas y el establecimiento de actividades de enriquecimiento, forestación, reforestación y revegetación, explican la disminución en el número de viveros dependientes de la DGFC, cuyo número se redujo de 108 en 1942 a 28 en 1946. Incluso, conforme las acciones de conservación de suelos avanzaban en los distritos de riego, se construyeron viveros que ya no dependían de la DGFC (SAF 1941-1946) sino de estos distritos. Los viveros producían principalmente especies herbáceas (pastos y leguminosas) y frutales. Las especies forestales maderables se propagaban en menor cantidad, pues solo se utilizaban para construir cortinas rompeviento o para tratar de revegetar los sitios completamente inútiles para la agricultura (SAF 1946). Ello explica tanto la reducción del acervo de especies utilizado (cuadro 4.1) como el bajo número de plantas sembradas en el país durante todo el sexenio. En 10 estados se introdujeron especies arbóreas como complemento a los programas de conservación de suelos. La excepción fue Quintana Roo, donde entre 1944 y 1945 solo se reportó la siembra de 361 000 plantas de chicozapote (*Manilkara zapota*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) (SAF 1945, 1946). Su introducción, como plantación de enriquecimiento, fue una medida compensatoria derivada de las modificaciones a la Ley Forestal de 1942 (Segob 1943), que planteaba claramente la obligación de los concesionarios de establecer viveros y reforestar las zonas explotadas.

Aunque pareciera que el saldo del sexenio no fue despreciable, pues se pretendía sembrar 6 239 500 plantas entre especies forestales y frutales (SAF 1946), se debe tomar en cuenta que a la fecha del último informe de ese

gobierno (septiembre de 1946) poco más de tres millones todavía se encontraban en los viveros, en espera de ser llevadas a los sitios de plantación. Este hecho no es trivial, no solo porque la estacionalidad de la temporada lluviosa en algunos de los estados atendidos limitaba su introducción en los últimos meses del año, sino porque parece ser el inicio de la descoordinación entre la producción de plantas en los viveros y la instrumentación de actividades de forestación y reforestación.

A pesar de que entre 1946 y 1952 el presidente Miguel Alemán anunció en reiteradas ocasiones que se realizaría “una agresiva campaña de reforestación” (SAG 1948-1950), los programas de esta índole tuvieron un desarrollo caótico y en el mejor de los casos siguieron la tendencia del sexenio anterior. Paradójicamente, la deforestación se incrementaba no solo por los programas hidráulicos y de colonización, sino también por las concesiones de explotación forestal que tuvieron un auge notorio, incluso en zonas de bosques nacionales (SAG 1947). La situación llegó a ser tan grave que fue necesario establecer un acuerdo presidencial en el que se dispuso que la SAG no autorizara concesiones de extracción y aprovechamientos maderables en los bosques nacionales (SAG 1951; Moncayo 1979).

La producción de plantas se redujo nuevamente en este periodo y se limitó a la forestación de áreas verdes o en apoyo a los programas de conservación de suelo. Simultáneamente, al amparo de la Ley Forestal de 1942 se dejó en manos de los concesionarios el compromiso de reforestar las áreas de extracción forestal y también se les transfirió la responsabilidad de producir plantas a su albedrío para la reforestación rural. Ello explica por qué hacia 1949 solo 24 viveros eran manejados por la DGFC; los 42 restantes que estaban activos en esa época siempre operaron con recursos del Consejo Nacional Forestal, los cuales en conjunto producían entre ocho y nueve millones de plantas anuales, principalmente pinos (*Pinus* spp.), cedro rojo (*Cedrela mexicana*), oyamel (*Abies religiosa*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) (SAG 1949, 1950). Como buena parte de estas plantas debían ser para subsanar las concesiones de extracción forestal, su introducción no se puede considerar como una contribución al incremento de la superficie reforestada; más bien era el excedente de la producción en estos viveros el que se pudo utilizar con dicho fin (Fig. 4.1).

Desafortunadamente, los datos de informes oficiales (SAG 1948-1950) con respecto al número total de plantas producidas por los viveros y su siembra anual en foresta-

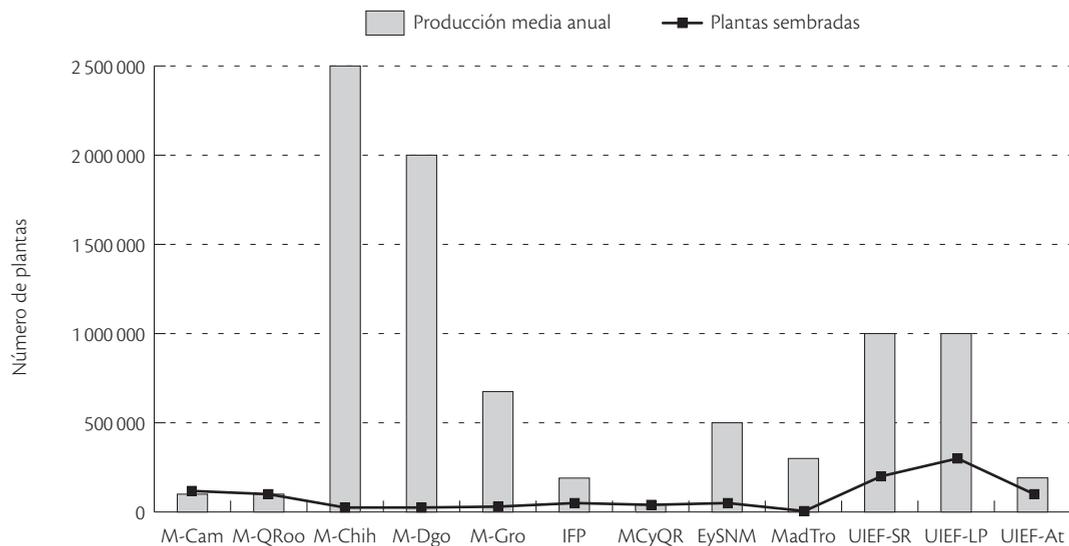


Figura 4.1 Producción de plantas en los viveros de los concesionarios de extracción forestal, periodo 1947-1952. La línea indica el número de plantas sembrado en las zonas de extracción en 1949. M = Madereros de Campeche (Camp), Quintana Roo (QR), Chihuahua (Chi), Durango (Dgo) y Guerrero (Gro); IFP = Impulsora Forestal Peninsular; MCyQR = Madera de Campeche y Quintana Roo; EySNM = Viveros de Escárcega y Silvictuc Nuevo Mundo; MadTro = Maderas del Trópico; UIEF = Unidades Industriales de Explotación Forestal San Rafael y Anexas S.A. (SR), Loreto y Peña Pobre S.A. (LP) y Atenquique S.A. (At).

Fuente: SAG (1949, 1950).

ción, reforestación, revegetación, cercas vivas y plantaciones de enriquecimiento están mezclados con la introducción de árboles para fomentar el cultivo de frutales, café y hule, por lo que se reportan en conjunto como actividades de reforestación nacional. Además, en ellos no se distingue si cualquiera de las estrategias antes indicadas fue realizada por la DGFCA, los distritos y delegaciones de Conservación de Suelo y Agua o correspondían a las obligaciones establecidas en los permisos de explotación forestal. Esta situación, aunada a la casi nula información acerca de la ubicación de los sitios de siembra y la confirmación de que esta se llevara a cabo, deja abierta la duda de la veracidad de los avances en la reforestación del país, ya que repartir las plantas a diferentes instancias fue una práctica común que se instauró en ese sexenio y que desafortunadamente continuó, en mayor o menor medida, en los sucesivos. Esa tendencia, agravada por la descoordinación entre la producción de plantas en los viveros y la elección de los sitios de siembra se muestra para los años de 1947 a 1952 (Fig. 4.1).

Quizá, como resultado del severo decremento que sufrieron los bosques del país durante este periodo, en 1951 se constituyó la Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza (SSRFC) con tres direcciones generales, una de las cuales se abocaba a la conservación y reforestación (cuadro 4.2). Al mismo tiempo, se decretaron vedas totales y parciales en varias cuencas hidrográficas (por ejemplo, Conchos, Nazas, Yaqui, Tepalcatepec) y en algunos estados del país (Veracruz, Oaxaca, México, entre otros); también se propuso no otorgar nuevos permisos de explotación hasta que el inventario forestal fuera reactivado. Adicionalmente, se modificó la Ley Forestal (artículos 34 y 35) y se determinó que por cada metro cúbico de madera en rollo obtenida, el concesionario debería compensar con la siembra de 10 árboles (SAG 1951, 1952). Aunque pareciera que esta adenda surgió sin sustento teórico, se debe tomar en cuenta que dicha obligatoriedad fue establecida en las leyes forestales de varios países tropicales de América (Budowski 2002).

En México su aplicación obedecía a dos circunstancias distintas, pero relacionadas con la nula o deficiente regeneración del bosque en los sitios concesionados. Como resultado del método de extracción históricamente utilizado por los empresarios forestales (Método Mexicano de Ordenación de Bosques) existían agudos procesos de degradación forestal, ya que este se sustentaba en la selección y extracción de los mejores árboles, dejando en pie los individuos viejos, enfermos y por ende poco reproductivos; esto repercutía negativamente en el banco

de semillas del suelo y con ello en una regeneración deficiente. Por esta razón se favoreció que la autoridad forestal tuviera mayor control sobre los concesionarios, para que cumplieran con la ordenanza de reforestar; de esta forma se trataba de asegurar la repoblación forestal de las áreas explotadas.

El recuento de estos sexenios es pobre y poco confiable. Sorprende que los logros de las actividades de forestación y reforestación se cuantificaran mediante el número de plantas repartidas y producidas en los viveros, y no por considerar la superficie atendida ni los logros de establecimiento y desarrollo de las especies introducidas; esto indica un retroceso, ya que esos criterios incipientemente los había aplicado De Quevedo (1933, 1942) en algunas ZPF del Valle de México. Esta situación es aún más grave, no solo por la variedad de enfoques a los que se pretendían vincular las acciones de reforestación y la paradoja de un acervo escaso de especies (cuadro 4.1), sino también por el rezago de plantas en los viveros, lo que pone en duda su calidad y por ende la supervivencia y desarrollo en los sitios de plantación.

4.5 REFORESTACIÓN Y PLANTACIONES FORESTALES ENTRE 1952 Y 1964

De 1952 a 1964 ocurrieron cambios significativos en los programas de reforestación. Se inició la aplicación del manejo forestal para la protección de cuencas hidrográficas en algunos estados del país. Se consolidaron o crearon zonas protectoras forestales con fines diversos y se establecieron áreas experimentales de reforestación. Se presentaron avances en los estudios de especies forestales mexicanas, principalmente pinos y maderas tropicales, orientados a especies con interés comercial, para establecer plantaciones.

Con el presidente Adolfo Ruiz Cortines (1952-1958) se inició una etapa de cambios institucionales acompañados de la reactivación de los programas de reforestación y de la aplicación estricta de la normatividad forestal. Al mismo tiempo, se introdujo una visión que integró el mejoramiento de la cubierta vegetal a la conservación del suelo y el agua; todo ello como resultado de reconocer la creciente problemática de degradación que imperaba en el país.

Con este fin, la SSRFC presentó cambios significativos en su estructura entre 1953 y 1954 (cuadro 4.2), los cua-

les permitieron afianzar las vertientes de investigación, vigilancia de la normatividad y la mitigación de problemas ambientales, acciones que fueron reforzadas con la creación del Instituto de Investigaciones Forestales (IIF) en los viveros de Coyoacán (SAG 1953, 1954).

Para contrarrestar los efectos negativos de las concesiones de extracción forestal, las acciones se dirigieron a vigilar el cumplimiento de los permisos de extracción en cuanto a volúmenes y turnos, así como a corroborar que en estos se cumpliera el compromiso de reforestación en las zonas explotadas. Lo anterior llevó a cancelar numerosos permisos de explotación por diversos incumplimientos. Aunque durante este periodo se autorizó el incremento en los volúmenes de extracción para abastecer la demanda de durmientes que requería la expansión de los ferrocarriles, para 1956 se restringieron al máximo las explotaciones en los terrenos forestales de propiedad nacional (SAG 1953-1957).

Otro ejemplo lo constituye el antecedente más importante de lo que fuera el Inventario Nacional Forestal. Si bien desde el periodo cardenista se estableció la obligación de realizar el inventario y este se elaboró de manera continua de 1935 a 1939 (Moncayo 1979), durante las administraciones siguientes los avances fueron escasos. Fue a partir de 1952 que se retomó con seriedad esta actividad y para 1954 por primera vez se contó con el inventario forestal más completo de los bosques de la región de la Meseta Tarasca, Michoacán (Moncayo 1979).

Con respecto a los programas de forestación y reforestación, en algunos casos los cambios fueron discretos aunque constantes, como en los programas de estabilización de dunas marinas y continentales, los realizados en las carreteras o los que se dirigieron a mitigar los desequilibrios de la Cuenca del Valle de México. En estos la atención fue prioritaria ya que los efectos tenían repercusiones sociales y económicas considerables. Por ejemplo, la interrupción de las actividades de forestación en dunas en casi todos los sitios que habían sido trabajados antes de la administración de Miguel Alemán decantó en efectos severos por la invasión de arenas en ciudades, puertos, carreteras, obras de regadío y terrenos agrícolas (SAG 1953-1957).

En cuanto al establecimiento de áreas verdes en las ciudades, en asentamientos poblacionales y en ZPF, destaca la atención a la ciudad de México, cuyas áreas de este tipo se vieron severamente menguadas debido al crecimiento de la población y al incremento en la construcción de inmuebles durante la administración de Miguel Alemán (Martínez 1991). En este caso las activida-

des incluyeron la reforestación de parques nacionales, la forestación de áreas verdes, la construcción de obras de conservación de suelos y el establecimiento de zonas protectoras forestales en los distritos de riego que operaban en la Cuenca del Valle de México.

Por su parte, el IIF inició los estudios de la dinámica hidrológica de la cuenca, además de los dirigidos a restablecer la vegetación en las partes altas de esta (SAG 1953-1957). En todas estas acciones destaca un mayor control en las actividades de siembra de plantas en los sitios de reforestación, pues se retomó la estrategia usada en la administración del presidente Cárdenas, que consistía en convocar a diversos sectores de la población para realizar la plantación.

La reactivación de las actividades de forestación y reforestación en todo el país fue muy complicada y tuvo que enfrentar distintos problemas de orden económico, técnico y operativo. A pesar de esto, entre 1952 y 1957 paulatinamente se presentaron avances en la operación de los programas (SAG 1953, 1954, 1957); sin embargo, todavía eran evidentes lagunas importantes en diferentes aspectos. Entre ellas destaca la escasez de propágulos para producir plantas en los viveros, condición que llevó a realizar una compra indiscriminada de semillas sin que existiera control de su procedencia y calidad. Esto implicó un riesgo para el establecimiento y supervivencia de los individuos en los sitios de plantación, pues la importancia de ambas variables para el éxito de las especies en los sitios reforestados es bien conocida (Armson y Saldreika 1979; Jaquish 1997; Ledig 1997).

Esta limitante histórica, que estuvo presente desde el inicio de los programas de mejoramiento de la cubierta vegetal del país, a casi 50 años refleja el incipiente conocimiento sobre el potencial de la flora nacional para ser utilizada con estos fines y el escaso interés para crear la infraestructura y la capacidad técnica necesarias que permitieran mantener un acervo de propágulos y, con ello, planear la producción de plantas en los viveros y su destino.

Con el presidente Adolfo López Mateos (1958-1964) la SSRFC quedó a cargo de Enrique Beltrán (investigador del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables), quien dio continuidad a los aciertos y reconsideró algunas deficiencias de la administración anterior. Esto fue acompañado de algunos ajustes en la estructura interna de esta subsecretaría, como ocurrió con el IIF, que se transformó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF) (cuadro 4.2).

En cuanto a los aciertos destacan el control y la vigi-

lancia que se siguió prestando a los predios con concesión de extracción forestal, además de que se continuaron las actividades para el Inventario Nacional Forestal y se mantuvieron a partir de un convenio con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés).

Al mismo tiempo, los levantamientos florísticos fueron una actividad común durante el sexenio, tanto en el INIF como en otras instancias académicas. Esto favoreció que para 1963 los trabajos de Miranda y Hernández X., Los tipos de vegetación de México y su clasificación (1963), formaran parte de la cartografía nacional (Flores *et al.* 1971). La combinación de esta información con la derivada de las actividades para el inventario forestal, en colaboración con la Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena) y la Dirección General de Geografía de la SAG, dio como resultado que para 1965, por primera vez, la SSRFC gozara de una base de información sólida y actualizada sobre los recursos forestales del país (SAG 1960a, 1960b, 1961, 1962, 1964a, 1964b; Moncayo 1979).

El INIF amplió su ámbito de investigación e incorporó el enfoque de ecología forestal. En este esquema surgen los Campos Experimentales Forestales, los cuales permitieron que dicho instituto tuviera espacios físicos de experimentación e investigación en diferentes zonas ecológicas del país (cuadro 4.3). Las investigaciones realizadas a lo largo de este sexenio pueden acotarse en dos grandes líneas de trabajo: por una parte las dirigidas a desarrollar técnicas para mejorar los bosques degradados y, por la otra, las enfocadas al desarrollo de la silvicultura con la finalidad de crear planes de manejo en los predios con concesión de extracción.

Además de las distintas investigaciones e inventarios que realizaba el INIF, los programas que dependían de recursos económicos directos de la SSRFC fueron los de la Cuenca del Valle de México, la forestación de dunas costeras y continentales, así como la producción de plantas en los viveros, que se mantuvo en alrededor de 12 millones de plantas/año (Fig. 4.2). Con estas atribuciones, los programas de forestación y reforestación del Va-

Cuadro 4.3 Estaciones de Experimentación Forestal propuestas y establecidas entre 1958 y 1964, las creadas en 1971 (denominadas Campos Experimentales Forestales) y su permanencia hacia 1980

| Estaciones de Experimentación Forestal | Año | | | Superficie (hectáreas) | Zona ecológica |
|---|------|------|----|------------------------|----------------|
| | AP | AE | PE | | |
| El Tormento (Ciudad del Carmen, Campeche) | 1960 | 1961 | X | 1 400 | Cálido húmeda |
| La Saucedá (Ramos Arizpe, Coahuila) | 1960 | 1961 | X | 1 000 | Árida |
| Barranca de Cupatitzio (Uruapan, Michoacán) | 1961 | 1962 | X | 471 | Templado fría |
| San Juan Tetla (Chaucingo, Puebla) | 1962 | 1963 | X | 1 580 | Templado fría |
| San Cayetano (México) | 1962 | 1964 | | | |
| El Cedral (Matehuala, San Luis Potosí) | 1962 | 1964 | | | |
| La China (Nuevo León) | 1962 | | | | |
| Encasa (Puebla) | 1962 | | | | |
| Tuxtepec (Oaxaca) | 1962 | | | | |
| El Salto (Durango) | 1962 | | | | |
| La Madera (Chihuahua) | 1962 | | | | |
| Todos Santos (La Paz, Baja California Sur) | | 1971 | X | 1 000 | Árida |
| San Felipe Bacalar (Othón P. Blanco, Quintana Roo) | | 1971 | X | 8 000 | Cálido húmeda |

AP = año de la propuesta; AE = año de establecimiento; PE = permanencia en 1980.

Fuentes: SAG 1960b, 1962, 1964b e INIF 1981.

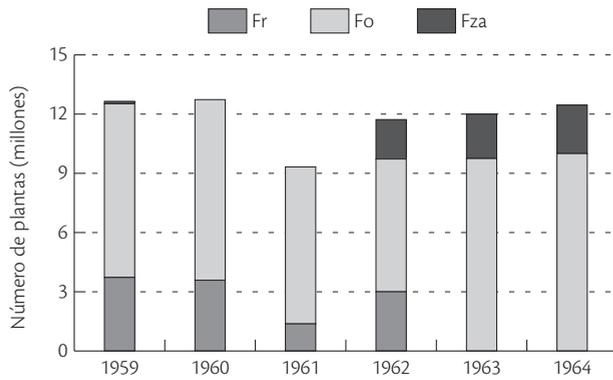


Figura 4.2 Producción de plantas en los viveros de la SSRFC y de los concesionarios forestales, periodo 1958-1964. Tipo de especies: Fr = frutal; Fo = forestal maderable y de ornato; Fza = forestal no maderables de zonas áridas. Fuente: SAG 1960a, 1960b, 1961, 1962, 1964a, 1964b.

lle de México iniciaron un esquema de trabajo coordinado con los departamentos de parques nacionales y reservas forestales, con la finalidad de tener un mayor control sobre el sembrado de las plantas y su protección.

Estos cambios comenzaron entre 1959 y 1960 con la participación de los concesionarios forestales, quienes junto con la SSRFC establecieron 92 zonas de reforestación controlada, que en conjunto abarcaron una superficie de 2 288 hectáreas en distintos estados del país (cuadro 4.4). En estos sitios se introdujeron plantas de distintas especies, exóticas y nativas de interés comercial (cuadro 4.1), con distintas técnicas de preparación de cepas, dependiendo de la degradación del suelo, y se evaluó la supervivencia y crecimiento para proponer resiembras y seleccionar las especies con mejor respuesta (SAG 1960a, 1960b).

Con este enfoque y contando con recursos económicos de distintas fuentes (por ejemplo, de concesionarios forestales y del Fondo Forestal) se fortaleció el establecimiento de ZPF en distintas ciudades, y la forestación y reforestación en dunas, carreteras, presas, cerros y centros urbanos en casi todo el país. Los objetivos de estas acciones eran desde recuperar la cubierta vegetal y controlar la erosión del suelo en las cuencas y presas (como en el Lago de Texcoco, el Parque Nacional La Malinche y en Valle de Bravo, entre otros), hasta contrarrestar los daños por fenómenos naturales (por ejemplo el ciclón Tara en 1961) en vastas zonas arboladas (SAG 1960b, 1961, 1962, 1964a, 1964b). También, se debe reconocer que las investigaciones generadas por el INIF durante

este periodo fueron ampliamente capitalizadas, tanto en los distintos predios del país que contaban con la concesión de explotación forestal como en las plantaciones comerciales realizadas en este periodo.

La información básica que se produjo durante el periodo de 1951 a 1964 y la continuidad de los programas institucionales, si bien con un enfoque encaminado a la producción, constituyeron un avance en varios estados del país en el contexto de la mitigación de desequilibrios ambientales y la recuperación o mantenimiento de servicios de regulación, suministro y recreación. Esto denota el inicio de un trabajo más integral para atender los procesos de degradación en México. Asimismo, se contó con información sustancial para consolidar el desarrollo de la silvicultura, la cual dentro de sus distintas áreas de trabajo aportó información, antes inexistente, para varias especies mexicanas con valor comercial. De aquí derivó el establecimiento de los primeros huertos semilleros del

Cuadro 4.4 Zonas de reforestación controlada*

| Estado/región | Número de zonas | Superficie (hectáreas) | Plantas sembradas |
|-----------------|-----------------|------------------------|-------------------|
| Aguascalientes | 9 | 28 | 28 000 |
| Campeche | 2 | 125 | 125 000 |
| Guerrero | 6 | 4 | 4 000 |
| Guanajuato | 7 | 3 | 3 000 |
| Jalisco | 5 | 16 | 46 000 |
| México | 5 | 254 | 268 000 |
| Valle de México | 4 | 258 | 258 898 |
| Michoacán | 1 | 15 | 14 902 |
| Nuevo León | 1 | 5 | 5 000 |
| Morelos | 2 | 8 | 8 000 |
| Oaxaca | 7 | 150 | 157 000 |
| Puebla | 8 | 159 | 159 000 |
| Quintana Roo | 4 | 74 | 734 000 |
| San Luis Potosí | 3 | 14 | 14 114 |
| Sonora | 7 | 524 | 524 319 |
| Tamaulipas | 4 | 21 | 21 000 |
| Tlaxcala | 8 | 270 | 270 000 |
| Veracruz | 6 | 86 | 86 000 |
| Yucatán | 3 | 274 | 274 000 |
| Total | 92 | 2 288 | 3 000 233 |

* Establecidas en distintos estados del país en 1960, en colaboración entre la Secretaría de Recursos Forestales y de la Fauna y los concesionarios forestales. Fuente: SAG 1960b.

país, la identificación de zonas productoras de propágulos, la certificación y venta de semillas de varias pináceas desde 1963. Todo esto –quizá como un reflejo de la idea de Beltrán (1964), quien proponía que la mejor forma de proteger los bosques era favoreciendo su uso y buen manejo, incluyendo la reincorporación al cultivo forestal de las áreas degradadas– se hacía con la finalidad de encaminarse a que la mayor parte de la superficie forestal del territorio, a excepción de los parques nacionales y las zonas protectoras forestales, se pusiera en producción para el bien económico del país.

Si bien estos logros fueron ampliamente capitalizados por las administraciones posteriores, su interpretación inadecuada propició que los programas siguientes de forestación y reforestación nacional tuvieran un sesgo en la elección de especies propias para establecer plantaciones con fines comerciales. Desafortunadamente, no se tomó en cuenta que el manejo silvícola era una actividad obligada para que dichas especies aportaran los resultados esperados; sobre todo, se desperdició la oportunidad de incorporar a ese tipo de investigaciones especies no convencionales y con el potencial para utilizarse con diversos objetivos.

4.6 HUERTOS Y PLANTACIONES COMERCIALES ESTABLECIDOS ENTRE 1965 Y 1982

En este lapso las actividades de forestación y reforestación se orientaron principalmente a establecer huertos frutícolas y plantaciones con especies de interés comercial. Estas actividades se integraron a los programas de combate a la pobreza y operaron más como una opción de empleo temporal y forestación productiva que para la recuperación de la vegetación natural.

Al amparo de las modificaciones de la Ley Forestal en 1960, que facilitaron las concesiones forestales a empresas paraestatales, federales y estatales, el presidente Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970) introdujo un enfoque de desarrollo económico por regiones forestales en la nueva Subsecretaría Forestal y de la Fauna (SSFF) (cuadro 4.2). Esto determinó cambios sustanciales en los programas de mejoramiento de la cubierta vegetal y en los de extracción forestal.

Inicialmente hubo una relativa continuidad en los programas de forestación y reforestación instrumentados por la administración anterior. Con recursos propios la

SSFF siguió, aunque en menor escala, los programas de forestación de dunas marinas y continentales en los sitios atendidos desde el gobierno de Adolfo Ruiz Cortines y realizó programas de forestación en carreteras, caminos rurales, parques urbanos y áreas verdes en ciudades y municipios de varios estados del país. Estas actividades se hacían en coordinación con los gobiernos estatales, a excepción de los programas de forestación de dunas, mientras que la siembra de plantas se realizaba con la participación del ejército, las escuelas y asociaciones de la población civil, pero regresando al esquema de donación de plantas. Con los recursos económicos que siguió aportando el Fondo Forestal fue posible que la SSFF, por medio de la Dirección de Protección y Repoblación Forestal, entre 1966 y 1967 concluyera el establecimiento de cinturones vegetales protectores de ciudades o de ZPF de las cuencas y presas que habían iniciado en 1962 y que tenían mayor avance. Este fue el caso de la presa Valle de Bravo. Sin embargo, los programas que demandaban mayor inversión (como las cuencas del Lago de Texcoco y de La Malinche) fueron desarticulados en 1967 (SAG 1965-1968).

Al mismo tiempo, los programas de reforestación se fueron orientando a la creación de plantaciones. Desde 1965 se ordenó resembrar y proteger las áreas experimentales de reforestación y de plantación comercial establecidas en el sexenio anterior. También se determinó que todas las áreas donde el suelo no estuviera degradado y, además, “con adecuada tenencia de la tierra y buena participación para realizar las actividades” serían reforestadas, pero ahora a partir de la siembra directa de semillas de especies con valor comercial (Fig. 4.3). En 1966 parte del capital aportado por el Fondo Forestal se utilizó para establecer plantaciones de este tipo, 73 programas, y se inició la contratación de mano de obra local para realizar esta actividad (SAG 1966, 1967).

Estos cambios operaban conforme avanzaba la nueva política de concesiones forestales. Desde 1965 fue constante el incremento en los permisos de explotación, destacando su asociación a los permisos para realizar el desmonte de la vegetación natural, ya fuera con fines agropecuarios o para establecer plantaciones comerciales (Fig. 4.4).

Entre 1970 y 1976 el presidente Luis Echeverría reforzó las políticas de desarrollo económico regional acompañadas de un amplio desmonte de la vegetación natural (de hecho, en 1972 se creó la Comisión Nacional de Desmontes, que funcionó hasta 1977), ya fuera para el desarrollo de la ganadería y los cultivos industriales, la construcción de presas y el respectivo reacomodo de la población, o para establecer plantaciones forestales co-

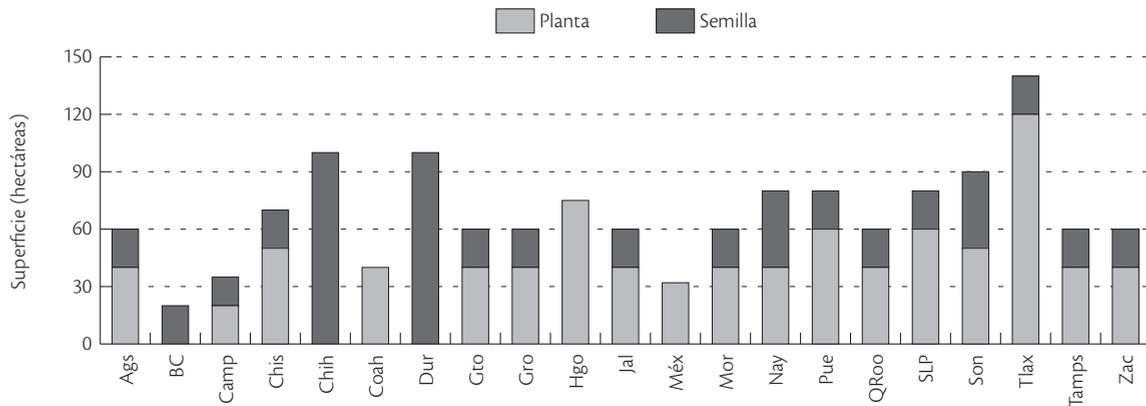


Figura 4.3 Superficie estatal reforestada entre 1965 y 1966, a partir de la introducción de plantas y la siembra directa de semillas. Fuente: SAG 1966.

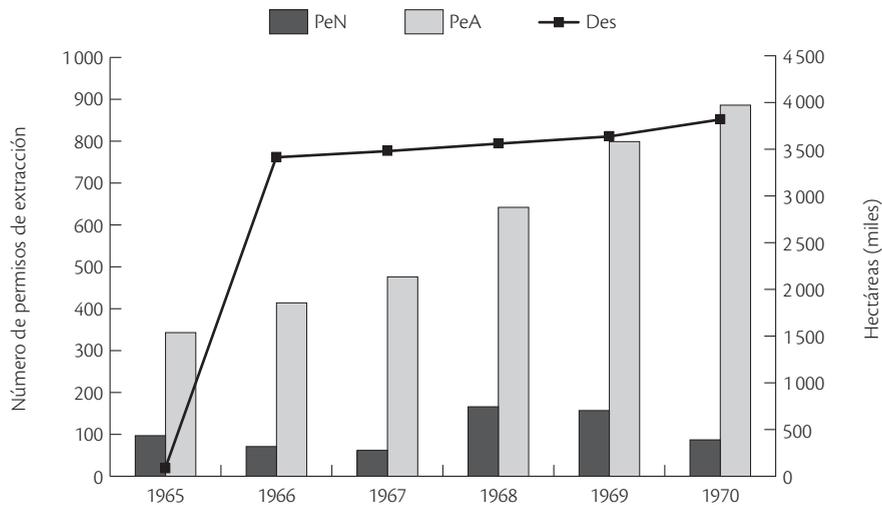


Figura 4.4 Número de permisos de extracción forestal (Pe) y superficie autorizada para realizar el desmonte de vegetación (Des). PeN = nuevos y otorgados en el periodo 1965-1970; PeA = número acumulado a los otorgados en otras administraciones; Des = superficie acumulada en el periodo 1965-1970, incluye el desmonte con fines agropecuarios y para establecer plantaciones forestales comerciales. Fuente: SAG (1965-1970).

merciales y concesiones de extracción forestal. Lo anterior sustentado en las reformas a varios artículos de la Ley Forestal (Segob 1971a) vinculados a fortalecer el Fondo Forestal y los servicios técnicos forestales a cargo de particulares para incrementar la producción maderable. Durante estos cambios el INIF disminuyó su participación y se abocó a la investigación y protección de los bosques (cuadro 4.2).

Como resultado de evaluar la producción de madera en los sitios trabajados de 1960 a 1964 en áreas protectoras forestales y plantaciones experimentales y comercia-

les, que para 1970 se extendían a poco más de 3 000 hectáreas, surgieron numerosos proyectos para potenciar el establecimiento de plantaciones comerciales (Moncayo 1979), aun a costa de la vegetación natural, pues el objetivo era incrementar sustancialmente la producción de madera (Informe Presidencial 1976; SARH 1987). Un ejemplo de este tipo es el de la empresa Protimbos (Protectora e Industrializadora de Bosques del Estado de México), que aprovechando el levantamiento de la veda forestal en el Estado de México, desde 1970 realizó estudios de los bosques de ese estado e inició un programa

denominado “Restauración y Reforestación Artificial” sobre una superficie de 1 000 hectáreas (Moncayo 1979). Con esta tendencia, hacia 1976 existían 26 empresas concesionarias forestales de propiedad pública que operaban en los bosques de Durango, Guerrero, Chihuahua, Nayarit, Jalisco, Quintana Roo, Chiapas y Oaxaca (Merino 2001).

Bajo este esquema, en ambas administraciones (1964-1976) los programas de mejoramiento de la cubierta vegetal se utilizaron con objetivos muy distintos, pero siempre asociados a la creación de fuentes de empleo temporal. Se incluyeron frutales y especies industriales en las obras de conservación del suelo, además de huertos privados y comunitarios; se reforestaban las áreas con concesión de extracción forestal; se realizaban plantaciones con fines comerciales y la forestación de carreteras, dunas y áreas verdes. Además, a partir de 1970 estos programas se utilizaron para imponer el control social y debilitar la efervescencia política que imperaba en algunos estados del país. Este fue el caso de Guerrero, donde tanto los programas de fruticultura como los realizados por el organismo descentralizado para la explotación de los bosques Fovigro (Forestal Vicente Guerrero) tuvieron esta finalidad (SARH 1987; Cervantes *et al.* 1996a).

Con esta variedad de objetivos, entre 1964 y 1970 cada año (a excepción de 1968) se introdujeron entre 10 y 13 millones de plantas. Desafortunadamente, los datos de los informes de actividades y avances cada vez fueron menos específicos en cuanto al tipo de especies introducidas, la instancia responsable y los fondos económicos de ejecución de los programas, así como en qué estados del país se realizaron las actividades. Esta tendencia se agudizó durante el gobierno de Echeverría, pues de ese periodo la documentación de estos programas es casi inexistente. Sin embargo, a partir de fuentes aisladas es posible notar la escasa atención a la restauración de la vegetación natural, a pesar de la creciente deforestación y numerosos permisos de extracción forestal. Así, para 1971 solo se menciona que se realizaron actividades de protección y repoblación forestal en 37 lugares del país, destacando la reactivación de actividades en la zona de La Malinche, Tlaxcala (Informe Presidencial 1976) y, para 1973, la reactivación de acciones de reforestación en la cuenca alta del Lago de Texcoco (Cruickshank 1994). Para 1975 se reporta una producción total de plantas en los viveros de 41 millones, además de que se ejecutaron 48 programas de reforestación (Informe Presidencial 1976), mientras que para el año siguiente se indica que el servicio oficial forestal realizaría la reforestación en 25

entidades del país, con la introducción de poco más de siete millones de plantas en una superficie de 6 846 hectáreas (Moncayo 1979).

Es probable que durante la administración de José López Portillo (1976-1982) el establecimiento de plantaciones comerciales haya continuado, ya que en 1977 se menciona la creación del “primer bosque artificial de México” en el estado de Oaxaca (Moncayo 1979); también se realizaron acciones de forestación y reforestación dentro del marco de Coplamar (Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados). Mediante los Programas Integrados (cuadro 4.5) se establecieron huertas frutales y obras de conservación del suelo acompañadas con frutales y especies forestales no maderables, mientras que por parte de la Comisión Técnica de Empleo Rural se realizaba la reforestación con especies forestales y ornamentales. El objetivo de estos programas fue prevenir y controlar la erosión del suelo y “rehabilitar los terrenos ociosos” por medio de reintroducir la cubierta vegetal; en este caso las especies utilizadas eran tanto exóticas como nativas (cuadro 4.1). Se establecieron viveros comunitarios y se formaron cooperativas campesinas que laboraban en los viveros para producir plantas y tenían el compromiso de reforestar 100 hectáreas. Es difícil conocer la cantidad de superficie en la que se llevó a cabo este tipo de acciones y su permanencia en el tiempo. Los terrenos denominados “ociosos” que fueron reforestados generalmente eran parcelas en descanso agrícola, muestras de la variedad de sistemas productivos que históricamente aplican las poblaciones indígenas (Warman *et al.* 1982; Montañez y Warman 1985; Obregón 1989; Díaz 1994; Van der Wal 1996; Cervantes *et al.* 2005), y cuyos periodos de descanso pueden variar de dos a más de 40 años. Por ello, independientemente de que la reforestación hubiera sido exitosa al concluir dicho periodo, las parcelas reiniciaron su ciclo de cultivo. Sin embargo, el informe de la SARH (1982) indica que en esta administración se produjeron 72.18 millones de plantas para reforestar una superficie de 55 350 hectáreas. En estas cifras se incluyen el establecimiento de plantaciones comerciales, la reforestación en áreas de extracción forestal y en ZPF, así como las acciones realizadas por medio de Coplamar.

Los efectos que tuvieron los programas de forestación y reforestación realizados en los tres periodos reseñados difícilmente se pueden cuantificar, ya que la ausencia de evaluación y documentación de estas actividades fue una práctica común. Ejemplos puntuales de las deficiencias encontradas durante los sexenios de Echeverría y López

Cuadro 4.5 Regiones del país donde el programa Coplamar realizó actividades de conservación y recuperación de suelo, así como de forestación y reforestación

| Zona | Región |
|-----------------------------|---|
| Ixtlera candelillera | Ixtlera candelillera (Coahuila) |
| | Candelillera (Chihuahua) |
| | Ixtlera candelillera (Durango) |
| | Ixtlera (Nuevo León) |
| | Ixtlera (San Luis Potosí) |
| | Ixtlera (Tamaulipas) |
| | Ixtlera candelillera (Zacatecas) |
| Huicot | Huicot (Durango) |
| | Huicot (Jalisco) |
| | Huicot (Nayarit) |
| | Huicot (Zacatecas) |
| Huasteca | Huasteca (San Luis Potosí) |
| | Huasteca (Nuevo León) |
| Mazahua-otomí | Mazahua-otomí (Estado de México) |
| | Mazahua-otomí (Querétaro) |
| Maya | Maya (Campeche) |
| | Maya (Quintana Roo) |
| | Maya (Yucatán) |
| Mixteca | Mixteca-nahua-tlapaneca (Montaña de Guerrero) |
| | Mixteca (Oaxaca) |
| | Mixteca (Puebla) |
| Lacandonia | Chiapas |
| Chontal | Tabasco |
| Costa | Michoacán |
| Tecate-Ensenada | Baja California |
| Montaña | Sonora |
| Localidad Santiago-San José | Municipio La Paz (Baja California Sur) |
| Localidad Atlangatepec | Municipio Atlangatepec (Tlaxcala) |

Fuente: Coplamar (1978).

Portillo se presentan en el cuadro 4.6. En contraparte, los aciertos y avances se tienen que inferir, bien sea por las áreas verdes de las ciudades que surgieron en casi todas las entidades del país durante esos años o por medio de las ZPF que se establecieron desde 1928 y que tuvieron más o menos continuidad hasta 1982 (Figs. 4.5a, b). Aunque estas ZPF permanecen, la falta de información técnica

ca y operativa con la que se crearon o consolidaron es una pérdida invaluable, su sistematización y análisis hubiera permitido construir distintas alternativas para contrarrestar la deforestación. Esta circunstancia impide aprender de los errores y propicia que se repitan acciones sin sustento, aunque con nuevos nombres en los programas, esto a pesar del conocimiento y la experiencia que se estaba consolidando en la restauración hidrológica del Lago de Texcoco, la cual se reseña a continuación.

La recreación de las funciones de regulación del ex Lago de Texcoco es una de las experiencias gubernamentales de mayor alcance y permanencia. Aunque las primeras actividades datan de principios del siglo XX (SAF 1919, 1933) y a comienzos de 1940 se realizaron lavados con agua dulce del sustrato expuesto (SAF 1941, 1942), fue a partir de 1954 que se le dio atención prioritaria y permanente mediante el Plan Chapingo, durante casi 14 años. A lo largo de ese tiempo se realizaron acciones de conservación de suelo y de reforestación. Su integración bajo el enfoque de manejo de cuencas ayudó a que para 1967 una sección de la cuenca tuviera 400 hectáreas reforestadas (SAG 1967, 1968). A pesar de esto, ese mismo año Díaz Ordaz canceló el programa y no fue sino hasta 1971 cuando por decreto presidencial se reanudaron las actividades en el área. Esto en consonancia con la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, que entre sus disposiciones establecía como de utilidad pública el mejoramiento, conservación y restauración del medio ambiente (Segob 1971b). Años más tarde, la Ley Federal de Protección al Ambiente (Segob 1982a) amplió y diversificó el capítulo relativo a la protección y restauración de los suelos.

La reactivación del programa, por medio del proyecto “Rescate Hidroecológico del Lago de Texcoco”, es una de las acciones más destacadas de Echeverría en el contexto ambiental, porque favoreció tanto su continuidad en el periodo administrativo de López Portillo y su permanencia en el tiempo como la consolidación en un espacio de investigación aplicada a partir de 1971. Desde ese entonces, bajo la tutela de las dependencias que en su oportunidad gestionaron los recursos hídricos (cuadro 4.2) y con la participación de grupos académicos de distintas dependencias, fue posible poner en práctica numerosas acciones para recuperar la dinámica hidrológica de la cuenca. Su trascendencia durante varios sexenios se explica porque es una estrategia ineludible para contrarrestar un serio problema de tolveneras que afectaba la salud de la población del Valle de México, por su prioridad en la regulación hídrica de la ciudad y porque los desequili-

Cuadro 4.6 Deficiencias en las actividades de forestación, reforestación y conservación de suelos*

| Comisión del Río Balsas | Programa Integrado de la Mixteca Guerrerense | Comisión Técnica del Empleo Rural |
|---|---|---|
| OBJETIVO | | |
| Dar un uso productivo a las áreas desprovistas de vegetación y fomentar el desarrollo económico mediante la producción de frutas y fibras industrializables | Prevenir y contrarrestar la erosión del suelo con la construcción de terrazas, la forestación y la reforestación de áreas "ociosas" | Rehabilitar los terrenos "ociosos" por medio de la reforestación |
| PROBLEMÁTICA | | |
| Falta de coordinación entre dependencias | Falta de coordinación entre dependencias | Escaso interés del gobierno estatal para desarrollar el programa |
| Asistencia técnica inadecuada y falta de capacitación a campesinos | Retraso en el suministro de recursos económicos | Retraso en el suministro de recursos económicos |
| Deficiencias técnicas en la elección de especies y sitios de plantación | Asistencia técnica inadecuada y falta de capacitación a campesinos | Falta de planeación para el desarrollo de las actividades |
| Problemas sanitarios en los huertos comunales y privados | Deficiencias técnicas en la elección de sitios de plantación | Conflictos de tenencia de la tierra |
| El cuidado de los huertos comunales se diluyó entre los miembros de la comunidad | Deficiencias técnicas en las terrazas y represas construidas para la conservación del suelo | Poco interés de las comunidades por el programa |
| Escasa utilidad de las plantaciones de henequén, la producción de fibra asociada a las empresas industrializadoras no se consolidó | Las plantas asociadas a las obras mecánicas no representaron beneficios a los campesinos en el corto y mediano plazos | La reforestación se propuso como programa de empleo y no como estrategia de mejoras a la vegetación |
| Conflictos de tenencia de la tierra | Desconocimiento de la utilidad de las especies en las áreas de reforestación | Conflictos entre los miembros de la cooperativa y en la comunidad por la fuente de empleo |
| Abandono de los huertos comunales y plantaciones de henequén al concluir el programa | Competencia por mano de obra entre las diferentes actividades propiciando retraso en la ejecución de acciones | Deficiencias técnicas en el establecimiento de viveros |
| Falta de evaluación y seguimiento | Abandono de las obras al concluir el pago de jornales | Deficiencias técnicas en la elección de las especies y desconocimiento de su utilidad |
| | Falta de evaluación y seguimiento | Abandono de las plantaciones al concluir el pago de jornales |
| | | Falta de evaluación y seguimiento |

* Realizadas por la Comisión del Río Balsas (1970-1976), el Programa Integrado de la Mixteca Guerrerense (1977-1982) y la Comisión Técnica de Empleo Rural (1981-1985), los dos últimos dentro del marco de Coplamar en La Montaña de Guerrero.

Fuente: Cervantes *et al.* 1996a.

brios ambientales tenían repercusiones que afectaban negativamente el desarrollo y ponía en riesgo a la población (recuadro 4.2).

Aunque a lo largo del tiempo el proyecto ha sufrido altibajos en la asignación de recursos económicos, el deceso del ingeniero Cruickshank, cuya labor al frente del proyecto desde sus inicios fue muy importante para su promoción y continuidad, deja un reto de singular importancia a la Comisión Nacional del Agua (CNA). En sus manos queda la responsabilidad de promoverlo y hacer que continúe, ya que las actividades de manejo deben ser permanentes para mantener lo recuperado hasta

la fecha, para consolidar el control de la erosión en algunas microcuencas y concluir la construcción del lago faltante.

4.7 LOS PROGRAMAS GUBERNAMENTALES DE CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS

Estos programas comenzaron a principios de 1940. Durante más de 42 años de permanente actividad cambiaron sus objetivos, los espacios de atención y la intensidad de su aplicación. En ocasiones se

orientaron al control de la erosión en los distritos de riego y presas; en otras se combinó la protección con la recuperación de suelos degradados en las cuencas hidrográficas y, en otras más, a la creación de fuentes de empleo temporal y reconversión productiva. Sus resultados son disímiles y es difícil distinguir las causas del éxito o fracaso de los programas.

A partir de 1940 diversos factores internos y sucesos internacionales favorecieron la construcción de una nueva visión de desarrollo económico en México. Esta visión se sustentó en el incremento de la producción agropecuaria para el abasto nacional y para favorecer el comercio exterior (Hewitt 1978; Rello 1986; Soto *et al.* 1992).

Con este objetivo, en 1942 en la SAF surgió el programa Estudios Especiales de la Fundación Rockefeller, mismo que posteriormente llavaría a la denominada Revolución Verde (Hewitt 1978). El estudio científico de los suelos del país comenzó en el marco de ese programa (Parra *et al.* 1982) y, como consecuencia, su enfoque inicial fue netamente agrológico; los estudios eran financiados por dependencias gubernamentales y empresas extranjeras y nacionales (Gama-Castro 1985). Al mismo tiempo aumentaron los programas de colonización y venta de terrenos, se dio protección a la iniciativa agrícola privada con terrenos de regadío, y se favoreció la formación de nuevas propiedades agrícolas de riego en vastas regiones forestales, todo ello acom-

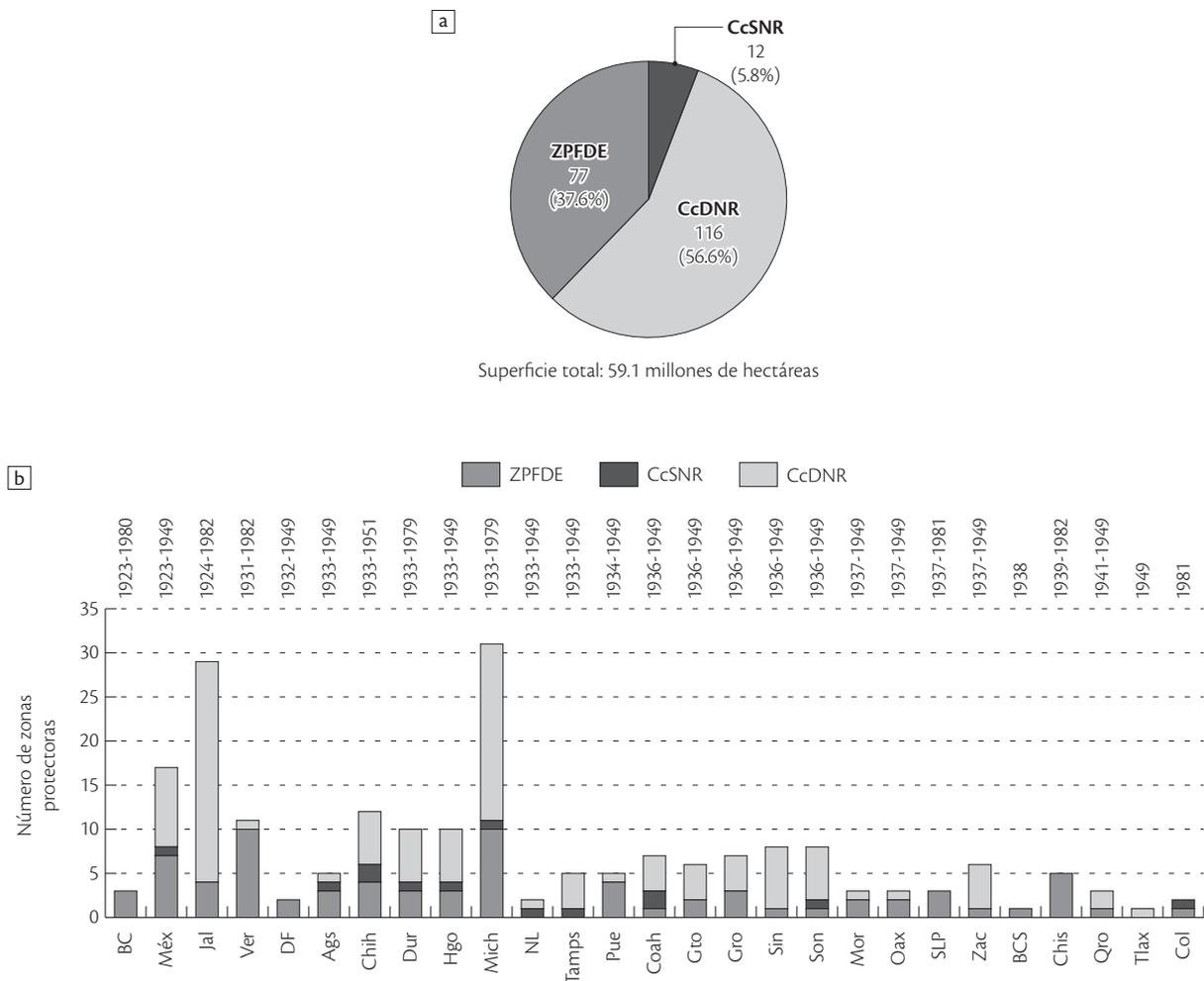


Figura 4.5 Zonas Protectoras Forestales establecidas de 1923 a 1982. **(a)** Número de zonas protectoras establecidas por tipo. ZPFDE = Zona Protectora Forestal con decreto específico, incluye cuerpos y corrientes de agua y refugios faunísticos; CcSNR = cuencas de conservación de los sistemas nacionales de riego; CcDNR = cuencas de conservación de los distritos nacionales de riego. **(b)** Distribución estatal de zonas protectoras y periodo de establecimiento. Fuente: Conade (1988).

pañado del incremento de infraestructura hidráulica de regadío y para la producción de electricidad (SAF 1941-1946).

Con este enfoque, los programas de conservación de suelos surgieron como una medida necesaria para mantener e incrementar la producción agropecuaria del país.

En 1942 surgió el Departamento de Conservación de Suelos vinculado a la Comisión Nacional de Irrigación, creada en 1926 (cuadro 4.2). En un principio este tipo de acciones fueron modestas y se ubicaron en zonas con procesos de degradación del suelo que afectaban la producción agrícola y ponían en riesgo a la población (SAF

RECUADRO 4.2 PROGRAMA DE RESCATE HIDROECOLÓGICO DEL LAGO DE TEXCOCO

Virginia Cervantes

Objetivos. Disminuir el riesgo de inundaciones y tolvánas en el Valle de México y combatir la desertificación de la región por medio de mejorar la dinámica hídrica de la cuenca reencauzando las aguas de los ríos tributarios, dar un uso alternativo a las aguas residuales que se canalizan a la región, disminuir la erosión hídrica aplicando acciones de reforestación y de conservación de suelos, favorecer el desarrollo de la vegetación en el lecho del lago y crear hábitats para la avifauna residente y migratoria.

Estrategias. Con los estudios que diagnosticaron la magnitud de las funciones perdidas en la cuenca y los de física y química del sustrato expuesto del lecho del lago, se tuvo información que, junto con la de ingeniería hidráulica y un sinnúmero de obras físicas, permitió culminar con la construcción de cinco lagos artificiales: Nabor Carrillo, de Regulación, Churubusco, Xalapango y Recreativo, que en conjunto ocupan 1 700 hectáreas. Los lechos de estos lagos fueron rellenados entre 1982 y 1983 con las aguas previamente tratadas en el área del proyecto, las reencauzadas de los ríos tributarios y las residuales.

En 1981 comenzaron las actividades de siembra de pastos y forestación, en etapas sucesivas, en las áreas del lecho que todavía estaban expuestas. Aquí se combinó la introducción de especies nativas (pasto salado, *Distichlis spicata*) y exóticas (*Acacia retinodes*, *Casuarina equisetifolia*, *Tamarix articulata*, *T. parviflora* y *T. plumosa*) tolerantes a la salinidad, las cuales se integraron en un diseño que aportó cobertura al sustrato y disminuyó la velocidad del viento. Para 1994 el área cubierta ascendía a 6 000 hectáreas, y con ello se había logrado controlar 95% de las tolvánas.

Para controlar la erosión hídrica desde 1971 se pusieron en práctica diversas obras de conservación de suelo y agua en las microcuencas; su ubicación y magnitud dependieron del estado en que se encontraban y de la cantidad de sedimentos aportados. En 1994 estas obras ocupaban casi 10 000 hectáreas. De manera complementaria, desde 1973 dio inicio

la reforestación en las partes alta y media de las cuencas oriente y tributaria, mediante la introducción de 13 especies, cuatro de ellas exóticas (cuadro 4.1 del texto principal), en las que se probaron distintas técnicas de preparación del terreno para asegurar su establecimiento de acuerdo con el estado de degradación del suelo. Desde que comenzó esta etapa y hasta 1994, en ambas microcuencas se habían sembrado casi 40 millones de plantas en una superficie poco mayor a 11 000 hectáreas. Para ese año la cuenca tributaria tenía 2 100 hectáreas completamente recuperadas y la pérdida de suelo por erosión hídrica había disminuido a 0.026 toneladas/hectárea/año (Cruickshank 1994).

A pesar de los recursos invertidos, hacia 1994 el área correspondiente a la zona federal solo tenía 1 100 hectáreas forestadas, por lo que entre 1995 y 2000 la Semarnap asignó un presupuesto a la CNA para desarrollar, en colaboración con el Pronare y la Sedena, el Programa Especial Lago de Texcoco de la Zona Federal. Con estos recursos se construyó el drenaje interno para el lavado del suelo en las 4 000 hectáreas con el sustrato del lecho todavía expuesto, siembra de pastos y forestación de las mismas, y la aplicación de actividades de mantenimiento en las áreas consolidadas durante las administraciones anteriores. También se eliminaron los proyectos pecuarios instaurados entre 1988 y 1994, cuya finalidad era obtener recursos económicos para sostener las actividades de mantenimiento de las áreas forestadas. Desafortunadamente, durante la administración del presidente Vicente Fox (2000-2006) el esquema de rentabilidad económica fue retomado, ya que los recursos económicos asignados al proyecto disminuyeron sensiblemente.

A más de 30 años del proyecto se ha logrado disminuir las tolvánas y el riesgo de inundaciones; además, actualmente es el hábitat de numerosas especies de aves. Aunque la dinámica hídrica de la cuenca ha mejorado, el automantenimiento del sistema es una meta inviable e implica la inversión continua de recursos económicos y humanos.

1941, 1942). Aunque esto sugiere un relativo equilibrio en la necesidad de mantener y recuperar los servicios ambientales de suministro y regulación, con el tiempo estas actividades se realizaban sobre todo en las áreas agrícolas (cuadro 4.7). Así, el establecimiento de nuevos distritos de riego se asoció a la creación de los Distritos de Conservación de Suelo (DCS).

El desarrollo de estos programas tuvo una demanda importante de recursos económicos y humanos para hacer los estudios, generar los planes de conservación de suelos y realizar su aplicación (SAF 1943, 1944, 1945). Para 1946 se habían establecido 10 DCS (cuadro 4.8) y el Departamento de Conservación de Suelos se transformó en la Dirección General de Conservación de Suelos y Agua (DGCSA) (SAF, 1946). Con la finalidad de asegurar la continuidad de estas obras, ese mismo año se publicó la Ley de Conservación de Suelo y Agua (Segob 1946), que entre otras medidas declaró de utilidad pública el establecimiento de Distritos de Conservación de Suelo y Agua (DCSA). Esta ley se mantuvo casi sin cambios y sin reglamento hasta 1996, año en que fue derogada.

Entre 1946 y 1952 la estructura de las dependencias gubernamentales tuvo transformaciones importantes, de las que derivaron la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) y la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). En este esquema, las Direcciones de Distritos de Riego y de Conservación de Suelo y Agua pasaron a formar parte de la SAG, pero ahora con la figura de Direcciones Generales (cuadro 4.2).

Simultáneamente, para promover y colonizar terrenos para el desarrollo agropecuario, se creó la Comisión Nacional de Colonización, instancia que, junto con la Dirección de Población Rural, Terrenos Nacionales y Colonización, se encargaba de organizar y resolver los asuntos relacionados con la pequeña propiedad y los relativos a la apertura de nuevas tierras, principalmente en las costas del país (SAG 1947). Estos cambios favorecieron el inicio y la promoción de las grandes obras hidráulicas para generar la energía eléctrica que beneficiaría a las industrias, tanto a las ya establecidas como a las de nueva creación. El desarrollo regional por cuencas hidrográficas tomó forma con la creación de las comisiones Papaloapan en 1946, Tepalcatepec en 1947 (Balsas en 1960), Lerma en 1950 y Fuerte en 1951 (SRH 1949, 1950, 1952; Parra *et al.* 1982).

Con el respaldo de la legislación de suelos y de la nueva estructura institucional se fortalecieron los programas de conservación de suelos, ya que estos los promovían la SRH, por medio de las comisiones antes citadas, y la SAG

en los DCSA (cuadros 4.7 y 4.8). Como resultado de esto, entre 1947 y 1952 la superficie con obras de conservación de suelo y agua en los distritos de riego abarcó 249 636 hectáreas (Martínez-Menez 1999).

Durante los siguientes dos sexenios (1952 a 1964) los objetivos de los programas de conservación de suelos se enriquecieron, pues el control de la erosión, la recuperación de suelos degradados y la protección de suelos forestales se integró en el enfoque de cuencas hidrográficas. Estos cambios comenzaron con Adolfo Ruiz Cortines (1952-1958), quien impulsó un proyecto más integral para tratar de amortiguar la creciente problemática de deterioro ambiental del país.

Se pretendía que durante todo el sexenio se mantuviera una “campana nacional en pro de la conservación y uso racional de los recursos naturales renovables: suelo, agua, bosques y pastos”, y se insistió en la necesidad de evitar la destrucción del suelo y el desperdicio de agua, mediante la integración prácticas de conservación de estos dos recursos, indistintamente de los fines de uso de los terrenos. También se consideró la necesidad de impulsar programas de difusión y capacitación con la participación de radiodifusoras, empresas privadas e instituciones gubernamentales, que además impartían cursos de capacitación rural (cuadro 4.7) (SAG 1953, 1954). Al mismo tiempo, para intensificar la labor de la DGCSA por parte de la SAG, la Dirección General de Distritos de Riego pasó a formar parte de la SRH (cuadro 4.2).

La DGCSA incrementó el número de DCSA (cuadro 4.8), lo que permitió atender los problemas de producción de granos básicos y la degradación de suelos en terrenos agrícolas de temporal, de medio riego y de fincas particulares (SAG 1953, 1954, 1958), así como iniciar las evaluaciones de escorrentía en algunos DCSA. Con esta tendencia, entre 1954 y 1955 la DGCSA realizaba acciones para mitigar la erosión hídrica y eólica, la salinidad en el distrito de riego de Tamaulipas, además del hundimiento de la ciudad de México y las tolvaneras (cuadro 4.7) (SAG 1954-1956).

Aunque durante el periodo de 1953 a 1958 se realizaron obras de conservación y recuperación de suelos en 55 774 hectáreas (Martínez-Menez 1999) (Fig. 4.6), el avance más importante del sexenio consistió en los estudios de diagnóstico que hizo la DGCSA para evaluar, por primera vez, el estado de degradación de los suelos del país y establecer las medidas que se derivaron de esta evaluación.

La evidencia de salinización de los suelos en los distritos de riego llevó a las primeras acciones para tratar de

Cuadro 4.7 Principales actividades desarrolladas en los Distritos y Delegaciones de Conservación de Suelo y Agua, en los periodos de 1940 a 1970

| Actividades | Periodo | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1940-1946 | 1946-1952 | 1952-1958 | 1958-1964 | 1964-1970 |
| DIFUSIÓN | | | | | |
| Curso de capacitación local por las Misiones Escuela | | | X | X | |
| Distribución de trípticos y boletines | | X | X | X | |
| Exhibiciones cinematográficas | | X | X | X | X |
| Establecimiento de áreas demostrativas | | | X | X | |
| Programas de radio y televisión | | | X | X | |
| Promoción por las Misiones Motorizadas | | X | | | |
| PRÁCTICAS AGRONÓMICAS | | | | | |
| Introducción de cultivos nuevos (comerciales) y semillas mejoradas | X | X | | X | X |
| Aplicación de fertilizantes químicos: cultivos agrícolas y pastizales | X | X | X | X | X |
| Aplicación de abonos verdes y estiércol | X | X | X | X | X |
| Aplicación de mejoradores del suelo en terrenos con salinidad | | | X | X | X |
| Control de plagas y enfermedades (insecticidas, fungicidas, nematocidas) | | X | | X | X |
| Control de malas hierbas (herbicidas) | | | | X | X |
| Cultivo en fajas y rotación de cultivos | | X | X | X | |
| Surcado en contorno, a nivel y <i>lister</i> en terrenos agrícolas y pastizales | X | X | X | X | X |
| PRÁCTICAS PECUARIAS | | | | | |
| Establecimiento de pastos y leguminosas para forraje | X | X | X | X | |
| Mejoramiento de pastizales | | X | | X | |
| Formación de praderas artificiales | | | X | X | X |
| Siembra de pastos para producción de semilla | | | | X | |
| Transplante de <i>kudzu</i> | | X | | | |
| PRÁCTICAS MECÁNICAS | | | | | |
| Construcción de estructuras para almacenamiento de agua con fines de riego y de abrevadero | | | X | X | X |
| Construcción de bordos de protección, absorción y retención, en contorno y a nivel | | X | X | X | X |
| Construcción de gaviones | | X | X | X | X |
| Construcción de canales de riego revestidos | | | | X | X |
| Labores de subsuelo y topeo | | | | X | X |
| Melgado en contorno y entarquinamiento | | | | X | X |
| Movimiento de tierras y nivelación de terrenos | | X | | X | X |
| Muros de contención | X | | | X | |
| Presas de control de torrenteras y barrancas | X | X | X | X | X |
| Pequeñas obras de irrigación (presas y presones) | | X | | X | |
| Terrazas de retención, absorción y drenaje, de banco y de base ancha | X | X | X | X | X |
| Terrazas de formación sucesiva | X | | | X | X |
| Construcción de zanjas de desfogue y regadoras | | | | X | |

Cuadro 4.7 [concluye]

| Actividades | Periodo | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1940-1946 | 1946-1952 | 1952-1958 | 1958-1964 | 1964-1970 |
| PRÁCTICAS VEGETATIVAS | | | | | |
| Barreras vivas | X | | X | X | X |
| Cortinas rompeviento | | X | X | X | X |
| Cultivos de cobertera | X | X | X | X | X |
| Magueyeras y nopaleras en linderos, bordos y terrazas | | X | X | X | |
| Plantación de especies frutales y forestales | | X | X | X | |
| Plantación de vid | | | | X | |
| Revegetación con especies frutales e industriales | | | X | | X |
| Siembra de semillas de pirú | | X | | | X |
| Diseño y establecimiento de huertos | | X | X | X | X |

Fuente: SAF 1941-1946; SAG 1947-1958, 1960a, 1960b, 1961, 1962, 1964a, 1964b, 1965-1970.

Cuadro 4.8 Periodo de establecimiento de los Distritos de Conservación de Suelo (DCS) y de Suelo y Agua (DCSA) y su consolidación en Delegaciones Estatales de Conservación de Suelo y Agua (DDCSA)

| Distritos/Delegaciones de Conservación de Suelo y Agua | Periodo | | | | |
|---|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | 1940-1946 | 1946-1952 | 1952-1958 | 1958-1964 | 1964-1970 |
| Aguascalientes | | | DCS | | DDCSA |
| Norte de Baja California | | DCS | | | |
| Chiapas (Tuxtla Gutiérrez) | | | DCS | DDCSA | DDCSA |
| Comarca Lagunera (Coahuila-Durango) | | DDCSA | | | |
| Saltillo, Coahuila (Sierra de Arteaga-E. A. Antonio Narro) | | DCS | DCSA | DCSA | |
| Coahuila | | | | DDCSA | DDCSA |
| Ciudad Delicias (Chihuahua) | | | DCSA | DCSA | |
| Ciudad Juárez (Chihuahua) | | | DCSA | | |
| Chihuahua | | DCS/DDCSA | | DDCSA | DDCSA |
| Salazar-Cuajimalpa (D.F. y Estado de México) | DCS | | | | |
| Valle de México (Cuenca del Valle de México) | | | DCSA | DCSA | DDCSA |
| Durango | | DCSA | DCSA | DCSA | DDCSA |
| Guanajuato (Querétaro y Aguascalientes) | | DCSA/DDCSA | | | |
| Bajío (porción NE de Guanajuato) | | | DCSA | DCSA | |
| Guanajuato | | | | DDCSA | |
| Iguala (Guerrero) | | | | DCSA | |
| Guerrero | | | DCSA | DDCSA | |
| Ixmiquilpan (Hidalgo) | DCS | | | | |
| Apan (Hidalgo) | | DCSA | | | |

Cuadro 4.8 [concluye]

| Distritos/Delegaciones de Conservación de Suelo y Agua | Periodo | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | 1940-1946 | 1946-1952 | 1952-1958 | 1958-1964 | 1964-1970 |
| Valle del Mezquital (Hidalgo) | | DCSA | | | |
| Tlaxcoapan (Hidalgo) | | | | DDCSA | DDCSA |
| Altos de Jalisco (norte de Jalisco) | DCS | | | | |
| Ciénega de Chapala (Laguna de Chapala, Jalisco) | | | DCSA | | |
| Lerma-Chapala | | | DCSA | | |
| Ciudad Guzmán (Jalisco) | | | DCSA | DDCSA | DDCSA |
| Arroyo-Zarco (México, Querétaro e Hidalgo) | DCS | | | | |
| Centro (oriente del Estado de México) | | DDCSA | | DDCSA | DDCSA |
| Estado de México (zona occidental) | | | DCSA | DDCSA | DDCSA |
| Chapingo (márgenes del Lago de Texcoco, Estado de México) | DCS | | DCSA | DCSA | |
| Morelia (Michoacán) | DCS | | | | |
| Villa Escalante (Michoacán) | | | DCSA | | |
| Cuenca Tepalcatepec (ejido "Las Yeguas", Michoacán) | | | DCSA | DCSA | |
| Michoacán | | | | DDCSA | DDCSA |
| Morelos | | | DCSA | | DDCSA |
| Nuevo León | | DCSA | | DCSA | DDCSA |
| Oaxaca | | DDCSA | DCSA | DDCSA | DDCSA |
| Puebla (Tecamachalco) | | | | DDCSA | DDCSA |
| Querétaro | | | | | DDCSA |
| Jacala-Valles, San Luis Potosí (carretera México-Laredo, tramo Zimapán-Tamazunchale) | DCS | | | | |
| Sinaloa | | | DCSA | | |
| Sonora | | DCSA | | | |
| Matamoros (Tamaulipas) | | | DCSA | DCSA/DDCSA | DDCSA |
| Tamaulipas (zona sur) | | | | | DDCSA |
| La Malitzin, Tlaxcala (protección presa de Valsequillo) | DCS | | | | |
| Presa de Valsequillo (Tlaxcala y Puebla) | | | DCSA | DCSA | |
| Tlaxcala-Puebla | | DDCSA | | | |
| Tlaxcala | | | DCSA | DDCSA | DDCSA |
| Valle de Toluca | DCS | | DCSA | DCSA | |
| La Carbonera-Acultzingo (Veracruz) | DCS | DCSA | DCSA | | |
| Veracruz | | DDCSA | DCSA | | |
| Zacatecas | | | | DDCSA | DDCSA |

A partir de 1971 las DDCSA se incorporaron a los Distritos de Desarrollo Rural de cada estado.

Fuentes: SAF (1941-1946) y SAG (1947-1958, 1960a, 1960b, 1961, 1962, 1964a, 1964b, 1965-1970).

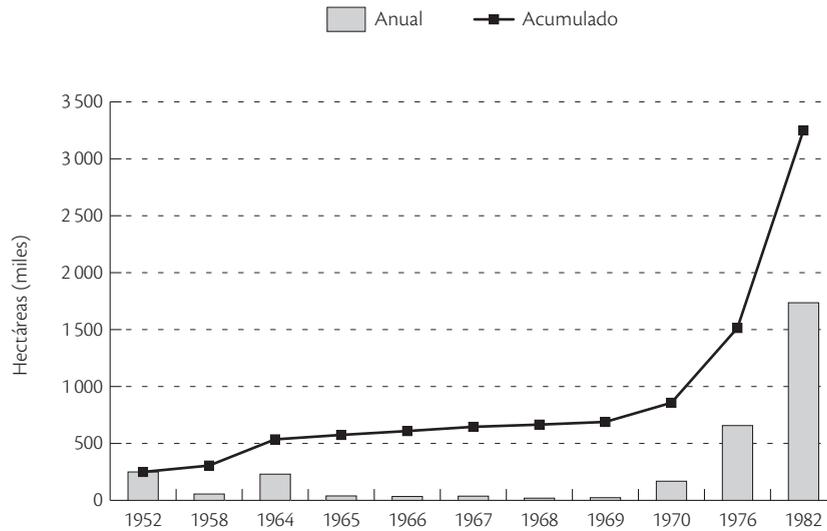


Figura 4.6 Superficie trabajada con obras de conservación o recuperación de suelo y agua. Anualmente (1965-1970) y total para los periodos: 1947-1952, 1953-1958, 1959-1964, 1971-1976, 1977-1982. Fuentes: SAG (1960a, 1960b, 1961, 1962, 1964a, 1964b, 1965-1968, 1970) y Martínez-Menez (1999).

contrarrestar dicho proceso: la evaluación de la erosión puso en marcha proyectos en áreas prioritarias para la recuperación de suelos, como en el caso de Tlaxcala, que se declaró estado piloto en 1957, mientras que la coordinación entre la DGCSA y la SSRFC fortaleció los estudios y actividades para iniciar el programa de manejo de la Cuenca del Valle de México (SAG 1956, 1957).

El cambio de gobierno (1958-1964) no significó una discontinuidad de actividades. La creación de la Subsecretaría de Agricultura (cuadro 4.2) y su vínculo con la DGCSA fortalecieron la cooperación entre instituciones gubernamentales, por ejemplo, en la atención a deslaves en carreteras con la Secretaría de Obras Públicas y en las campañas de difusión de las obras de conservación de suelo y agua, en las que por primera vez se utilizó la televisión. Durante los primeros dos años de esta administración las actividades de la DGCSA se abocaron sobre todo a concluir las evaluaciones de erosión de suelo en casi todo el país (SAG 1960a, 1960b). Sin embargo, la creciente problemática de exceso de sales en los suelos de varios distritos de riego llevó a que la DGCSA intensificara las investigaciones para diseñar y establecer programas de rehabilitación de suelos salinos. Como complemento de estas actividades, entre 1961 y 1962 comenzó un amplio programa de protección de cuencas hidrológicas para controlar y regular los escurrimientos superficiales, bien para aumentar la vida útil de las obras de irrigación y de generación de electricidad o para proteger

las ciudades y asentamientos poblacionales de las inundaciones (Fig. 4.6). En este último caso las actividades se realizaban en coordinación con la SSRFC (SAG 1960a, 1960b, 1961, 1962, 1964a, 1964b).

Durante los tres periodos presidenciales subsecuentes (1965 a 1982) estos programas tuvieron el mayor auge en la historia del país. Sin embargo, buena parte de las actividades solo fueron un paliativo debido al incremento de la superficie cultivada. Entre 1964 y 1970 las obras de conservación de suelo y agua realizadas por la DGCSA se potenciaron con la misma intensidad que aumentaba la superficie cultivada destinada a forrajes, pastos (demandados por el creciente desarrollo de la ganadería) y cultivos industriales (cuadro 4.7). Aunque la DGCSA dio continuidad a los programas de protección de cuencas que quedaron inconclusos en la administración anterior, con el tiempo buena parte de las actividades se orientaron a las zonas de agricultura de temporal para favorecer su reconversión productiva y a mantener las actividades de conservación de suelos que se realizaban en los distritos de riego. Con este objetivo, en las Delegaciones de Conservación de Suelo y Agua (cuadro 4.8) la participación de los campesinos se incrementó sustancialmente, gracias al pago de jornales para estas obras. El propósito de estos programas fue realizar una fuerte derrama económica que contribuyera a aliviar la situación de los campesinos y, al mismo tiempo, lograr un aumento de la producción agropecuaria en un periodo corto para subsanar

las carencias propiciadas por las eventualidades climáticas, las sequías, las inundaciones y el inicio de la descapitalización de la agricultura (SAG 1965-1967).

Dichos propósitos explican el hecho de que la superficie trabajada con obras de conservación de suelo y agua durante el sexenio haya aumentado de manera importante (Fig. 4.6), así como el cambio en la composición de especies utilizadas, ya que se sustituyeron las especies forestales maderables por magueyes, y por especies industriales y frutales (Fig. 4.7). En este último caso, se pretendía que para 1970 la reconversión productiva de los terrenos alcanzara 800 millones de hectáreas con cultivo de frutales (SAG 1968-1970).

Con este esquema de derrama económica el auge de las obras de conservación y recuperación de suelos se mantuvo durante los siguientes dos sexenios. Por esta razón, independientemente de los cambios institucionales ocurridos entre 1970 y 1976 (cuadro 4.2), la DGCSA dispuso de abundantes recursos económicos de manera continua. Durante el gobierno de Luis Echeverría (1970-1976), con los recursos de los Programas de Inversión Pública para el Desarrollo Rural (Pider) (Ferreira 2000) la superficie atendida con estas obras se duplicó, mientras que durante la administración de José López Portillo (1976-1982), en el marco de Coplamar, la superficie trabajada fue casi tres veces superior a la alcanzada anteriormente (Fig. 4.6).

A diferencia de los Pider, en los programas integrados por región de Coplamar (cuadro 4.5) no solo se generó información para evaluar el potencial productivo regional, también se realizaron estudios que incluían compo-

ponentes sociales y ambientales. De ello resultó que por primera vez se mencionara claramente la “prevención de la desertificación de los suelos” como una política gubernamental, y que se llamara la atención acerca del vínculo entre marginación, degradación del ambiente productivo y migración (Coplamar 1978; Informe Presidencial 1982). Sin embargo, el objetivo principal de Coplamar era la creación de fuentes de empleo para mejorar la calidad de vida de la población campesina en su lugar de origen y evitar que emigrara a las ciudades (Wong 2000).

Aunque entre 1970 y 1982 la superficie destinada a la conservación y recuperación de suelo fue considerable (2 392 934 hectáreas), la evaluación de los resultados del mantenimiento o mejoramiento del ambiente productivo ha sido poco documentada. Algunos estudios puntuales realizados para el estado de Guerrero (Betanzos 1974; Flores 1990; Cervantes *et al.* 1996a) indican que en estos programas hubo muchas deficiencias y de muy diversa índole (cuadro 4.6), que en conjunto provocaron que los campesinos abandonaran las obras cuando concluyó el pago de jornales. Aunque sería arriesgado extrapolar estos resultados a todo el país, la evaluación que hizo en 1988 la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue) a los programas realizados por la DGCSA (Cotler *et al.* 2007) señaló problemáticas similares a las que se mencionan en el cuadro 4.6. A raíz de esa evaluación se reconsideró la premisa de incorporar las particularidades de los sistemas de producción existentes en cada región, para favorecer que los campesinos aceptaran y desempeñaran estas obras (Enríquez 1993; Martínez-Ménez 1999). En contraste, el efecto positivo de las obras de pro-

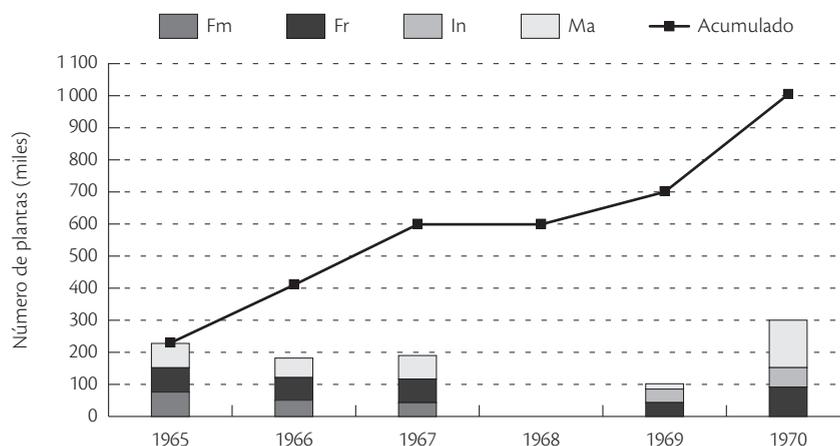


Figura 4.7 Número y tipo de plantas utilizadas en las obras de conservación y recuperación de suelos durante el periodo 1965-1970. Fm = forestal maderable; Fr = frutal; In = industriales; Ma = maguey. Fuente: SAG 1965-1970.

tección y recuperación de suelos del periodo de 1971 a 1982 se puede inferir del proyecto del Lago de Texcoco, pues su pertinencia ha contribuido a disminuir el azolve de los lagos creados y con ello mantener su vida útil (recuadro 4.2). Esto es una muestra de la continuidad en los programas gubernamentales acertados y de la importancia de aplicar un enfoque sistémico y multidisciplinario.

El cambio de gobierno con Miguel de la Madrid (1982-1988) determinó el fin de la DGCSA. Para 1983 se convirtió en una dirección con escasa actividad y con el presidente Carlos Salinas (1988-1994) ocupó una subdirección con mínimo presupuesto y su tarea se redujo a la asesoría técnica (cuadro 4.2). Esto con base en las modificaciones al artículo 27 de la Constitución, que dieron la pauta para estipular que los propietarios serían los responsables de realizar las obras de conservación en sus predios (Martínez-Méñez 1999). En contraparte, el interés por el problema de la desertificación fue creciendo. Durante estos años se elaboraron diversos tipos de diagnósticos, a cargo de instituciones académicas y gubernamentales, sobre el estado de degradación de los suelos y su consiguiente desertificación (Sedue 1986; Conade 1988, 1992; Estrada 1990; Ortiz *et al.* 1994; Sedesol 1993, 1994a). La integración de esta información culminó con la publicación del PACD-México (1994), documento que Cotler *et al.* (2007) consideran el primer diagnóstico de la problemática del suelo en México y que integra una estrategia para enfrentarla.

4.8 APORTACIONES DE LA ACADEMIA Y DE LA SOCIEDAD PARA EL CAMBIO EN LAS POLÍTICAS DE RESTAURACIÓN

Entre 1982 y 1988 comenzaron algunos cambios en las políticas dirigidas a mejorar la calidad del ambiente. En este proceso disminuyeron los programas gubernamentales con este fin, pero empezó una etapa de evaluación que permitió formalizar un espacio para la participación de académicos y de la sociedad civil organizada. Estos grupos regidos por los principios del ecodesarrollo, y en su momento del desarrollo sustentable, introdujeron una visión que promulgaba la necesidad de incorporar una dimensión ambiental holística a las políticas sociales y económicas en el desarrollo rural.

Con el presidente Miguel de la Madrid (1982-1988) los programas de combate a la pobreza que se vincularon a

las actividades de mejoramiento de los suelos y la cubierta vegetal disminuyeron drásticamente. Para 1983 los recursos económicos eran precarios y en 1985 se desarticularon, quedando a la voluntad y disponibilidad de recursos en los distritos de desarrollo rural que operaban en cada entidad (Cervantes *et al.* 1996a). Sin embargo, con la creación en 1982 de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue), cuya encomienda fue conducir la política ambiental, se inició una etapa de sistematización de la información concentrada en las distintas dependencias gubernamentales que realizaban la gestión de los recursos naturales. Esto llevó a replantear un orden de competencia institucional y a integrar y difundir la información que demandaba la sociedad mexicana para incidir en el estado del ambiente (Sedue 1986; Conade 1988). En este proceso los lineamientos de la Ley Federal de Protección al Ambiente (Segob 1982a) se dinamizaron mediante el impulso de instancias o espacios de discusión y reflexión, que posteriormente culminaron en el decreto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (Segob 1988). Algunos ejemplos de este proceso son la institución del Comité Planificador de Desmontes del Sector Agropecuario y Forestal (Segob 1982b), la competencia de la Sedue para administrar el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la creación del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (Inireb) en 1984 y la apertura del Programa de Mejoramiento de Ecosistemas (PME) (Conade 1988, 1992).

El PME brindó la oportunidad para que, a mediados de 1980, grupos de académicos y organizaciones no gubernamentales involucrados en las líneas de manejo de recursos naturales iniciaran proyectos de reforestación, con una visión diferente a la que el gobierno había fomentado en la práctica cotidiana. Esta vertiente partía de reconocer la necesidad de entender el método de trabajo antes de intervenir en él y trataron de integrar, en mayor o menor medida, los elementos sociales, económicos y ambientales que influyen en los procesos de degradación y en la recuperación del sistema.

Entre 1983 y 1987 la Sedue realizaba actividades de mejoramiento de la cubierta vegetal principalmente en las áreas protegidas (AP). En el marco del Programa de Restauración y Protección de Ecosistemas se realizaron trabajos de reforestación y de control de incendios forestales. Durante esos años en promedio se reforestaron poco más de 5 700 hectáreas cada año en distintas AP (Conade 1988, 1992; Sedesol 1993). Entre 1986 y 1988 la superficie reforestada se incrementó de 45 126 a 65 964

hectáreas como resultado de la labor de los grupos que participaban en el PME (Sedesol 1993).

Algunas organizaciones sociales de ámbito local que durante los años ochenta realizaron actividades de reforestación con una visión más integral son: Alternativas y Participación Social, A.C., el Centro de Capacitación en Ecología y Salud de San Cristóbal de las Casas, Gestión de Ecosistemas, A.C., el Grupo de Estudios Ambientales (GEA), la Organización Ribereña contra la Contaminación del Lago de Pátzcuaro (Orca), Proyecto Sierra de Santa Martha, A.C., y Tierra Madre, A.C., entre otras más que se mencionan en la recopilación realizada por Leff *et al.* (1990). Entre los grupos académicos de instituciones de educación e investigación que destacan por su permanencia se encuentran el Inireb, que posteriormente se fusionó con el Instituto de Ecología, A.C., y el Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (PAIR).

En esa década el PAIR presentaba características novedosas, reconocidas por la Sedue en 1988, en el objetivo de sus investigaciones y aplicación técnica. Estas se realizaban en regiones ecológicas contrastantes (trópico húmedo y seco, zona desértica y semidesértica y Meseta Purépecha), con dominancia de grupos étnicos y agudos índices de marginación. En cada región había un grupo de trabajo multidisciplinario que desde sus respectivos referentes aportaba información sobre las características del medio físico y biótico, su estado de conservación *vs.* degradación, las formas de uso predominantes de los recursos naturales y la relación de estos factores con las variables socioeconómicas; ello permitía generar propuestas de uso y manejo de los recursos ambientales de forma más integral (Viveros y Casas 1985; Obregón 1989; Carabias *et al.* 1990; Rodiles 1991; Anta 1992; Landa 1992; Martínez-Madrid 1992; Álvarez-Icaza *et al.* 1994; Aranguren 1994; Carabias *et al.* 1994; Díaz 1994; Múgica 1994; Toledo 1994; González 1996; Mur 1996; Hernández-Apolinar 1997; Landa *et al.* 1997; Van der Wal 1996, 1998, 1999; Cordero y Ramírez 2002).

Entre las investigaciones que se realizaron en el trópico seco de la región de La Montaña de Guerrero se encuentran las que se ocuparon de restablecer la vegetación de los sitios deforestados plantando especies leñosas de leguminosas nativas (Carabias *et al.* 1990; Arriaga *et al.* 1994). Los estudios comenzaron por identificar las causas del escaso éxito en los programas de reforestación realizados en la región. Aquí se detectó que de la gran variedad de factores que influían, los problemas más re-

currentes eran la falta de interés de las poblaciones locales para desarrollar esa actividad y el tipo de especies utilizado en los programas de reforestación (Cervantes *et al.* 1996a). Con la finalidad de hacer más atractivas las prácticas de reforestación, de enriquecer el escaso acervo de especies con que contaban estos programas, de asegurar el éxito de las plantas introducidas y de contribuir a la conservación del germoplasma nativo, se partió de la premisa de incorporar a estas actividades especies nativas útiles. Para ello fueron necesarias investigaciones relacionadas con la utilidad de las especies vegetales y el uso que tradicionalmente les dan los campesinos a ciertas especies (Casas *et al.* 1987; Arias 1993; Viveros *et al.* 1993), además de crear una metodología de estudio para dominar los aspectos más relevantes de la biología de las especies que favorecieran su propagación masiva y establecimiento exitoso, por ejemplo: distribución y abundancia de las especies y sus patrones fenológicos (Arriaga 1991), germinación y preservación de semillas (Cervantes *et al.* 1996b), análisis de crecimiento en vivero para la propagación masiva de las especies (Cervantes *et al.* 1998) y la integración de estos aspectos para explicar su hábitos de colonización (Cervantes 1996). Los resultados de estas investigaciones arrojaron información sobre nueve especies con posibilidades de utilizarse en los programas de reforestación; sin embargo, la evaluación de su efecto en los distintos sitios de plantación fue muy variable (Landa 1989; Vargas 1991; Arriaga *et al.* 1994).

Esto llevó a establecer que aunque dicho modelo de reforestación era adecuado en ciertas condiciones de disturbio, en situaciones más agudas se desconocía cuál sería el resultado. También fue importante reconocer que las estrategias de mejoramiento de la cubierta vegetal deberían considerar acciones que en el mediano y largo plazos ayudaran a rehabilitar las áreas deforestadas, como aquellas que en el corto plazo previnieran la degradación irreversible de los terrenos en uso. La continuación de esta línea de investigación se concentró en uno de los municipios que presentan el mayor índice de deforestación en la región (Toledo 1994; Arriaga y Cervantes 1995), y sobre la marcha se enriqueció con los nuevos conceptos de restauración ecológica (Jordan III *et al.* 1989) y ambiental (Berger 1990). Esta temática se empezó a considerar en las instituciones académicas y gubernamentales, así como en asociaciones civiles que apoyaban proyectos de reforestación en el país a mediados de 1990. Todo esto favoreció que hacia 1998 el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C., finan-

ciara el proyecto de restauración ambiental en la comunidad indígena de San Nicolás Zoyatlán (recuadro 4.3).

Adicionalmente, desde 1989 la difusión de las propuestas del PAIR en diferentes foros ayudó a que instituciones gubernamentales y organizaciones de productores las reconsideraran, primero apoyando su difusión y hacia 1997 incorporando varios criterios al Programa Nacional de Reforestación (Pronare). Esto también estimuló la discusión y el interés para que instituciones académicas impulsaran propuestas que favorecen el uso de especies no convencionales en los programas de reforestación (Niembro 1986; Vázquez-Yanes y Cervantes 1993; Martínez y Chacalo 1994; Vázquez-Yanes y Batis 1996; Duran *et al.* 1997; Linding y Vázquez-Yanes 1997; Vázquez-Yanes *et al.* 1997; Bonfil 1998; Vázquez-Yanes 1998; Duran *et al.* 2000).

4.9 AUGE DE LA REFORESTACIÓN EN ZONAS URBANAS Y PERIURBANAS

En el periodo 1988-1994 se incrementaron sustantivamente los recursos económicos para la reforestación con un objetivo claramente social, sin considerar los aspectos ambientales. La reforestación se dirigió principalmente a zonas urbanas y periurbanas.

En septiembre de 1989, el presidente Salinas anunció que la SARH desarrollaría un ambicioso Programa Nacional de Reforestación (Pronare) (SARH 1989). No obstante lo espectacular del anuncio, el programa comenzó con recursos económicos insuficientes, por lo que no pudo cumplir con las expectativas generadas y finalmente derivó en un programa que compraba plantas a viveros par-

RECUADRO 4.3 ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DEL AMBIENTE NATURAL Y PRODUCTIVO EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE SAN NICOLÁS ZOYATLÁN, GUERRERO

Virginia Cervantes

Ubicación. San Nicolás Zoyatlán, municipio de Xalpatlahuac, Guerrero.

Características. Comunidad de origen nahua con 681 habitantes en 1998. Predomina el bosque tropical caducifolio (BTC) y un clima semicálido subhúmedo.

Objetivo. Mantener y recuperar los servicios de regulación y suministro al prevenir la degradación del suelo y mejorar la estructura y composición de la vegetación para favorecer la dinámica de regeneración.

Estrategias. En un marco de trabajo interdisciplinario se realizó un diagnóstico socioambiental que arrojó información sobre las características del medio físico-biótico y de cómo se han usado los recursos en el pasado y en el presente (Cervantes 2005). Después de analizar el diagnóstico con la comunidad se decidió establecer 1] sistemas agroforestales (SAF) en parcelas agrícolas en uso y 2] plantaciones en áreas que ya no se utilizan con este fin. Se acordó la forma de participación en las distintas actividades, entre ellas la capacitación para la producción de plantas. Con la información de la distribución de las especies y las preferencias de la unidad familiar (UF), se diseñó la estructura y composición de cada estrategia por parcela específica.

Los SAF incluyeron cercas vivas de especies secundarias del

BTC y franjas monoespecíficas dentro de las parcelas con árboles de etapas serales tardías. En las plantaciones se incluyeron entre cuatro y 13 especies de acuerdo con el uso futuro que el productor decidió asignar a su parcela. En el vivero comunitario se produjeron 22 especies que pertenecen a los géneros *Acacia*, *Agave*, *Diphysa*, *Eysenhardtia*, *Gliricidia*, *Leucaena*, *Lysiloma*, *Mimosa*, *Pithecellobium* y *Prosopis* (Rendón 1995; López 1999; Cervantes *et al.* 2001; Martínez-Ovando 2002; Salas 2003).

Resultados. De las 924 hectáreas del territorio, 25.9% se utiliza para actividades agropecuarias y 70.8% presenta algún tipo de cubierta vegetal leñosa con dominancia de BTC secundario; únicamente 0.9% se encuentra en estado de conservación moderado. La reconstrucción histórica de uso del territorio mostró que la degradación de la cubierta vegetal fue resultado de la invasión de tierras ocurrida a principios del siglo xx, y no de las actividades productivas de los últimos 60 años. La dominancia de BTC secundario en los sitios menos aptos para el desarrollo de las actividades agrícolas es resultado de una combinación de estrategias socioeconómicas y de la certeza en la tenencia de la tierra (Cervantes y De Teresa 2004).

El proceso de regeneración de la vegetación está dirigido por las especies que cuentan con los hábitos de colonización más agresivos. El estado actual del suelo no es el factor que limita el establecimiento y desarrollo de especies de etapas

RECUADRO 4.3 [concluye]

serales tardías, sino que tiene que ver con otros aspectos como la escasez de individuos reproductores y de propágulos, los mecanismos de dispersión de las especies y la longevidad ecológica de las semillas. También, destaca la migración como una situación que aminora el efecto del crecimiento de la población y promueve la capitalización de las UF. Ello favorece que la intensidad de uso agrícola del suelo no haya excedido sus límites de funcionalidad; actualmente los suelos con las características más precarias se ubican en las áreas donde permanecen los conflictos agrarios (Cervantes *et al.* 2005).

La evaluación técnica mostró que la supervivencia y crecimiento de las especies fue variable entre especies y sitios. A cinco años de establecidas, la supervivencia global por sitio osciló entre 52 y 99%, y fue en los SAF donde se presentaron los valores más altos de supervivencia y crecimiento de las especies. Así, se encuentran parcelas donde las plantas alcanzaron 5 m de altura, diámetro de 8.5 cm y cobertura mayor de 3 m²; contrariamente, en las plantaciones los individuos más pequeños presentan alturas de 1.2 m, diámetros de 4.8 cm y coberturas de 1.5 m². A pesar de las diferencias, actualmente los productores obtienen leña y frutos comestibles, y en las parcelas con SAF se evita o maneja el pastoreo de ganado cuando comienza el descanso agrícola. También se cuantificó que la mayoría de las leguminosas utilizadas mejoran la fertilidad y forman agregados del suelo que mitigan el riesgo de erosión (Hernández-Cruz *et al.* 2001). Ambas prácticas contribuyeron a incrementar la riqueza de especies y mejorar la estructura de la vegetación, se

recuperaron cuatro especies que no se registraban desde al menos hace 40 años (*Diphysa occidentalis*, *Leucaena macrophylla*, *Lysiloma tergemina* y *Mimosa benthamii*) y se incrementó la densidad de especies con particularidades en la longevidad de las semillas o en sus formas de dispersión. Esto muestra que es posible rehabilitar simultáneamente el ambiente natural y productivo, siempre que se respeten los acuerdos establecidos por la población.

La experiencia operativa enfatizó la necesidad de adecuar las estrategias a la disponibilidad de fuerza de trabajo de la UF, a las variantes de tenencia de la tierra y zonas con conflictos agrarios y a las formas de organización comunitaria. Estos factores, que no son de índole ambiental, en buena parte explican las variaciones en la supervivencia y crecimiento de las plantas introducidas. La falta de esta visión provoca que los limitados recursos económicos para ejecutar las estrategias (que no consideran los costos de la investigación aplicada ni los costos de oportunidad, como salario migración vs. salario jornal local) no se aprovechen de la mejor manera pues no coinciden en tiempo, espacio y formas de organización para la producción. Esto explica el retraso en la ejecución de estrategias, lo cual no significa falta de interés y apropiación. Actualmente los zoyatlenses mantienen algunas actividades derivadas de las estrategias de rehabilitación, a pesar de que el proyecto se suspendió en 2001 por falta de financiamiento. Todo esto constituye un llamado de atención para las instituciones interesadas en realizar programas de restauración en ecosistemas culturales.

ticulares, principalmente frutales, y realizaba algunos proyectos agroforestales.

Tres años después, en septiembre de 1992, se anunció la creación del Programa Solidaridad Forestal, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol). Sus objetivos fueron estimular el trabajo de productores forestales de bajos ingresos (Sedesol 1993), y la producción masiva de plantas en dos vertientes. La primera con organizaciones de productores forestales (80 en total) a las que se apoyaba para que establecieran sus viveros, produjeran plantas y reforestaran. La segunda incorporó al ejército en la producción de plantas y en algunos casos para realizar la reforestación, y también apoyó a los viveros oficiales de los gobiernos federal, estatales y municipales. El Pronare permaneció en la SARH, pero con muy bajo perfil.

A diferencia del Pronare, Solidaridad Forestal contó

con vastos recursos económicos que permitieron plantear desde el primer año metas de producción verdaderamente ambiciosas. Desde febrero de 1992, cuando se estableció la coordinación ejecutiva del programa, Solidaridad Forestal se puso en marcha utilizando una infraestructura de más de 582 viveros diseminados por todo el país. Además se crearon 29 viveros a cargo de la Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena), cuya capacidad de producción era de 200 millones de plantas (Sedesol 1994b).

Desafortunadamente, una vez más se recurrió de manera abusiva a la producción masiva de eucaliptos, ca-suarinas y otras especies de fácil propagación, y cuya disponibilidad de semilla era accesible (cuadro 4.1; Figs. 4.8a, b). Asimismo, ante la premura de cumplir la meta de producción, no se acoplaron las labores de cultivo en

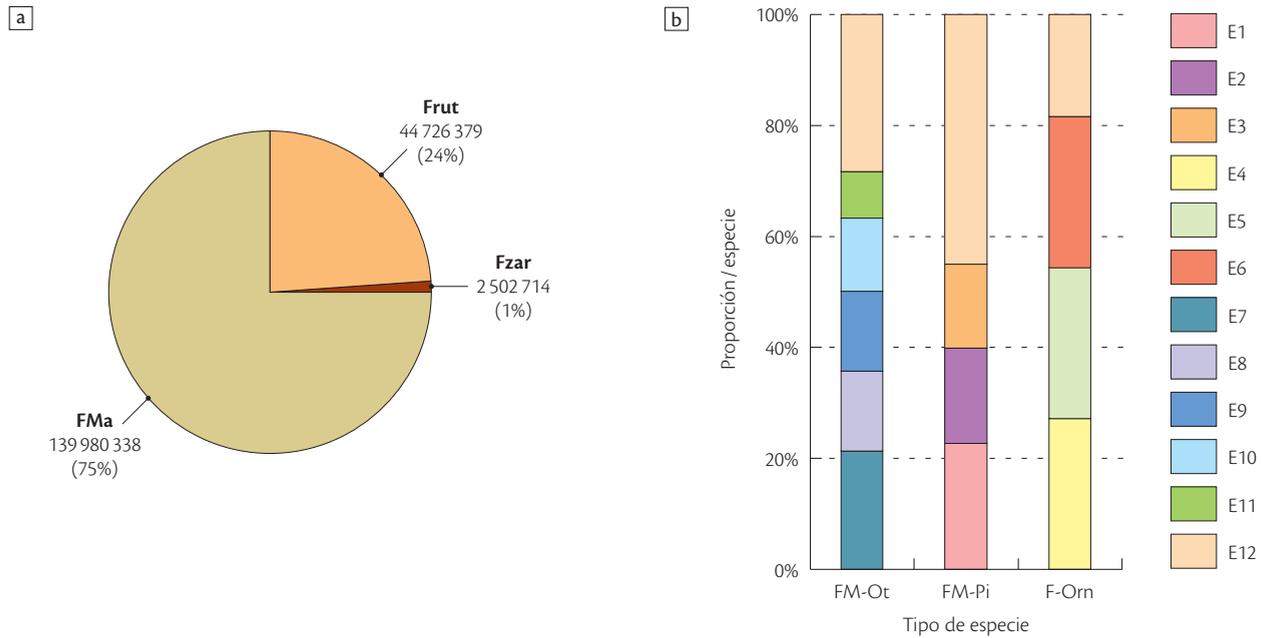


Figura 4.8 (a) Tipo de plantas y especies propagadas entre 1993 y 1994 en los viveros que participaron en el Pronare y el Programa Solidaridad Forestal. Proporción por tipo de especie: Frut = frutales; Fzar = forestales de zonas áridas; FMa = forestales maderables que incluyen especies de pino (FM-Pi), no pináceas (FM-Ot) y ornamentales (F-Orn). **(b)** Proporción de FMa propagadas en los viveros: FM-Pi (E1 = *Pinus montezumae*, E2 = *P. pseudostrobus*, E3 = *P. patula*); F-Orn (E4 = *Ligustrum lucidum*, E5 = *Delonix regia*, E6 = *Jacaranda mimosaeifolia*); FM-Ot (E7 = *Cupressus lindleyi*, E8 = *Fraxinus* spp., E9 = *Eucalyptus camaldulensis*, E10 = *Casuarina equisetifolia*, E11 = *Cedrela mexicana*); E12 = incluye 39 especies distintas: 24 de pinos y otras 15 entre ornamentales y forestales maderables. Fuente: Cervantes (1995).

viveros con la época propicia de plantación. Esta situación se ejemplifica con las actividades realizadas entre 1993 y 1994, cuando se produjeron 287 millones de plantas en 608 viveros participantes y se plantaron 234 millones (Sedesol 1994b), es decir, en los viveros quedaron 53 millones de plantas.

De esta manera, más que un programa de reforestación, Solidaridad Forestal fue productor de plantas, ya que la mayoría de los recursos se destinaban a este fin y nuevamente en muy poca medida a las actividades de trasplante. Así, el destino de las plantas era incierto, aunque se supone que la mayor parte de la producción se utilizó para reforestación urbana y periurbana. Sedesol (1994a) informó que entre 1992 y 1993 se plantaron 110 000 hectáreas en áreas urbanas comerciales y agroforestales, pero una vez más no se evaluó la supervivencia y el desarrollo de las plantas (Fig. 4.9). De hecho, solamente la parte de apoyo a organizaciones forestales rindió mejores frutos, aunque no estuvo exenta de propiciar clientelismo.

Un hecho significativo es que por primera vez se con-

solidó una estructura político-administrativa en torno a las actividades de reforestación. En cada estado de la República se estableció un Comité de Reforestación presidido por cada gobernador y con la participación de todas las dependencias gubernamentales y de organizaciones sociales. Este comité fijaba la meta y las acciones a seguir para su cumplimiento. Al mismo tiempo, con este programa se fomentó una fuerte movilización social pues se generó un gran número de empleos en zonas deprimidas, principalmente relacionados con las labores de producción de plantas, cumpliendo así con el objetivo social del programa.

Aunque en términos cuantitativos de reforestación son pocos los logros, la enseñanza que se puede rescatar de esto es la certeza de que un programa exitoso de reforestación a gran escala no solo depende de la disponibilidad de recursos económicos y la voluntad política, sino también de definir objetivos precisos que permitan conducir las acciones con estricto cuidado técnico y favorecer la concertación social para llevar a cabo esta actividad.

La persistencia de estas deficiencias en los programas

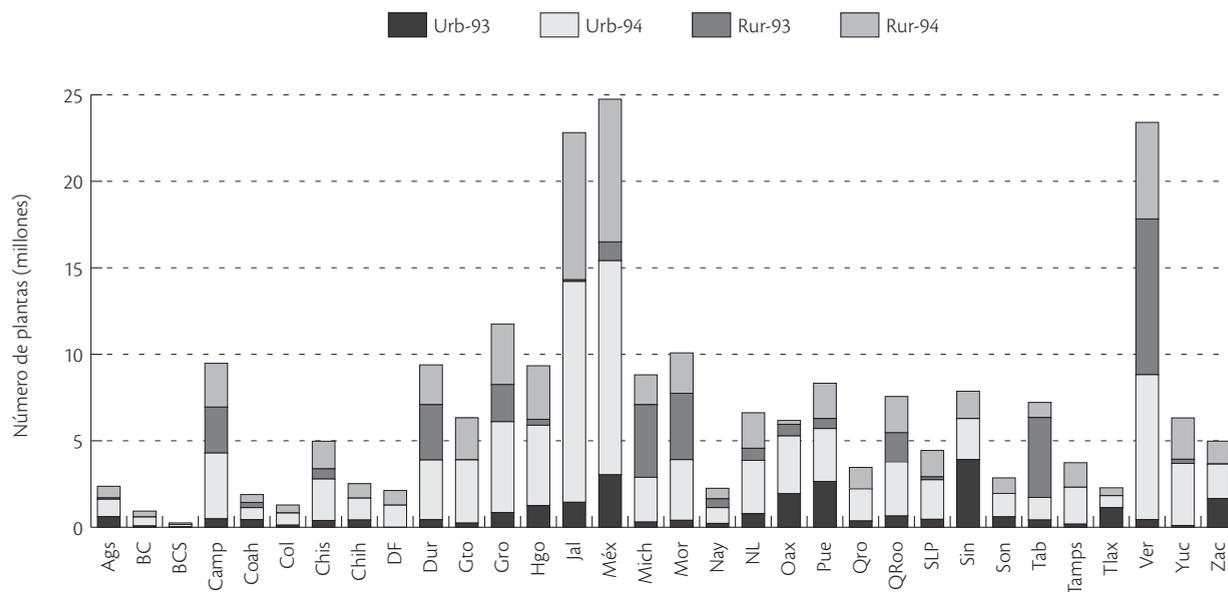


Figura 4.9 Número de plantas utilizadas y su destino en la reforestación realizada durante 1993 y 1994. Urb = forestación urbana; Rur = forestación y reforestación rural. Los datos incluyen el número de plantas donadas y sembradas en 1993 (62.7 millones) y 1994 (163.8 millones). Fuente: SARH (1995).

de mejoramiento de la cubierta vegetal son resultado tanto de las carencias históricas con las que iniciaron los programas de reforestación en el país y su nulo análisis como de la escasa continuidad e interés de las políticas públicas en torno al tema.

Resulta paradójico que un programa de reforestación tan ambicioso se haya puesto en marcha bajo la premisa de la producción masiva de plantas en viveros, sin considerar la disponibilidad de propágulos y la variedad de especies que permitiera sustentar los distintos objetivos necesarios para contrarrestar la deforestación del país, ni la ubicación de los sitios donde se requería realizar estas acciones y su relación con las variadas formas de uso de los ecosistemas. No obstante, también habría que destacar que en el contexto de la normatividad (Ley Forestal con sus diferentes adendas y posteriormente la LGEEPA) las actividades de reforestación y forestación tradicionalmente han estado vinculadas a los permisos de extracción forestal y los relativos a cambio de uso del suelo con diferentes fines, como acciones de compensación o mitigación. No existe un reglamento específico que norme las distintas variantes de cuándo, dónde y con qué tipo de especies se deben realizar los distintos objetivos y programas de mejoramiento de la cubierta vegetal.

4.10 UNA VISIÓN MÁS INTEGRAL DE LA RESTAURACIÓN

A partir de 1995 se comenzó a construir esta visión de la restauración, para lo cual se impulsaron nuevos programas y se reorientaron los que ya existían; sin embargo, la participación de otras instituciones fue marginal y el trabajo interdisciplinario, incipiente.

En 1995, cuando se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) y la gestión de los recursos pesqueros, forestales y de agua quedó integrada en un mismo sector junto con la gestión ambiental, se da un giro al tema de la restauración ambiental. En 1997, por primera vez, el programa anual de la secretaría colocó entre las tres prioridades más importantes la de contener y revertir las tendencias de deterioro y recuperar o mejorar ecosistemas degradados (Semarnap 1997a, 1998).

En la Semarnap fue posible impulsar un conjunto de programas que anteriormente estaban desarticulados porque dependían de diferentes instituciones, sus enfoques no se orientaban a la recuperación o mejoramiento de los ecosistemas naturales, o simplemente no existían. Así, se impulsaron estudios para actualizar la información de los recursos agua, suelo y vegetación, se establecieron criterios para crear zonas de restauración ecológica, se

Cuadro 4.9 Programas que la Semarnap actualizó, reorientó o creó entre 1995 y 2000 para coadyuvar a integrar las actividades de restauración ambiental

| Programa | Objetivos |
|---|---|
| ACTUALIZACIÓN | |
| Inventario Forestal Nacional (IFN) | Actualización y conclusión de la primera etapa del IFN en 2000: Carta de Vegetación y Uso Actual de Suelo, escala: 1:250 000 |
| Inventario Nacional de Suelos | Actualización en 1999 del Inventario de Suelos; escala: 1:1 000 000 |
| REORIENTACIÓN | |
| Programa Nacional de Reforestación (Pronare) | Reorientado a recuperar la vegetación con la utilización de especies nativas en áreas rurales con disturbio crónico |
| Programa de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva (PASRE) | Reorientado para ordenar la utilización de las parcelas con base en su aptitud natural, con la finalidad de fomentar la reconversión de uso agropecuario a uso agroforestal o forestal y la sedentarización de la milpa |
| Programa de Manejo de Tierras (PMT) | |
| Programa de Plantaciones Forestales | Reformas a la Ley Forestal en 1997 para adicionar el capítulo IV, que dictó normas para prohibir la sustitución de bosques naturales por plantaciones comerciales y criterios para su establecimiento |
| Programa de Prevención y Combate de Incendios Forestales | 1] Reorientado para priorizar zonas de alta biodiversidad, áreas naturales protegidas, áreas de potencial forestal y áreas bajo manejo forestal. 2] Diseño y aplicación de una metodología para la detección temprana de puntos de calor por medio de imágenes de satélite |
| Diagnóstico del Estado de Salud de las Pesquerías | Determinar el esfuerzo pesquero, las artes de pesca y su temporalidad para consolidar la Carta Nacional Pesquera |
| DE NUEVA CREACIÓN | |
| Zonas de Restauración Ecológica (ZRE) | Establecimiento de Zonas de Restauración Ecológica en ecosistemas estratégicos con disturbio agudo y con seguimiento a corto y mediano plazos |
| Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural | Promover la conservación, recuperación y extensión del hábitat de la vida silvestre, mediante el uso de especies de flora y fauna en las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) |
| Programas de Recuperación de Especies Prioritarias (PREP) | Disminuir las probabilidades de extinción de especies y fomentar la recuperación de las especies que se encuentren en riesgo |
| Recuperación de Sistemas Lagunarios | Mejorar la dinámica hidrológica de los sistemas lagunarios para incrementar la productividad pesquera, mediante la construcción de obras de infraestructura |

introdujeron cambios en la Ley Forestal y en la LGEEPA, el Pronare tuvo cambios estructurales importantes, se prestó especial atención a los programas de conservación de especies prioritarias, se impulsaron programas de manejo de la vida silvestre (véase el capítulo 3) en los que en algunos casos se consiguió la restauración del hábitat, entre otros (cuadro 4.9). Todo esto de manera directa o indirecta pretendía un mejor desempeño e integración de las estrategias de restauración ambiental.

4.11 REORIENTACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE REFORESTACIÓN

Esta reorientación se hizo con criterios técnicos, ecológicos y socioeconómicos. Se dirigió principalmente al ámbito rural y también logró mejorar su operación para incluir distintos propósitos y condiciones de degradación.

Uno de los primeros programas que se modificó fue el Pronare: en 1996 estaban vigentes los dos programas de

reforestación de la administración anterior, pero ahora el Pronare estaba a cargo de la Semarnap y Solidaridad Forestal permanecía en la Sedesol. A mediados del mismo año ambos programas se fusionaron. De esta forma la coordinación ejecutiva del Pronare quedó a cargo de la Sedesol, mientras que la Semarnap se responsabilizó de la coordinación técnica. Con esta estructura y la participación de la Sedena, la SEP y la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Sagarpa), la meta de reforestación concertada fue producir y sembrar 1 700 millones de plantas (\approx 283 millones de plantas/año) durante el periodo de 1995 a 2000 (Pronare-Sedesol 1995).

A partir de este momento se estableció una estrecha relación entre las dos dependencias que coordinaban el programa, en tanto que los Comités Estatales de Reforestación siguieron operando como las principales instancias de coordinación local. Mediante este vínculo se concretaron acuerdos importantes para reorientar el programa con base en la experiencia acumulada. Los principales aspectos en que se basó esta reorientación fueron: prestar mayor importancia a la reforestación ru-

ral, mejorar la calidad de la planta producida en los viveros, incrementar el número de especies de acuerdo con las necesidades de los subprogramas de reforestación, y establecer de manera sistemática la evaluación del Pronare (Pronare 1995).

Para atender esta reorientación era necesario instrumentar profundos cambios que permitieran tener mayor control del programa. Sin embargo, las metas comprometidas eran muy altas, lo que impedía incorporar los cambios de manera fácil y eficiente. En 1998, por decisión del Congreso de la Unión, el Pronare fue transferido a la Semarnap, que a partir de entonces se hizo cargo del programa. Aunque la reorientación técnica se empezó a dar desde que comenzó el periodo, fue a partir de 1998 cuando tuvo mayor impulso.

Estos cambios se reflejaron en el diseño y consolidación de instrumentos que mejoraron sustancialmente el desempeño técnico del Pronare (cuadro 4.10).

La aplicación gradual de dichos instrumentos contribuyó a que en el periodo 1995-2000 se realizaran acciones de reforestación en 960 000 hectáreas, en las que se

Cuadro 4.10 Instrumentos operativos y técnicos consolidados en el Pronare durante el periodo 1996-2000

| Objetivo | Instrumento | Aplicación |
|---|--|---|
| Diseñar y aplicar una metodología para evaluar la calidad de las plantas producidas en los viveros, con la finalidad de generar propuestas que mejoren el proceso de producción de acuerdo con la infraestructura disponible en los viveros | Evaluación de la Calidad de Planta Producida en Vivero | 1] Se verificó 80% de la producción de plantas del periodo 1996-2000 2] Se estableció un programa de mejoramiento del proceso de producción de planta para cada vivero participante |
| Favorecer el uso de propágulos de especies nativas en las regiones de trabajo e incorporar criterios sobre su calidad y procedencia | Creación de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal (RMGF) | 1] Se estableció un registro de 36 bancos de germoplasma 2] Se ubicó y comenzó la evaluación de 170 áreas de colecta de semillas 3] La RMGF se asoció a un programa de capacitación para el manejo de semillas 4] Se consolidó un órgano de difusión oficial de esta información: <i>Gaceta de la RMGF</i> |
| Diseñar y aplicar una metodología para evaluar el proceso de reforestación mediante un índice compuesto por un conjunto de variables, con la finalidad de identificar las causas del éxito o fracaso de las plantaciones | Sistema de Evaluación de la Reforestación en México, por medio del Índice de Calidad de la Reforestación (ICR) | 1] Por primera vez se contó con un padrón de las plantaciones realizadas de 1997 a 2000 2] Se aplicó el ICR en las plantaciones de 1998 y 1999 3] Por primera vez se tuvo una evaluación de los resultados de las acciones de reforestación durante 1998 y 1999 |
| Diseñar un sistema experto que auxilie en la toma de decisiones para proponer y ejecutar los programas de reforestación en el ámbito nacional | Sistema de Información para la Reforestación en México (SIRE-CONABIO) | Algunos aspectos de información integrados al SIRE fueron: 1] Identificación de zonas propicias para la reforestación y su accesibilidad 2] Especies recomendadas para emplear en cada zona 3] Fichas técnicas para la producción de las especies y su manejo en vivero |

sembraron 1 670 millones de plantas (Semarnap 2000a). No obstante, en los tres últimos años de esta administración hubo mayor certeza acerca de las cifras reportadas ya que se controló mejor el proceso y se contó con un padrón de plantaciones, por lo que el dato global del periodo debe tomarse con reserva. A pesar de ello, fue posible registrar avances fundamentales en el conjunto de instrumentos que se fueron consolidando a lo largo del periodo. Su diseño y aplicación denotan una concepción más integral de lo que un programa de reforestación de tal envergadura debe involucrar.

Como muestra de la aplicación de estos instrumentos, en primer lugar se encuentra la diversificación de la producción en los viveros participantes, donde se produjeron más de 450 especies de las cuales 70% fueron nativas; esto aportó flexibilidad al programa para adaptarse a distintas condiciones ambientales y a los propósitos de la reforestación (Pronare 2000); y en segundo lugar se tiene la evaluación de la reforestación de 1998 y 1999. El Índice de Calidad de la Reforestación (Pronare 2000) arrojó un valor promedio de 43% en el total de plantaciones realizadas en 1998. Esto implicó que únicamente 43 de cada 100 plantaciones contaba con una supervivencia de 80% o mayor, pero además, que las otras variables de calidad (13 factores más) registraban un nivel bueno. Al año siguiente la evaluación registró un incremento de 14 puntos porcentuales en este índice, es decir 57%, lo que sugería un mejoramiento paulatino en el proceso de reforestación. Cabe señalar que la segunda evaluación la realizaron exclusivamente agentes externos pertenecientes a instituciones académicas (Colegio de Postgraduados, la Universidad Autónoma de Chapingo y otras universidades estatales), lo que confiere mayor certidumbre a los resultados.

Finalmente, mención especial merece la participación de la Sedena en este periodo, ya que con sus 40 viveros de alta productividad contribuyeron con una producción anual cercana a los 100 millones de plantas. También fue notable la calidad que alcanzaron en el proceso de producción al final del periodo, resultado de la experiencia que acumularon los oficiales que se dedicaron a esta tarea, la disciplina con que incorporaban las recomendaciones técnicas de mejora y la modernización de sus instalaciones.

Si bien la reforestación en ese lapso registró mejoras sustantivas, aún registraba deficiencias sensibles que impedían tener mayor certeza en el éxito del proceso, sobre todo cabe señalar que el esquema de protección y mantenimiento de plantaciones a largo plazo era incipiente.

Por ello, en el periodo 1995-2000 el Pronare representó solo el primer paso en la dirección correcta.

4.12 RECUPERACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS

La Semarnap recuperó estos programas sustituyendo el enfoque agronómico practicado en décadas anteriores por un enfoque más integral de manejo sustentable de tierras. Aunque perdura hasta el presente, sus logros aún son limitados.

En 1995 la Semarnap creó la Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos con la finalidad de enfrentar la problemática de deterioro del recurso, reducir los procesos de degradación y restaurarlo gradualmente. Esta dirección contó con escasos recursos económicos, sin embargo, logró impulsar dos programas de gran importancia: el Programa de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva (Pasre) y el Programa de Manejo de Tierras (PMT) (cuadro 4.9).

El Pasre fue establecido junto con la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Sagar) en 1999 con la finalidad de fomentar sistemas productivos más sustentables, particularmente en las áreas limítrofes con la frontera forestal. Su objetivo central fue reducir el uso del fuego en las actividades agropecuarias, causante de incendios forestales, mediante el sistema de roza-pica-incorpora en lugar de la roza-tumba-quema, e impulsar la sedentarización de la milpa mediante el uso de sistemas agroforestales en las zonas tropicales. En las zonas templadas el programa se orientó a incorporar acciones agroforestales, mejorar praderas y cavar brechas corta fuego, con el objeto de evitar los incendios producidos por la quema para obtener el rebrote de los pastos. En las zonas áridas y semiáridas el programa impulsó el mejoramiento de agostaderos y los sistemas silvopastoriles. Con estos programas se atendieron 253 595 hectáreas entre 1999 y 2000 (Semarnap 2000a).

El PMT también fue impulsado junto con la Sagar utilizando los recursos económicos del Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo), que otorgaba subsidios para la producción agrícola, y del Fideicomiso de Riesgo Compartido (Firco); dieron atención a 21 centros piloto y a nueve microcuencas para apoyar a productores que en sus predios utilizaban prácticas de reconversión productiva (Semarnap 2000a).

4.13 LAS ZONAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

La importancia de recuperar áreas degradadas prioritarias quedó expresada en la LGEPA mediante la figura de Zonas de Restauración Ecológica; su concepción y aplicación refleja una visión más integral del proceso de restauración.

En la reforma de 1996, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente incorporó en sus artículos 78, 78 bis y 78 bis1 el establecimiento y la declaratoria de Zonas de Restauración Ecológica (ZRE) en los siguientes términos: “En aquellas áreas que presenten procesos de degradación o desertificación, o graves desequilibrios ecológicos, la Secretaría deberá formular y ejecutar programas de restauración ecológica, con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban” (Segob 1996).

Este instrumento de la ley se aplicó por primera vez cuando los fenómenos meteorológicos que se presentaron en México durante los primeros meses de 1998 originaron condiciones climáticas atípicas que contribuyeron a incrementar la incidencia de incendios forestales (más de 14 000 incendios que afectaron más de 800 000 hectáreas). Para contrarrestar los efectos negativos de los incendios, se promovió en todo el país la expedición de declaratorias para establecer ZRE. Los objetivos de esta campaña eran evitar el cambio de uso de suelo en las áreas arboladas afectadas y, además, propiciar el restablecimiento de las condiciones ambientales que favorecieran la restauración de las áreas cuya biodiversidad había sido seriamente alterada. Como primer paso, en el *Diario Oficial de la Federación (DOF)*, del 22 de julio de 1998, se expidió un Acuerdo Secretarial que establecía los lineamientos a los que debería sujetarse el programa denominado “Campaña para evitar el cambio de uso del suelo por los incendios forestales”.

El establecimiento de ZRE se llevó a cabo después de un minucioso y sistemático análisis que determinó, del gran universo de superficie afectada por incendios durante ese año, las zonas de mayor relevancia para ser protegidas por este programa. Entre los criterios utilizados por esta metodología para la selección de áreas destacan: la biodiversidad, los servicios ambientales aportados, el valor económico, la magnitud de la superficie afectada y,

además, que presentara riesgos de cambio de uso de suelo, pues muchos de esos incendios fueron inducidos con ese fin. Por último, el decreto que declaraba las ZRE se publicó en el *DOF* el 23 de septiembre de 1998.

Este decreto incluyó 85 ZRE, que en conjunto abarcaron poco más de 188 000 hectáreas distribuidas prácticamente en todo el país (21 entidades federativas). Tanto en número como en superficie las áreas naturales protegidas abarcaron la mayor parte de ZRE, aunque también hubo áreas bajo manejo forestal, así como zonas forestales comunales y ejidales (Fig. 4.10).

Las principales estrategias usadas para rehabilitar los terrenos siniestrados fueron, en el caso de las zonas tropicales, inducir la regeneración natural, y en las zonas templadas y semiáridas contener la erosión de los suelos y reforestar los predios. Se estima que de 1998 a 2000 en las ZRE se invirtieron alrededor de 77 millones de pesos. Adicionalmente hubo apoyo de empresas privadas que adoptaron la restauración de algunas de estas zonas, así como recursos económicos de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés) (5 millones de dólares), los cuales se utilizaron para prevenir incendios, manejo del fuego y en proyectos de restauración de suelos. Los fondos de la USAID fueron convenidos con el gobierno, pero los administró el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN). Estos recursos se aplicaron en nueve áreas protegidas y dos zonas prioritarias para la conservación, mediante 46 proyectos ejecutados por organizaciones de la sociedad civil en 293 comunidades (FMCN com. per.).

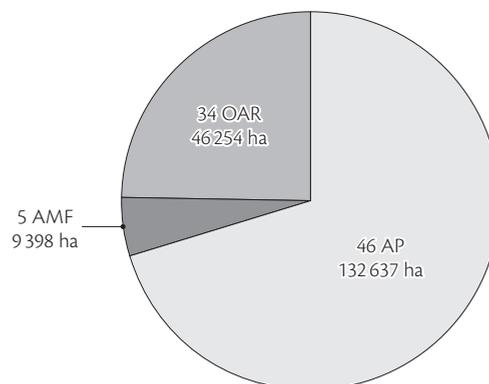


Figura 4.10 Número y superficie de las Zonas de Restauración Ecológica establecidas, a partir de 1998, en 21 estados de la República. AP = áreas protegidas; AMF = áreas bajo manejo forestal; OAR = áreas de otro tipo.

Sin duda, la instrumentación de este tipo de figura de protección legal dejó gran enseñanza en las instituciones responsables y en parte de la sociedad que participó activamente. Por primera vez, en este tema se pasó de la catástrofe a la acción inmediata, y así se evitó que después de los incendios miles de hectáreas se ocuparan para usos distintos al forestal. Un ejemplo emblemático de lo que fueron las ZRE lo constituye el caso de las áreas de bienes comunales de Texocuíxpan, municipio de Ixtacamaxtitlán, Puebla (recuadro 4.4).

4.14 EL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES

En el sexenio 2001-2006 se integraron los programas de reforestación con los de conservación de suelos en el Programa de Conservación y Restauración de

Ecosistemas Forestales (Procoref). Aunque esto favoreció el desempeño de algunas actividades, otras líneas básicas necesarias para consolidar sus efectos positivos disminuyeron su actividad o desaparecieron.

Por decreto presidencial, en 2001 se instituyó la Comisión Nacional Forestal (Conafor) como órgano descentralizado de la Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). A partir de entonces esta instancia administra e impulsa los programas de reforestación en todo el país.

Este hecho trajo consigo que las actividades de reforestación y producción de plantas se integraran en un nuevo esquema, y que la participación de la Sedena fuera menguando hasta que en 2004 todos los viveros militares se desmantelaron, mientras que sus activos se transfirieron a organizaciones sociales. Esto disminuyó de manera drástica la capacidad institucional de producir plantas,

RECUADRO 4.4 PROGRAMA DE RESTAURACIÓN EN LAS ÁREAS COMUNALES DE TEXOCUIXPAN, PUEBLA

Jorge David Fernández Medina

Ubicación. Texocuíxpan, municipio de Ixtacamaxtitlán, Puebla.

Características. Clima templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano y temperatura media anual entre 12° y 18° C. Bosque de pino y oyamel con dominancia de *Abies religiosa*, *Pinus patula*, *P. ayacahuite*, *P. pseudostrobus* y *Quercus* spp. en las áreas mejor conservadas; *Juniperus deppeana*, *Alnus* sp., *Baccharis* sp. y *Senecio* sp. son frecuentes en los sitios perturbados.

La comunidad designó zona de reserva forestal comunitaria una parte de la microcuenca conocida como La Cañada. En 1998 se incendiaron más de 150 hectáreas en la parte alta de esta zona (entre 2 700 y 3 100 msnm y pendientes entre 30° y 50°). El área afectada se decretó como Zona de Restauración Ecológica (Segob 1998). Para su recuperación se creó un programa de restauración con recursos financieros para 14 años (1998-2012).

Objetivos. 1] Realizar actividades de protección y rehabilitación para recuperar las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales, 2] evitar el cambio de uso del suelo en el área afectada por el incendio y 3] contribuir a mejorar las condiciones de vida en la comunidad.

Estrategia. Tras evaluar el efecto del incendio en la flora y la fauna, se determinó daño severo. Se cuantificaron 6 434 m³ de madera muerta que era necesario remover para disminuir riesgos de incendios adicionales y plagas. El suelo quedó desprovisto de vegetación y con alto riesgo de erosión por las fuertes pendientes y las lluvias torrenciales. Por medio de talleres participativos, con la comunidad se definieron las tareas a realizar y las responsabilidades particulares de los participantes.

Para controlar la erosión del suelo se extrajeron gradualmente los árboles muertos, se picó y reacomodó el material vegetal y se construyeron obras de ingeniería para prevenir la erosión (bordos, terrazas y represas). La estabilización inicial de esas estructuras se realizó introduciendo estacas de *Baccharis* sp. y *Senecio* sp. y se favoreció la regeneración de herbáceas existentes en el banco de semillas del suelo. Posteriormente, se reintrodujeron plantas de *Pinus ayacahuite*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*. Además, se establecieron áreas para propiciar la regeneración natural de *Abies religiosa*, *Juniperus deppeana* y varias especies de *Quercus*.

El programa se extendió a áreas colindantes, no incendiadas pero degradadas por el uso agropecuario. Para rehabilitar los tepetates se está combinando la construcción de obras de

RECUADRO 4.4 [concluye]

ingeniería y la aplicación de vermicomposta con la revegetación y forestación. En estos casos se incluye el establecimiento de cobertura herbácea (veza de invierno y avena) junto con la introducción de *Agave* sp. y *Pinus cembroides*.

Resultados. Se evitó el cambio de uso de suelo, se favoreció el desarrollo de la estructura y cobertura vegetal y se retuvo el suelo que estaba en riesgo de erosionarse. La evaluación de las estrategias establecidas corrobora que se han recreado las

condiciones que ayudaron en la restauración ecológica de La Cañada. Las plantas introducidas en esta zona presentan una supervivencia global de 82%, diámetros de 6 a 8 cm y alturas de hasta 5 m. En la actualidad existen dos estratos de vegetación y hay registros de regreso de la fauna.

Adicionalmente, los comuneros se beneficiaron por el pago que recibieron por su participación en el programa y porque intervienen activamente en el diseño de las estrategias que a futuro les permitirá recuperar su patrimonio natural.



Figura 1 Zona de Restauración Ecológica establecida en la comunidad de Texocuiapan (Puebla). **(a)** vista panorámica del área afectada por el incendio forestal de 1998; **(b)** ladera recuperada después de seis años de acciones de conservación de suelos y reforestación.

por lo que a partir de entonces esta actividad se soporta con el incremento de producción de las organizaciones sociales, la participación de los gobiernos estatales y de viveros particulares.

A pesar de los cambios en la dinámica operativa del programa de reforestación, es importante mencionar los aspectos que se mantuvieron e incluso fueron mejorados, con respecto al periodo anterior, en cuanto a la integración de esta actividad. Por ejemplo, se siguió evaluando el programa de reforestación y se crearon reglas de operación, mismas que después formaron parte de las Reglas Únicas de Operación, donde prácticamente todos los programas de la Conafor están incluidos. Durante este periodo, el programa de reforestación se basó en la demanda y no en la promoción, lo cual le dio un giro importante, aunque limitó de cierta forma concentrar los esfuerzos en algunas áreas de interés.

En contraparte, otros instrumentos vitales para cualquier programa de reforestación, diseñados y consolidados entre 1997 y 2000, fueron perdiendo fuerza hasta desaparecer. Este fue el caso de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal y del Sistema de Información para la Reforestación en México (SIRE-CONABIO). Esta decisión significó un grave retroceso, no solo porque históricamente la carencia de propágulos en variedad, cantidad y ubicación para su acopio y distribución para la producción de planta en los viveros ha limitado el éxito de los programas de mejoramiento de la cubierta vegetal, sino también porque se estancó la creación de infraestructura y la generación de conocimiento científico y técnico que empezaba a consolidarse en cuanto a las especies potenciales de ser utilizadas con este objetivo.

Entre 2001 y 2006 se invirtieron 1 592 millones de pesos para reforestar 1 167 000 hectáreas. Para cubrir esta

superficie se produjeron 926 millones de plantas en los viveros y se introdujeron dos variantes al proceso, la propagación vegetativa y la siembra directa de semilla. Con la combinación de estos métodos de introducción de propágulos, la superficie reforestada fue equivalente a 116% de la meta programada en el periodo (Conafor 2006).

Con respecto a la evaluación de la reforestación realizada en distintos años, hay un aumento progresivo en el porcentaje de supervivencia de las plantas: pasó de 40% en 2001 a 50% en 2004, condición que sugiere una mejora gradual (Conafor 2006). Desafortunadamente, la información dirigida solo a la supervivencia anual limita conocer la calidad del desempeño del proceso de reforestación en su conjunto, así como tener una idea de los avances en los sexenios 1994-2000 y 2001-2006.

Por otro lado, en 2001 se transfirió el Programa de Conservación y Restauración de Suelos a la Conafor, y en 2003 se integró al Pronare dentro del Procoref. Durante los últimos tres años del sexenio, en el Procoref la reforestación se integró con otras actividades como la conservación y restauración de suelos forestales, la sanidad forestal y la prevención y combate de incendios en un esquema global de conservación y restauración. Su ámbito de actuación se llevó a cabo en los terrenos que fueron forestales –es decir, los denominados preferentemente forestales– y que en ese momento se encontraban abandonados, presentaban fuertes procesos de degradación o soportaban prácticas productivas agropecuarias. Durante el sexenio se invirtieron 131 millones de pesos para establecer 2 807 721 hectáreas, entre obras de restauración y conservación de suelos (9.7%) y las de prevención y protección (90.3%) (Conafor 2006).

La puesta en práctica de acciones de conservación y restauración de suelos en este programa obedeció a ciertos criterios de prelación, por ejemplo: el grado de erosión, su complementariedad con obras de reforestación, su inserción en un enfoque de manejo de cuenca, y que fueran superficies mayores a 20 hectáreas. Sin embargo, se apoyaron proyectos con superficies desde cinco hasta 300 hectáreas, con montos de apoyo de 22 salarios mínimos vigentes para el Distrito Federal por hectárea (alrededor de 1 000 pesos) y de dos para asistencia técnica.

Desafortunadamente, en el cambio de administración la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y la Semarnat no retomaron los programas de reconversión productiva en el sector rural, y con ello se perdió el ímpetu para eliminar las quemadas agropecuarias y evitar los incendios forestales.

En febrero de 2007 la administración de Felipe Calderón anunció ProÁrbol como el programa que integra todos los aspectos de conservación, fomento productivo y restauración forestal. En los distintos subprogramas que lo constituyen se incluyen varios mecanismos encaminados a fortalecer la conservación y uso sustentable del recurso forestal en las comunidades rurales. En el contexto de los programas de mejoramiento de la cubierta vegetal y de la restauración y conservación del suelo, la meta propuesta para el sexenio 2006-2012 es la reforestación de 2 400 millones de hectáreas; de esta superficie, en 690 000 hectáreas la reforestación se integrará con obras de restauración de suelo. Adicionalmente, en las áreas forestales se pretende establecer obras de conservación y restauración de suelo en 240 000 hectáreas (Conafor 2008a).

En la agenda de Sagarpa (2006-2012) las reglas de operación incluyeron el Programa Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria. La variedad de actividades que se consideran en este puede dar la pauta para revitalizar los programas de reconversión productiva y de control del fuego en los terrenos con uso agropecuario (Sagarpa 2008).

4.15 LOS ESQUEMAS DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL

Estos esquemas, que en algunos casos involucran instrumentos económicos, han mostrado su potencial para atender y apuntalar la restauración ambiental en el país.

El objetivo de la compensación ambiental es restaurar los ecosistemas y los recursos naturales de México, mediante el apoyo financiero a proyectos orientados a este objetivo (CONABIO 2004). Los programas y mecanismos establecidos en el país por lo general incluyen diversas líneas temáticas como la conservación, la vigilancia u otro tipo de acciones que refuercen la conservación o recuperación de ecosistemas. Los recursos financieros provienen de diversas fuentes y mecanismos; a continuación se describen algunos de ellos.

4.15.1 Programa de Restauración y Compensación Ambiental

Son las compensaciones que hacen algunos particulares por las sanciones administrativas que les impone la

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), cuando por la implementación de sus proyectos se causen efectos significativos en los ecosistemas. Este Programa se instauró en septiembre de 2003 con la firma de un convenio de cooperación entre la CONABIO y la Profepa.

Su objetivo principal era llevar a cabo acciones para restaurar o recuperar ecosistemas y recursos naturales del país, que por diversas causas fueron dañados o están deteriorados. Cuando su recuperación no es posible, a modo de compensación, se toman medidas para evitar que ocurran daños en otros sitios o mitigarlos. Los recursos de este programa provienen de convenios administrativos que por acuerdo voluntario suscriben la Profepa y algún particular –que es el solicitante– para realizar actividades de restauración o compensación de daños ambientales; incluso, para corregir irregularidades en el cumplimiento de la normatividad ambiental (LGEEPA, Arts. 168, 169 y 203; Segob 1988). Los recursos financieros son de dos tipos: 1] los que deberán aplicarse a acciones específicas, previamente determinadas, de restauración de un cierto daño ambiental y 2] los que no tienen un destino específico detallado en algún proyecto y que deben dedicarse a acciones y medidas de compensación, ya sea por daños a recursos naturales, que sean obras de interés público relacionadas con la conservación, el uso sustentable, la restauración y protección, o con el conocimiento de la biodiversidad. En ocasiones, estos recursos deben aplicarse en alguna región previamente establecida.

Los fondos los administra la CONABIO por medio del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad. También se ha conformado un consejo asesor académico que tiene entre sus tareas principales establecer las líneas temáticas y las prioridades y bases para ejercer los recursos. Lo anterior tomando en cuenta las necesidades en materia de restauración y conservación señaladas por los sectores gubernamental y social, pero siempre prestando especial atención a los sitios afectados por daños ambientales.

Bajo este esquema se firmaron alrededor de 20 convenios con diversas empresas y se apoyaron más de 45 proyectos, dentro de los cuales se incluye como línea estratégica la restauración ambiental (CONABIO 2004). Desde 2006 el fideicomiso ya no recibe nuevos fondos de la Profepa, por ello los proyectos financiados por esta vía solo continuarán hasta que los recursos económicos remanentes se agoten. Un ejemplo de la aplicación de este programa se presenta para la Laguna de Términos, Campeche (recuadro 4.5).

4.15.2 Compensación económica por la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Este instrumento lo utilizan las entidades públicas o privadas que han recibido la autorización de cambio de uso de suelo. Para su efecto la autoridad fija un monto por hectárea, que se deposita en el Fondo Forestal Mexicano (FFM) (LGDFS, Art. 142; Segob 2003). Aunque con estos recursos se financian diversas actividades relacionadas con el sector forestal, destaca la partida económica específicamente creada en 2004 para realizar actividades de restauración forestal. Con esta se apoyan proyectos de centros de investigación y de organismos públicos y privados. La selección de proyectos la hace un comité mixto, integrado por una representación equilibrada y proporcional del sector público federal y de las organizaciones privadas y sociales de productores forestales.

En la partida de restauración forestal, al cierre administrativo de 2006, los recursos económicos depositados por quienes promueven el cambio de uso de suelo sumaron 558 274 393 pesos, cantidad integrada por los depósitos de 2004 a 2006. Hasta principios de 2007, con estos recursos se habían apoyado alrededor de 60 proyectos de restauración de diversa índole, y se tenía programado destinar el saldo remanente a una superficie de 60 000 hectáreas en el transcurso del mismo año (Conafor 2008b).

Aunque sería importante conocer los contratiempos enfrentados en los proyectos financiados por esta vía, es indudable que en el mediano plazo estos recursos económicos pueden potenciar las acciones de restauración, ya que el FFM no solo recibe el pago por los cambios de uso de suelo, también cuenta con aportaciones de gobiernos estatales, de particulares y de ingresos fiscales (LGDFS, Art. 143; Segob 2003).

4.15.3 Compensación ambiental que surge del proceso administrativo de evaluación de impacto ambiental

En este procedimiento un proyecto que se somete a evaluación puede ser aprobado de manera condicionada. En general las condicionantes incluyen, además de las medidas de minimización y mitigación de impactos ambientales, ciertas medidas de compensación establecidas en la LGEEPA. Cabe aclarar que a diferencia de los dos mecanismos antes reseñados, en los que el particular se limita a financiar con recursos económicos las acciones de restauración que realizarán terceras personas, en este, el

RECUADRO 4.5 RESTAURACIÓN HIDROLÓGICA Y REFORESTACIÓN CON PLÁNTULAS DE MANGLE EN EL SISTEMA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE

Claudia Agraz Hernández • Juan Osti Sáenz • Eleuterio Chan-Canul • Roberto Manuel Arana Lezama • Manuel Antonio Rosado Gálvez

Ubicación. El área se encuentra en la parte medio oeste del sotavento de la Isla del Carmen y forma parte del Área Protegida Laguna de Términos, Campeche, en el litoral del Golfo de México.

Características. El ecosistema de manglar que bordea esta área presenta un tipo fisonómico de borde con tendencia a ribereño. Esta fisonomía se atribuye principalmente al tipo de suelo, la plataforma continental y la hidrodinámica que caracteriza al Golfo de México. Las especies que integran estos bosques son *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Domina el clima cálido subhúmedo con algunas variantes.

Factores de disturbio. Se estima que el complejo lagunar estuarino ha perdido 20% de sus bosques de mangle sobre todo por cambios en el uso de suelo. Esta restauración se realiza en un bosque de mangle de la Isla del Carmen que fue seriamente dañado, entre 1993 y 1994, por los huracanes Rosana y Opal. El programa de restauración se lleva a cabo como una medida de compensación de un bosque de mangle, en proporción 1:1, que fue deforestado por la instalación de infraestructura eléctrica en el estero de Sabancuy.

Objetivos. Restaurar la dinámica hidrológica del sitio y reforestar con plántulas de *Avicennia germinans*, en parcelas de reforestación, y de *Rhizophora mangle* en los bajos de marea.

Estrategias. Para lograr la restauración hidrológica del sitio fue necesario construir 5.8 km de canales artificiales. Se estableció una red de muestreo del agua intersticial mediante parcelas de reforestación (60 x 60 m) distribuidas en 20 hectáreas. Se creó un vivero de mangle en la parte continental y se produjeron

80 000 plántulas de *A. germinans* y 20 000 de *R. mangle*; el costo de producción por plántula fue de 8 pesos. Un año después de la construcción de los canales artificiales se plantaron las parcelas, ya estabilizadas, con mangle negro y en los bajos de mareas con mangle rojo; ambas especies se trasladaron a los sitios de trabajo por vía acuática.

Resultados. Con base en los estudios de microtopografía, salinidad intersticial, potencial redox, frecuencia y amplitud de mareas y tiempo de residencia del agua, se logró definir en un periodo relativamente corto las técnicas de intervención para recuperar las condiciones hidrológicas y elegir las especies con mayor posibilidad de éxito.

Actualmente se ha recuperado la dinámica hidrológica del área de estudio; además, el establecimiento y desarrollo de las especies en los sitios donde se introdujeron es singular. A tres años de haber realizado la reforestación la supervivencia de las especies es, por lo menos, de 90%. El desarrollo de las especies también es considerable: en este lapso su crecimiento promedio en altura fue de 51.3 cm \pm 11.1 para *Avicennia germinans* y de 54.7 cm \pm 5.1, para *Rhizophora mangle*. Conviene destacar que este programa igualmente contribuyó a la restauración del hábitat de especies endémicas y migratorias: aves, crustáceos, mamíferos y reptiles, entre otras.

Aunque en el contexto científico y técnico de la restauración del hábitat los resultados son prometedores, conviene destacar el escaso interés de los pescadores por participar en las actividades del programa, a pesar de que se benefician temporalmente con un ingreso económico (durante el programa se crearon 50 empleos temporales). La escasa participación de la población se debe a que el tipo de actividades que se llevan a cabo representa un gran esfuerzo físico, por las condiciones laborales y ambientales, y también porque la pesca es una actividad económicamente más rentable y representa un empleo permanente.

mismo particular está obligado a llevar a cabo las medidas de compensación y es el responsable ante la autoridad de que estas se hagan exactamente como fueron establecidas en la autorización de impacto ambiental; por esta razón no involucra un instrumento económico como tal. En los recuadros 4.6, 4.7 y 4.8 se ejemplifica la aplica-

ción de este mecanismo de compensación en ecosistemas terrestres y acuáticos para sitios con diferentes fines productivos, ejecutados por distintos tipos de promotor y con condiciones de disturbio distintas antes de la ejecución del proyecto propuesto.

RECUADRO 4.6 REHABILITACIÓN DE LA CANTERA CUAUTLAPAN Y DE LOS BANCOS DE BARRO DEL CERRO BUENAVISTA, EN ORIZABA, VERACRUZ

Miguel Ladrón de Guevara García • José Amadeo Vázquez • Benito Juárez

Ubicación. El Cerro Buenavista pertenece al municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz, y una porción de su superficie forma parte del Parque Nacional Cañón de Río Blanco (DOF 1938).

Características. La vegetación original del Cerro Buenavista es bosque tropical subperennifolio y mesófilo de montaña. El clima es templado subhúmedo con temperaturas y precipitación promedio anual de 19.5° C y 2 155 mm, respectivamente. La topografía es muy accidentada y la litología dominante es de rocas sedimentarias de origen marino. La corriente de agua más importante es el Río Tendido que desemboca en el Río Blanco (Cecaf 1993; Moreno y Juárez 2004). De la superficie total del Cerro Buenavista, 600 hectáreas son propiedad de la empresa de cementos Holcim Apasco, planta Orizaba, y desde 1970 parte de los terrenos se han utilizado para la extracción de materias primas, para lo cual es necesario remover la cubierta vegetal, el suelo y el subsuelo; esto provoca modificaciones del relieve natural del sitio y que las formaciones geológicas de material rocoso queden expuestas; en consecuencia, el área se destruye y sus condiciones son poco favorables para que se regenere de manera natural.

En 1993 la empresa solicitó permiso a la autoridad ambiental para extender la explotación de la cantera en el Cerro Buenavista, la autorización se condicionó a que se rehabilitaran las 79 hectáreas de la cantera Cautlapan y los bancos de barro que habían sido explotados durante 20 años (Cecaf 1994).

Objetivos. 1] Recrear las condiciones ambientales que propicien la evolución de los procesos que conducirán a una restauración ecológica en la cantera Cautlapan y en los bancos de barro del cerro Buenavista, y 2] acelerar la sucesión vegetal reintroduciendo sustrato enriquecido y especies nativas en la zona por restaurar.

Estrategias. Para compensar la ausencia del componente edáfico se recolectó suelo de otras zonas de explotación y se mejoró su fertilidad con la adición de vermicomposta, posteriormente se aplicó en los taludes formados por la extracción. El desarrollo de la vegetación se favoreció con la selección adecuada de especies (Cecaf 1993) de acuerdo con sus hábitos de colonización y en combinación con técnicas de reintroducción variadas (semillas, plantas producidas en vivero

y rescatadas de otras zonas de extracción); estas acciones permitieron trabajar simultáneamente diferentes etapas de la sucesión vegetal. Se introdujeron plantas de *Acacia pennatula*, *Annona muricata*, *Bambusa* sp., *Bursera simaruba*, *Casuarina equisetifolia*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Croton draco*, *Cupania dentata*, *Cupressus* sp., *Erythrina mexicana*, *Fraxinus cavekiana*, *F. udehi*, *Jacaranda mimosifolia*, *Juglans pyriformis*, *Leucaena diversifolia*, *Liquidambar macrophylla*, *Lysiloma divaricata*, *Melia azedarach*, *Ostrya virginiana*, *Persea schiedeana*, *Quercus acutifolia*, *Roseodendrum* sp. y *Salix* sp.

El programa ha tenido diversas dificultades técnicas para su ejecución. La falta de plantas de las especies elegidas en los viveros comerciales y del sustrato necesario implicó construir, dentro de las instalaciones de la empresa, un vivero y una planta para producir vermicomposta. Para realizar la plantación en los taludes de 70 m de altura y pendientes de 60° fue necesario utilizar técnicas de alpinismo.

Se evaluó el desarrollo de la cobertura vegetal y la supervivencia de las especies, tanto las producidas en vivero como las que se rescataron de otras zonas de extracción (Juárez y Gutiérrez 1997; Márquez 1999). Para el componente edáfico se cuantificó el mejoramiento de la fertilidad (Stefan 1996) y la recuperación de su dinámica, con base en la actividad de la fauna inherente al suelo (Rodríguez 1998; Palacios Lara 2003). Asimismo, el mejoramiento del hábitat se ha estimado con el seguimiento de la avifauna que visita el sitio (Alducin Chávez 2003).

Adicionalmente se decidió mantener una zona de vegetación natural de 400 hectáreas en las inmediaciones de la cantera: su finalidad es favorecer un corredor biológico que contribuirá a enriquecer la flora y la fauna del área en rehabilitación; además esta área funciona como una franja que evita el riesgo de erosión del suelo y protege el margen del Río Tendido y el manantial Ojo de Agua.

Resultados. El seguimiento continuo indica que a 12 años de actividades la cobertura vegetal aportada por especies con diferentes formas de vida cubre 90% de la superficie, la supervivencia de las especies plantadas es de 95% y el aumento en la riqueza de especies es sustancial, principalmente en el estrato herbáceo, reportándose a la fecha 442 especies.

También destaca el reclutamiento natural de *Ostrya virginiana* y la reintroducción de *Juglans pyriformis*, ambas en

alguna categoría con estatus de protección en la NOM-059 (DOF 1994, 2002). A nivel del suelo la fertilidad se recupera satisfactoriamente y la presencia de mesofauna y macrofauna es importante. Además, la visita frecuente de las aves a los sitios rehabilitados sugiere que la recuperación del hábitat está en marcha. Esto confirma que las estrategias aplicadas favorecieron el restablecimiento de las condiciones que propiciarán la continuidad de los procesos naturales; sin

embargo, se reconoce que para conseguir la complejidad en composición, estructura y funcionalidad que presenta el sistema de referencia probablemente sea necesario apoyarlo por 25 años más. A pesar de esto, se han capitalizado beneficios importantes pues se ha encauzado la recuperación del hábitat para las especies de flora y fauna de la región, se mitigaron los impactos ambientales derivados de la explotación y se devolvió a la sociedad un paisaje armónico.

RECUADRO 4.7 COLONIZACIÓN NATURAL POR TRES ESPECIES DE MANGLE EN ISLETAS ARTIFICIALES DE LA LAGUNA DE COYUTLÁN, COLIMA

Francisco Flores Verdugo • Claudia Agraz Hernández

Ubicación. El proyecto se desarrolló en el primer vaso de la Laguna de Coyutlán, Colima (19° 01' 10.22" N, 104° 16' 23.19" O), que forma parte de la zona federal concesionada a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y al Puerto de Manzanillo. Tiene una superficie de 7 200 hectáreas.

Características. En la laguna predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias de verano. La vegetación está constituida por bosque de manglar, marismas, salitrales y selva baja caducifolia.

Factores de disturbio. La construcción de bordos y una boca artificial para arribar a la termoeléctrica restringieron el flujo natural de mareas y con ello la comunicación al mar. Adicionalmente, en 1995 la CFE propuso un proyecto para favorecer el acceso (vía acuática) desde la boca artificial Tepalcates hasta las instalaciones de la termoeléctrica, por medio de la construcción de un canal. La autorización de este proyecto se condicionó a que se mitigaran los efectos producidos por los sedimentos derivados del dragado del canal, y con ello evitar que se depositen en los bosques de manglar.

Objetivos. 1] Utilizar los sedimentos generados por el dragado de un canal para construir isletas dentro de la Laguna de Coyutlán, y 2] crear un hábitat para que distintas especies de mangle lo colonicen de manera natural.

Estrategias. Las actividades consistieron en la construcción de isletas, que se extendieron en aproximadamente 50 hectáreas del sistema lagunar. La creación de estos ambientes se realizó

en 1995 y la ejecución del proyecto estuvo a cargo de la Semarnap y otras instituciones.

Resultados. De manera natural las isletas se colonizaron con las especies de mangle más comunes de la laguna. Hacia 2004 ya se había conformado una cadena de aproximadamente 22 islotes, en donde quedaron incluidos bosques y matorrales de manglar. Para 2005, en dichas áreas se había desarrollado un bosque con dominancia de *Languncularia racemosa* (95%), con una densidad de 4 643 fustes/hectárea y un área basal de 5.8 m²/hectárea, además de un matorral conformado por *Avicenia germinans* y *L. racemosa*, cuya densidad fue de 25 000 arbustos/hectárea. Adicionalmente se creó un bajo de mareas y una zona supralitoral que favorece la conectividad de tres tipos de ambientes diferentes y ayudará a mejorar la diversidad de la flora y la fauna.

Aunque los resultados son alentadores, a mediano y largo plazos habría que evaluar el diseño, tamaño y ubicación de los islotes para destacar aquellas condiciones que facilitan la colonización por manglares de manera natural. Además, será necesario crear modelos hidrológicos de viento y mareas con la finalidad de evitar la erosión de estos nuevos hábitats, sobre todo considerando que más de 50% de los islotes construidos se erosionaron antes de la colonización vegetal. Esto último en buena parte se debió a la falta de coordinación entre las dependencias que ejecutaron el programa y los especialistas que propusieron el plan de mitigación; la falta de comunicación y de acuerdos propicia no solo pérdidas económicas, también implica retrocesos en la generación de información de gran valía para futuros programas de mitigación.

RECUADRO 4.8 FORESTACIÓN DE ISLETAS DE DRAGADO EN LA BAHÍA DE NAVACHISTE, SINALOA

Francisco Flores Verdugo • Daniel Benítez Pardo • Juan Ignacio Valdez Hernández

Ubicación. Las isletas se crearon en el complejo lagunar costero de Bahías de San Ignacio Navachiste, municipio de Guasave, Sinaloa (25° 29' 32.51" N, 108° 47' 30.78" W). La laguna está concesionada a diversas cooperativas pesqueras, al igual que los manglares.

Características. La laguna cuenta con más de 33 000 hectáreas. El área costera está conformada por marismas de *Salicornia* spp. y *Batis maritima* y manglares de *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicenia germinans* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) con una extensión de 17 490 hectáreas. El clima de la región es del tipo seco con lluvias de verano y menos de 5% de precipitación invernal.

La elevada tasa de azolve que sufre el cuerpo lagunar ha desestabilizado su dinámica hidrológica. Con el propósito de restablecer las condiciones hidrológicas de la laguna y favorecer la recuperación de pesquerías, las cooperativas decidieron instrumentar un programa de dragado (Benítez-Pardo 2003). La Semarnap condicionó la autorización a un proyecto alterno para la ubicación de los dragados con el propósito de reducir el impacto ambiental en la laguna y en los manglares de la región.

Objetivos. 1] Crear isletas de dragados (tarquinas) dentro del sistema lagunar para recuperar la dinámica hidrológica y mejorar la producción de pesquerías, 2] estabilizar los sedimentos e incrementar la vida media de los canales artificiales, por medio de forestación con mangles negro y rojo, y 3] aumentar la extensión del hábitat.

Estrategias. Las actividades de dragado y construcción de tarquinas en la laguna comenzaron en 2005. La forestación en las tarquinas incluyó la introducción de plantas de mangle negro y rojo producidas en dos viveros, así como la siembra directa de propágulos y de hipocótilos obtenidos de áreas aledañas con manglar. La densidad de siembra utilizada fue de 3 500 plantas/hectárea. La puesta en práctica se realizó en colaboración con los pescadores, quienes obtuvieron un ingreso económico adicional por los empleos temporales que generó este proyecto.

Resultados. A un año de haber comenzado el proyecto, la evaluación del desempeño de las plantas mostró una supervivencia general de 70% (Benítez-Pardo 2007). Las plantas producidas en vivero tuvieron valores más altos de crecimiento y supervivencia que las introducidas por siembra directa. Es necesario reforzar la estrategia pues los vientos de otoño provocan oleajes que redistribuyen el sedimento de las tarquinas y modifican su forma. Este fenómeno propicia el enterramiento de plantas y su muerte por sofocación. Además, las condiciones de extrema salinidad en ciertas partes de las tarquinas limitan que las plantas se establezcan y crezcan. Por todo esto es necesario continuar la evaluación de las acciones realizadas, ya que de ello dependerá tomar las medias necesarias para mantener la dinámica hidrológica recuperada y asegurar la permanencia de los hábitats creados.

4.15.4 Recursos económicos del Fondo de Desastres Naturales (Fonden)

El propósito de estos recursos es atender los efectos catastróficos causados por fenómenos naturales imprevisibles, y cuya magnitud supere la capacidad financiera de respuesta de las dependencias y entidades paraestatales. En 2005 la Conafor solicitó al Fonden una ampliación presupuestal para contrarrestar lo más rápido posible los daños que ocasionaron los huracanes Stan y Wilma, que afectaron drásticamente la vegetación, propiciaron la erosión del suelo y provocaron deslaves en grandes superficies forestales de los estados de Chiapas, Oaxaca,

Hidalgo, Quintana Roo y Yucatán. Los recursos extraordinarios destinados para tareas de mitigación y restauración fueron de 233 350 000 pesos; desafortunadamente, las acciones desarrolladas no tuvieron seguimiento y es difícil reconocer sus logros.

4.16 LOS PROYECTOS DE RECUPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ESPECIES PRIORITARIAS (PREP)

Estos proyectos han permitido sentar las bases para recuperar especies en riesgo. Comenzaron en 1997

como un programa en la Semarnap; en el sexenio 2000-2006 se convirtieron en mandato legal de la Ley General de Vida Silvestre y permanecen en la actualidad.

En 1997 el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural se planteó como una de sus tareas más importantes la conservación y recuperación de especies prioritarias, por medio de proyectos individualizados (PREP), de un conjunto de plantas y animales seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios: que ostentaran una categoría de riesgo reconocida internacionalmente, que fueran factibles de recuperar y manejar, que produzcan un efecto de protección indirecta que permita conservar otras especies y sus hábitats, que sean especies carismáticas y que posean un alto grado de interés cultural y económico (Semarnap 1997a). En el año 2000, en la Ley General de Vida Silvestre la esencia de este programa quedó como una obligación del Ejecutivo federal.

Este es uno de los programas que ha tenido continuidad en los dos últimos sexenios. Desde 1997 se han establecido PREP con las siguientes especies o grupos taxonómicos: psitácidos (loros y pericos), pinnípedos

(focas y lobos marinos), tortugas marinas, berrendo peninsular (*Antilocapra peninsularis*), zamiáceas (cicadas), borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), oso negro (*Ursus americanus*), lobo gris mexicano (*Canis lupus baileyi*), las dos especies de cocodrilo (*Crocodylus moreleti* y *C. acutus*), caimán (*Caiman crocodylus fuscus*), águila real (*Aquila chrysaetos*), perrito llanero (*Cynomys mexicanus*), manatí (*Trichechus manatus*) y jaguar (*Panthera onca*). En general los PREP inciden en el manejo del hábitat y dan las pautas de aprovechamiento de los recursos naturales, aunque en otros casos se concentran en el manejo de la especie en cuestión, sobre todo cuando sus poblaciones están en peligro de desaparición y se requieren programas de reintroducción (Semarnap 2000a; Semarnap 2006).

Uno de los casos más exitosos es la reintroducción del berrendo peninsular en la reserva de la Biosfera El Vizcaíno, Baja California Sur (recuadro 4.9). Por medio del manejo intensivo de individuos en semicautiverio y del manejo extensivo en la vigilancia y monitoreo del hábitat de los individuos silvestres, en los últimos años se ha logrado duplicar la población.

RECUADRO 4.9 PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DEL BERRENDO PENINSULAR EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL VIZCAÍNO, BAJA CALIFORNIA SUR

Ramón Castellanos Giralda • Víctor Sánchez Sotomayor

Ubicación. Llanuras costeras de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, entre las latitudes norte 28° 09' 21" y 26° 48' 28" y las longitudes oeste 114° 39' 54" y 113° 04' 54", en el municipio de Mulegé, Baja California Sur.

Características. Originalmente el berrendo habitaba en todas las planicies de la Península de Baja California ocupando cerca de 21 000 km²; hoy solo se encuentra en la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno en una superficie de 5 000 km². La modificación del hábitat, la competencia con el ganado introducido, la depredación de sus crías por coyotes y la cacería furtiva, además de las prolongadas sequías, han llevado a la especie hasta el peligro de extinción (NOM-ECOL-159) y la población silvestre ha disminuido a solo 175 ejemplares. Su hábitat se caracteriza por extensas llanuras y suaves lomeríos, en un gradiente altitudinal desde el nivel del mar hasta los 300 metros. Hoy día el berrendo habita la

porción conocida como Desierto de El Vizcaíno; en su mayoría el grado de conservación es muy alto, con la excepción de la zona agrícola del Valle de Vizcaíno y algunos efectos provocados por la ganadería extensiva de bovinos. El clima descrito para el Desierto de Baja California es BW con varios subtipos secos y semicálidos (García 1988), temperatura media anual de 20 °C y precipitación promedio de 70 mm. Aunque es un desierto poco extremo en cuanto a las variaciones de temperatura, sí lo es en cuanto a precipitación, con sequías de hasta siete años.

Objetivo. El objetivo de este programa es restaurar la población silvestre de esta subespecie y su hábitat original. Incrementar su número es una meta crítica que busca establecer dos o más poblaciones permanentes que puedan evadir y aun superar la sequía y otras contingencias, como las ambientales y las de origen antropogénico. En el futuro, si se

RECUADRO 4.9 [concluye]

logra este aumento y se detiene y revierte el deterioro del hábitat, se requerirá únicamente un manejo de menor perfil que dé protección y continuidad a la población silvestre.

Estrategia. Para el manejo activo de la población se han establecido tres líneas de acción que buscan soluciones a corto, mediano y largo plazos: manejo intensivo, manejo extensivo y educación ambiental. Con el manejo intensivo se pretende consolidar un hato reproductor genéticamente viable en semicautiverio que garantice la permanencia de la subespecie y que permita incrementar la población en un ambiente controlado. El manejo extensivo está dirigido a la vigilancia y el monitoreo del hábitat mediante un sistema único denominado pastoreo de manadas. Su finalidad es que la cacería furtiva se reduzca a cero mientras aumentamos el conocimiento detallado de los grupos de berrendos. La educación ambiental, aunque es una apuesta a largo plazo, es la herramienta que permitirá en el futuro garantizar el éxito del proyecto dado que tres de las cuatro principales amenazas están directamente relacionadas con las actividades humanas en el área.

Resultados. Se cuenta con un criadero de 261 hectáreas, dos estaciones de campo, un centro de visitantes, instalaciones de

crianza de recentales y una clínica veterinaria. En 1998 se capturaron cinco recentales para criarlos en semicautiverio. A la fecha se han capturado 24 individuos del medio silvestre y se cuenta con 184 ejemplares genéticamente viables reproducidos en el criadero, además de un grupo de 25 berrendos trasladado a La Choya y aproximadamente 200 berrendos silvestres. Con este conjunto de actividades se logró la meta inicial de duplicar la población. El pastoreo de manadas ha favorecido conocer la ubicación y condición de los berrendos en determinado espacio y tiempo, también nos permite tener presencia en el hábitat, que se manifiesta en mayor vigilancia y cuya consecuencia es la disminución de la caza furtiva. Este esfuerzo se traduce en un conocimiento único acerca de la distribución y el comportamiento de los berrendos. Al mismo tiempo se desarrollaron acciones dirigidas a detener el deterioro del hábitat: por medio del Programa de Ordenamiento Territorial prevemos detener el crecimiento de la frontera agrícola. En cuanto a educación ambiental los esfuerzos están dirigidos a trabajar en tres grandes áreas: los visitantes de la Estación Berrendo, las escuelas de la región y los medios de comunicación.

4.17 ERRADICACIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS

En los últimos años se ha comenzado a hacer esfuerzos considerables para erradicar especies exóticas invasoras en espacios naturales críticos, como las áreas protegidas. Las acciones aún son incipientes y se enfrentan obstáculos importantes.

La introducción de especies exóticas en los ecosistemas naturales es otra causa de su deterioro (véase el capítulo 6 del volumen II). Las plantas o animales que no son nativos de los ecosistemas donde se introducen y que encuentran condiciones favorables en su nuevo hábitat se convierten en invasores, alteran el ecosistema original y compiten con las especies nativas llegando muchas veces a causar su desaparición.

La introducción de especies invasoras a los ecosistemas naturales es producto de la acción del ser humano. Algunas veces ocurre de manera consciente, como en el caso de animales o plantas domésticos que lo acompañan

en sus actividades productivas o asentamientos humanos, por ejemplo, perros, gatos, cabras, plantas para cultivos y huertos, y otras tienen que ver con gustos particulares de la sociedad (recuadro 4.10). Otras veces sucede por el fomento de proyectos impulsados desde el gobierno, como ocurrió desde tiempos de la colonia con la introducción del pirú (*Schinus molle*) y el diente de león (*Taraxacum officinale*) por sus propiedades medicinales; del eucalipto (*Eucalyptus* spp.) y la casuarina (*Casuarina equisetifolia*) para forestar; de especies ornamentales como el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), e incluso de mamíferos para la cacería, como el venado de Nueva Zelanda. Sin embargo, muchas otras especies se introdujeron de manera inconsciente, como semillas o parásitos, ya fuera en el pelaje o en el contenido intestinal de animales domésticos, en sacos o cajas transportadas, o en embarcaciones, como las ratas (Orozco-Segovia y Vázquez-Yanes 1993).

Sea por mecanismos voluntarios o involuntarios, la introducción de especies exóticas se ha convertido en un

RECUADRO 4.10 EL ACUARISMO COMO UN VECTOR DE ESPECIES ACUÁTICAS INVASIVAS EN MÉXICO

Carlos Ramírez Martínez • Roberto Mendoza Alfaro

En todo el mundo, el valor de la industria del acuarismo, incluyendo el equipo, se calcula en 15 000 millones de dólares (Bartley 2000). De acuerdo con la Organización Mundial de Comercio, el valor de los peces ornamentales es de aproximadamente 4 500 millones de dólares, con un aumento anual de 8% (Huanqui-Canto 2002). La mayor parte de los peces ornamentales que se comercializan son especies de agua dulce, de estos, 90% se cultiva y solo 10% se captura en el medio natural (Dawes 1998); así, se estima que el número de variedades de peces de agua dulce utilizados en esta industria oscila entre 800 y 1 000 (Hill y Yanong 2002; Tlusty 2002). Mundialmente el acuarismo se reconoce como un importante vector de introducción de especies acuáticas invasivas en nuevos ambientes (Taylor *et al.* 1984; Welcomme 1992). Las tendencias indican que este vector puede llegar a convertirse en la fuente principal de entrada de especies acuáticas invasivas en Norteamérica (Courtenay y Williams 1992; Courtenay 1995). Este tipo de especies ocasionan problemas importantes como hibridación, competencia por alimento y espacio, depredación, introducción de enfermedades y parásitos, alteración del hábitat, desplazamiento de especies nativas y cambios en la estructura trófica de las comunidades (Goldburg *et al.* 2001; Hopkins 2001; Lassuy 2002; MIT Sea Grant 2002).

En México anualmente se comercializan alrededor de 35 millones de peces destinados a ornato: 40% son de importación y 60% se cultiva en alrededor de 250 granjas situadas en 21 estados, en las que trabajan alrededor de 1 000 personas (Ramírez-Martínez 2005). De acuerdo con información oficial, en el país hay un total de 3 155 acuarios establecidos formalmente (INEGI 2001). Sin embargo, cifras extraoficiales señalan que existen más de 10 000 negocios que venden peces ornamentales y emplean alrededor de 30 000 personas (Ramírez-Martínez y Mendoza 2005). El acuarismo ha crecido de forma acelerada en la última década, hasta el punto de que ha alcanzado un valor por arriba de 140 millones de dólares (precio de menudeo). De estas 250 granjas

de peces ornamentales, aproximadamente 200 se localizan en la cuenca del Río Balsas, en concreto en el estado de Morelos, y las 50 restantes están diseminadas en 20 estados más. Debido a esto, es muy probable que en la cuenca del Balsas se presenten dos de los casos más importantes de especies de peces invasivas venidas del acuarismo: los loricáridos en la presa Adolfo López Mateos (Infiernillo) (véase el recuadro 6.3 del volumen II) y el cíclido convicto en los ríos y arroyos de la cuenca alta del Balsas.

A mediados de 1980 se identificaron 55 especies introducidas (Contreras-Balderas y Escalante 1984) y hacia finales del siglo xx el número se elevó a 90 (Contreras-Balderas 2000). Esto indica que la cantidad de especies introducidas en México se ha incrementado rápidamente durante los últimos años, lo cual coincide con el crecimiento del acuarismo. También sugiere que esta actividad provoca el mayor número de casos de introducción de especies no nativas en los ecosistemas acuáticos del país. La cantidad de variedades de peces de ornato de agua dulce que se cultivan en México es bajo, 61 variedades de 19 especies, comparado con el número de especies que se importan, poco más de 700 especies de 117 familias (Álvarez-Jasso 2004). De acuerdo con cifras oficiales, en 2004 se importaron 10 millones de peces de ornato, principalmente de Asia, a través de Estados Unidos. Sin embargo, según algunos mayoristas solo se declara 50% de lo que realmente se introduce, por lo que se puede estimar que la cifra real de importación para 1994 fue aproximadamente de 15 millones de peces.

La normatividad que regula el establecimiento y operación de granjas productoras de peces de ornato, así como la introducción y movilización de este tipo de organismos en el territorio nacional, es insuficiente y además en su mayor parte no se cumple. Esta situación provoca que la industria de la producción y comercialización de peces ornamentales de agua dulce se pueda considerar como un vector, cada vez más importante, de la introducción y propagación de especies acuáticas invasivas en México.

problema muy serio en algunos espacios naturales de mucha importancia ecológica, como es el caso de las áreas protegidas. En años recientes se han hecho esfuerzos para erradicar y controlar, no con pocos obstáculos, estas especies y restaurar los ecosistemas originales.

Un ejemplo notable de erradicación de especies intro-

ducidas desde el siglo xix, como cabras (*Capra hircus*) y gatos (*Felis catus*), se encuentra en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe. Esta isla es uno de los patrimonios naturales más importantes del país sobre todo por los endemismos que presenta y por las especies amenazadas. Además, es el hábitat donde se ha salvado de la ex-

tinción el elefante marino (*Mirounga angustirostris*) y el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) (recuadro 4.11).

Otros proyectos importantes se están realizando en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an para erradicar la casuarina (*Casuarina equisetifolia*) (recuadro 4.12), y en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen para eliminar el cedro salado (*Tamarix* sp.) (recuadro 4.13).

4.18 RESTAURACIÓN DE SISTEMAS ACUÁTICOS

A pesar de la enorme riqueza de recursos naturales que tiene el país en sus ecosistemas costeros y marinos, lagos, lagunas y ríos, y de su profundo deterioro, su restauración ha sido una tarea muy rezagada y apenas incipiente en los últimos años.

El conjunto de ecosistemas acuáticos existentes en México constituyen una gran riqueza natural y un enorme potencial para el desarrollo del país; sin embargo, las políticas públicas para restaurar estos ecosistemas son muy recientes. A pesar de su creciente deterioro, los escasos programas hasta la fecha realizados, quizá menos de 20 años de manera general, han sido muy aislados y con ac-

ciones puntuales para un recurso o una función del ecosistema, pero no para la recuperación integral del mismo. Esto probablemente es resultado de la variedad de humedales que tiene el país: marinos (humedales y lagunas costeros, costas rocosas y arrecifes de coral), estuarinos (deltas, marismas de marea y manglares), lacustres (humedales asociados con lagos), ribereños (humedales adyacentes a ríos y arroyos) y palustres (marismas, pantanos y ciénegas); pero sobre todo, por la complejidad en la combinación de estrategias que se deben impulsar para su restauración y mantenimiento en el largo plazo. Evidentemente, esto solo será posible a partir de la generación de conocimientos científicos y técnicos específicos para cada tipo de humedal, pero integrados al conjunto de procesos de los que depende su dinámica y de aquellos factores de disturbio que propician su degradación.

En el caso de las lagunas costeras, un problema importante es el azolvamiento y cierre de las barras costeras que interrumpe los flujos de agua dulce y marina. Estos procesos de alteración provocan que disminuya la productividad de las lagunas y de los ecosistemas marinos, ya que es en las lagunas donde se lleva a cabo la reproducción de muchas especies marinas, así como la modificación de la salinidad y la muerte de los manglares. Se estima que cerca de 660 000 hectáreas de lagunas costeras se encuentran seriamente alteradas (Semarnap 2000a o b).

RECUADRO 4.11 CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA ISLA GUADALUPE

Alfonso Aguirre Muñoz • Luciana Luna Mendoza • Jorge Toro Benito

Ubicación. Isla Guadalupe se localiza en el Océano Pacífico, a 250 km de la costa de la Península de Baja California (29° N, 118° 20' O). Es el territorio más occidental de México y de suma importancia para la soberanía territorial, pues le da a México 148 142 km² de zona económica exclusiva de ricas aguas marinas.

Características. La isla es una montaña volcánica de 5 800 m de altura, con una superficie aproximada de 250 km². La litología está formada por derrames basálticos fisurales y volcanes cineríticos (Delgado-Argote *et al.* 1993). Presenta clima mediterráneo (con lluvias en invierno y veranos secos) y precipitación media anual de 129.3 mm (Hastings y Humphrey 1969). Las distintas condiciones climáticas y topográficas permiten que coexistan matorral, vegetación de relices, pastizal, bosque de palma, bosque de ciprés y bosque de pino-encino (Melling 1985).

La isla es de jurisdicción federal y desde 2005 es un área protegida, con la categoría de Reserva de la Biosfera. Es un importante centro de endemismos expresado en 34 especies de plantas, incluyendo dos géneros (Moran 1996), ocho de aves terrestres (Hubbs y Jehl 1976), 11 caracoles terrestres (Pilsbry 1927) y al menos 18 especies de insectos (González 1981). Además es un importante sitio de reproducción de mamíferos marinos como el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), el elefante marino (*Mirounga angustirostris*), el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y numerosas especies de aves, entre ellas el albatros de Laysan (*Diomedea immutabilis*).

Desafortunadamente, desde el siglo XVIII se introdujeron en la isla especies invasoras, sobre todo cabras (*Capra hircus*), gatos (*Felis catus*) y perros (*Canis familiaris*). Las cabras, convertidas en ferales y con una población de casi 100 000

animales, modificaron la estructura y composición de los ecosistemas naturales por la alta presión de herbivoría (Ezcurra *et al.* 2005). Los rodales de especies arbóreas como el ciprés de Guadalupe (*Cupressus guadalupensis*), la palma de Guadalupe (*Brahea edulis*) y el pino de Guadalupe (*Pinus radiata*), que antiguamente ocupaban grandes extensiones, fueron diezmados en forma severa (Moran 1996; León de la Luz *et al.* 2003; Aguirre Muñoz *et al.* 2005a). El bosque de ciprés y pino disminuyó de una superficie original de 3 000 hectáreas a solo 105 hectáreas en 2003, lo que desencadenó una erosión generalizada (Ezcurra *et al.* 2005). Al mismo tiempo, alrededor de 60 especies de plantas introducidas han invadido extensas áreas de la isla desplazando especies nativas. Se estima que por lo menos 26 especies de plantas vasculares nativas se han perdido en la isla, cinco de las cuales eran endémicas (León de la Luz *et al.* 2003).

La población de gato feral ha sido la causa directa de extirpaciones o disminución de la abundancia de especies de avifauna nativa y la extinción de seis taxa endémicos, incluidos el caracara de Guadalupe (*Caracara lutosa*) y el petrel de Guadalupe (*Oceanodroma macrodactyla*) (Luna Mendoza *et al.* 2005).

Para contrarrestar todos estos efectos negativos en la isla, el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI), en coordinación con dependencias gubernamentales (Semarnat y Semar) e institutos académicos, implementan el Programa de Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe.

Objetivos. Lograr la restauración integral y la conservación de la Isla Guadalupe.

Estrategia. 1] Elaboración de la línea base o diagnóstico ambiental de la isla previo a la erradicación; 2] erradicación de fauna introducida mediante trampeo y caza; 3] monitoreo de la recuperación natural de las poblaciones nativas; 4] monitoreo de las acciones realizadas, y 5] restauración.

Resultados. A la fecha se ha erradicado cerca de 95% de la población de cabras ferales. Gracias a ello se están regenerando de manera natural plántulas de cipreses, pinos y palmas, todos endémicos (Fig. 1).

Además, se desarrolló una estación de investigación, se han capacitado técnicos de distintas instituciones, se elaboraron estudios poblacionales de vegetación y de aves terrestres y marinas, y se elaboró la cartografía base de la isla; también comenzó el control de gatos ferales en la colonia de anidación del albatros de Laysan y la erradicación de perros ferales.

El proyecto de restauración ambiental de la Isla Guadalupe, sumado a los avances en las otras islas de la región, tiene

relevancia nacional y mundial (Aguirre Muñoz *et al.* 2005b). El éxito del proyecto coloca a México como líder internacional en la conservación de ecosistemas insulares y es un modelo de conservación insular.

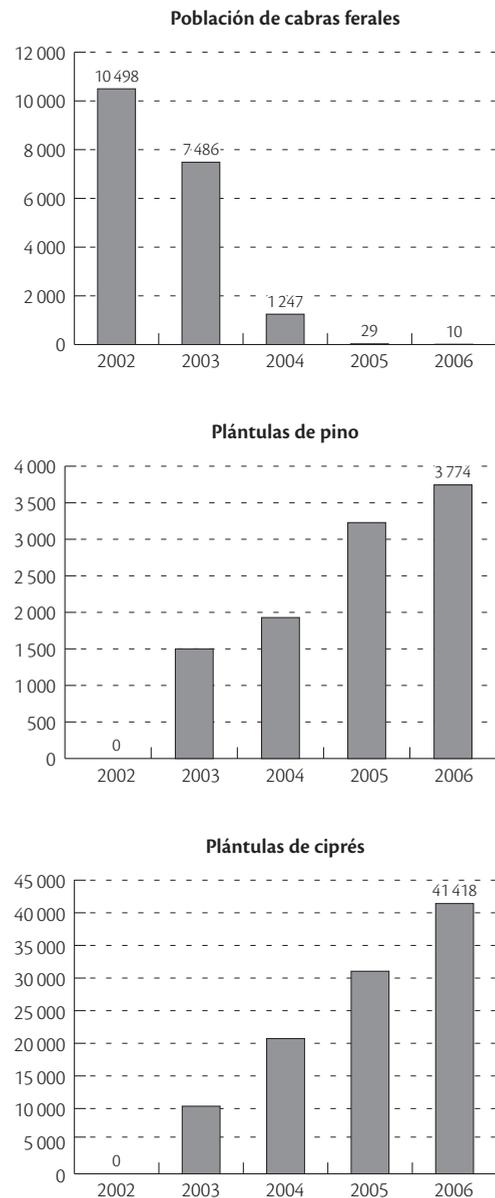


Figura 1 Recuperación del bosque de ciprés y pino luego de los avances en la erradicación de las cabras ferales.

RECUADRO 4.12 ERRADICACIÓN DE *CASUARINA EQUISETIFOLIA* EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN, QUINTANA ROO

Francisco Ursúa Guerrero • Alfredo Arellano Guillermo • Joaquín Díaz Quijano

Casuarina equisetifolia, originaria de Oceanía y el Sureste de Asia, ha venido invadiendo la zona de humedales en el área costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo. Esta especie exótica ha desplazado gradualmente a la vegetación nativa afectando principalmente comunidades de manglar y dunas costeras. De acuerdo con entrevistas realizadas a los colonizadores de Punta Herrero en la Bahía del Espíritu Santo, los primeros individuos de casuarina fueron introducidos a la zona en 1955, poco después del paso del huracán Janet, 30 años antes de que fuera declarada área protegida.

Actualmente esta especie se encuentra en alrededor de 50% de los 350 km del litoral de la reserva. Conocida localmente como "pino de mar" o "ciprés", tiene la capacidad de ocupar sitios pobres en nitrógeno, áreas alteradas y playas desérticas. Por estas características se utilizó para la estabilización de dunas y la forestación, también para ofrecer beneficios como barrera contra el viento, sombra y como referencia para la navegación costera.

La estrategia implementada para combatir la invasión de casuarinas consiste en un programa de erradicación en tres fases. En el corto plazo, controlar el crecimiento de la población mediante la eliminación del arbolado; en el mediano, erradicar la especie de la reserva, y a largo plazo, ampliar la erradicación hacia la zona de influencia en la costa

de Quintana Roo. La metodología empleada fue la que se utilizó en el Parque Nacional Everglades en Florida, que consiste en aplicar un agente conocido comercialmente como Garlón-4 (herbicida sistémico postemergente que actúa de forma prolongada y que es moderadamente tóxico pero no fitotóxico), en una proporción de 93 partes de diesel por siete de Garlón-4. La sustancia se aplicó con el método de corte y aspersión en el tronco de los árboles adultos, mientras que las plántulas se desenraizan y se exponen al sol. Para aumentar la eficacia de la erradicación, se encontró que era favorable comenzar las campañas durante la temporada de secas de cada año.

Entre 1995 y 2008 se erradicaron 185 000 casuarinas, principalmente en la zona centro y norte de Sian Ka'an. Sin embargo, de acuerdo con las últimas estimaciones permanecen 100 000 individuos en pie, en la zona sur contigua a la Bahía del Espíritu Santo. Las grandes distancias y lo inaccesible de los sitios hacen que la ejecución de este programa tenga un alto grado de dificultad, por ello aún no ha sido posible franquear la primera fase de la estrategia. A pesar de ello, los resultados alcanzados hasta la fecha confirman la pertinencia de la estrategia empleada, ya que no se han encontrado evidencias de repoblamiento de esta especie invasora en las zonas que fueron atendidas.

RECUADRO 4.13 CONTROL DE ESPECIES EXÓTICAS Y RESTAURACIÓN DEL HÁBITAT EN EL CAÑÓN DE BOQUILLAS, ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA MADERAS DEL CARMEN, COAHUILA

Carlos Alberto Sifuentes Lugo

El Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, ubicada en la porción noroeste del estado de Coahuila, tiene como límite norte una sección del Río Bravo de aproximadamente 40 km, que forma un corredor conocido localmente como Cañón de Boquillas. Por este corredor se trasladan especies entre los desiertos Tamaulipense y Chihuahuense, así como entre México y Estados Unidos. Sin embargo, también existen graves problemas debido a la presencia de especies exóticas que se han distribuido en la

zona riparia, como el coypú (*Meocastor coypu*), el carrizo (*Arundo donax*) y el cedro salado (*Tamarix* sp.).

El cedro salado o tamarisco es un arbusto de crecimiento denso procedente de Asia, introducido al país para fines de formación de cortinas rompevientos en cultivos y huertos. Hoy día ha invadido cuerpos de agua, compitiendo fuertemente con especies nativas como álamos, fresnos, sauces y sabinos, entre otros.

Este proyecto tuvo el objetivo de desarrollar un método

para controlar el sistema radicular del tamarix, evitar el rebrote de individuos y seleccionar sitios con potencial para la restauración del ambiente ripario.

En seis sitios, a 26 644 individuos de tamarisco se les aplicó un tratamiento que combinó acciones mecánicas y químicas. El método consistió en raspar la corteza de los tallos principales hasta formar una pequeña incisión y en ella se colocó un pedazo pequeño de estopa orgánica. En la estopa se puso una sustancia compuesta por un herbicida sistémico (de baja toxicidad y corta duración), aceite vegetal y un degradante orgánico para favorecer la desintegración de vasos conductores y raíces. La aplicación específica sobre la estopa evitó contaminar el suelo, el agua y otras plantas. Los sitios

fueron evaluados antes y después del tratamiento, por medio de transectos en bloques.

Con este tratamiento se obtuvo una mortalidad media de tamariscos de $97.8 \pm 2.1\%$ y no se registraron rebrotes de raíces; también se observó que el control permitió recuperar la cubierta vegetal nativa de manera natural. Originalmente, el tamarisco ocupaba en todos los sitios más de 50%, y predominaba junto al zacate y la jarilla (Fig. 1a). Ante la ausencia de tamarisco, las especies herbáceas, especialmente zacates, ocuparon más de la mitad de cada sitio, aumentó la cantidad de especies predominantes (zacate, jarilla, carrizo, mezquite y herbáceas) y en algunos casos se redujo el porcentaje de suelo desnudo (Fig. 1b).

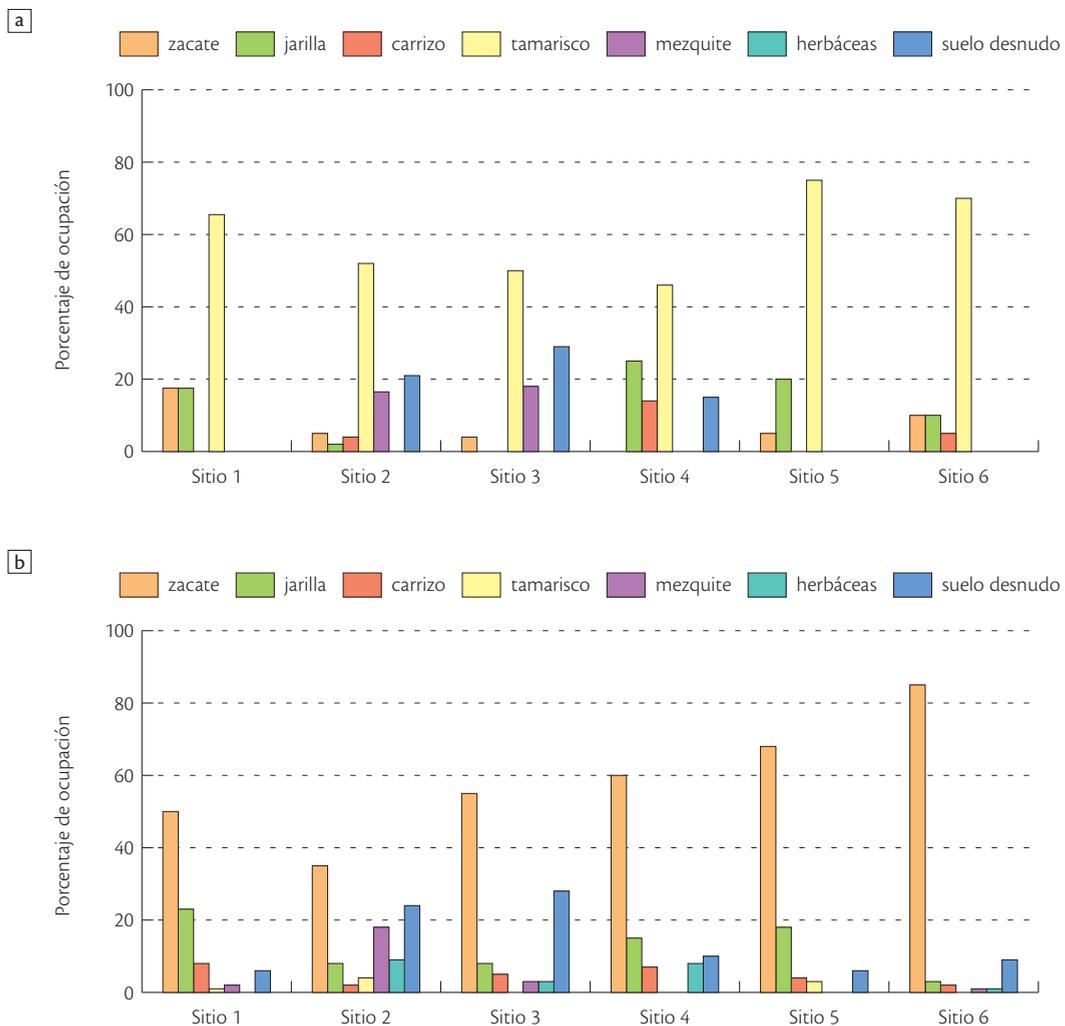


Figura 1 Proporción ocupada por las especies vegetales en los sitios trabajados para la erradicación de *Tamarix* sp. en el AP Maderas del Carmen, antes (**a**) y después (**b**) del tratamiento.

RECUADRO 4.13 [concluye]

Estos resultados demuestran que el método de control diseñado es versátil, sencillo y seguro. Este tratamiento es selectivo y no daña las especies asociadas, presenta poca toxicidad residual (hasta cinco días), es aplicable hasta a un metro del cuerpo de agua, elimina el riesgo de rebrote de raíz y no es necesario hacer aplicaciones subsecuentes. Todo esto permite el establecimiento de las especies nativas pues se eliminó la competencia aérea y de raíz.

De manera paralela se han llevado a cabo acciones de restauración, mediante la reforestación con especies nativas (*Salix* sp. y *Fraxinus* sp.) en estos mismos sitios. La reforestación se realiza con plántulas producidas en vivero, a partir de

semillas colectadas de árboles remanentes de la zona. Estas actividades se han desarrollado con la participación de las comunidades locales, que reconocen la necesidad de controlar esta especie e implementar acciones de conservación del hábitat ripario para con ello mantener los beneficios que este ecosistema natural les ofrece.

Actualmente se realizan actividades de mejoramiento del hábitat conjuntas al control del tamarisco: entre ellas se encuentra la conservación de suelos bajo el esquema de control de cárcavas y escurrimientos, el manejo de basura y el control de desechos orgánicos provenientes de majadas cercanas al afluente.

Algunas acciones gubernamentales para rehabilitar las lagunas y restituir su productividad han consistido en intercomunicar masas de agua marina con el agua de la laguna y del río que la alimenta, mediante grandes obras de dragado de canales de intercomunicación mar-laguna y la protección de boca-barras (escolleras). Entre ellas se pueden mencionar las obras de rehabilitación lagunar en Boca de Oro-Laguna de Corralero y en canales interiores en las lagunas Inferior, Oriental y Mar Muerto, y en la Laguna de Chacahua, Oaxaca; La Joya-Buenavista y Cabeza de Toro-San Marcos, en Chiapas; Boca de Santa Isabel y el Mezquitil, en la Laguna Madre de Tamaulipas; el sistema lagunario Huizache-Caimanero y Agua Grande-Tapo Revolución, en Sinaloa, y Chagüin-Chuiga, en el sistema lagunar del norte de Nayarit, y Laguna de Cuyutlán en Colima. El conjunto de estas obras mejoró alrededor de 70 000 hectáreas incrementando la producción pesquera en casi 9 000 toneladas anuales con un costo de 100 millones de pesos (Semarnap 2000b).

Desafortunadamente, la solución de estos problemas no se ha dado de forma que integre la conservación y restauración de los ecosistemas forestales de las partes altas de la cuenca y los humedales, sino que se han tratado de resolver con obras de infraestructura que son muy costosas y que en el mediano y largo plazos volverán a deteriorarse debido a que no se atiende el problema de origen.

Un ejemplo interesante que logró construir una visión integral de la problemática en este tipo de ambientes fue el Programa de Ordenamiento Ecológico Costero de Chiapas. En esta experiencia se conjuntaron los distintos órdenes de gobierno y la participación de los sectores social, privado y académico para elaborar las reglas que fa-

vorecieran el adecuado uso de los recursos costeros y una estrategia de desarrollo económico para la zona (recuadro 4.14). A pesar de la importancia de este programa, su ejecución se suspendió con el cambio de gobierno y los desastres provocados en el área por algunos fenómenos climáticos (tormenta tropical Javier en 1998 y huracán Stan en 2005) que destruyeron gran parte de lo que se había realizado hasta 1999.

En contraparte, distintos grupos académicos y algunas organizaciones no gubernamentales han desarrollado actividades importantes de restauración ambiental en los manglares y cuerpos de agua continentales. Aunque estos programas son relativamente recientes, sus resultados y continuidad son prometedores.

El uso inadecuado de los humedales a lo largo del siglo xx llevó a que actualmente presenten serios procesos de degradación derivados de la construcción de caminos y carreteras, de infraestructura petrolera, de líneas de distribución de energía, de asentamientos con fines diversos (turísticos, producción acuícola, ganadería y urbanización), además de la fragmentación de la vegetación o la deforestación propiciada por la extracción de madera –con diferentes usos–, o el desarrollo de la ganadería (Agraz 1999; López-Portillo y Ezcurra 2002). Esos factores de disturbio, independientes o combinados, propician cambios en los patrones hidrológicos externos e internos y con ello problemas de azolvamiento, desecación y compactación del sedimento, salinización, eutrofización y acidificación; además, los desechos que llegan a estas áreas –por ejemplo, pesticidas, derivados del petróleo y desechos urbanos– producen importantes problemas de contaminación (Agraz 1999; Tovilla *et al.* 2004).

RECUADRO 4.14 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO COSTERO DE CHIAPAS

Virginia Cervantes • Julia Carabias • Vicente Arriaga

Ubicación. La porción costera de Chiapas abarca 36% de la superficie estatal e incluye los municipios de Pijijiapan, Acacoyagua, Acapetahua, Escuintla, Huehuetán, Hixtla, Mapastepec, Mazatán, Villa Comaltitlán, Tonalá y Tuzantán.

Características. De las 413 347 hectáreas que ocupa el área terrestre costera del ordenamiento, 76% se encuentra transformada por la ganadería y la agricultura de cultivos perennes como caña de azúcar, mango y plátano, además de cultivos anuales como maíz, frijol y soya. Únicamente 17% de la superficie total está cubierta por ecosistemas naturales: 11% por manglares, 2.5% por selva mediana subperennifolia y 4% por agua. Cuenta con 260 km de litoral y 21 lagunas costeras que ocupan una superficie de 16 284 hectáreas; entre las más importantes destacan el Mar Muerto, La Joya-Buenavista, Los Patos-Solo Dios, Carretas-Pereyra y Chantuto-Panzacola. La actividad pesquera más importante es la de camarón, peces de escama y jaiba.

Factores de disturbio. El incremento de la frontera agropecuaria, la invasión de terrenos, la deforestación, el uso indiscriminado de agroquímicos, la sobrepesca y la eliminación del manglar han alterado seriamente los ecosistemas costeros disminuyendo su productividad; esto de manera independiente o en conjunto contribuye a aumentar los conflictos sociales.

Objetivos. 1] Definir las políticas de uso de suelo más adecuadas a las condiciones ambientales de la zona costera, por medio de la propuesta de ordenamiento ecológico costero; 2] identificar el potencial natural de los terrenos y las lagunas, así como su capacidad de uso sin riesgo de degradarlos, y 3] establecer reglas de aprovechamiento de los recursos naturales que permitan la convivencia ordenada y sustentable de las diversas actividades económicas.

Estrategias. El ordenamiento se realizó mediante la definición de Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales integran las características ambientales y socioeconómicas comunes del territorio en cuestión, así como una serie de escenarios alternativos de uso.

Resultados. Se identificaron los usos de suelo y se definieron cuatro tipos de estrategias ambientales: el aprovechamiento, la rehabilitación, la conservación y la preservación. De acuerdo con las UGA se determinó que solo 57% del área tiene características adecuadas para el aprovechamiento agropecuario; 7% presenta prácticas inadecuadas y es necesario cambiar el uso actual del suelo (por medio de la rehabilitación de la vegetación) con otros que aprovechen especies arbustivas o arbóreas de alto valor comercial; 21% del área debe destinarse al uso de conservación, donde puedan realizarse actividades ecoturísticas o el establecimiento de UMA (Unidades de Manejo de Vida Silvestre); 15% de la superficie presenta humedales que deben ser protegidos mediante las AP.

Las primeras acciones derivadas de la propuesta de ordenamiento fueron la rehabilitación del sistema lagunar La Joya-Buenavista, entre 1994 y 1996, por medio de un canal de comunicación que incrementó el volumen de agua marina mediante la influencia de las mareas y con ello se propició el mejoramiento de las condiciones naturales; esto favoreció el desarrollo de las actividades pesqueras de 570 familias. En este periodo también se dragó un canal para intercomunicar directamente la Laguna Cabeza de Toro con el Canal San Marcos.

Fuente: Semarnap 1997c, 2000b.

Para el caso de los manglares se han realizado diversos diagnósticos sobre la variedad de funciones y componentes afectados por dichas actividades, mismos que son la base para diseñar programas de manejo y uso sustentables (Valdez 2002, 2004; Carmona-Díaz *et al.* 2004), de rehabilitación, de restauración (Agraz 1999; Reyes y Tovilla 2002; Tovilla *et al.* 2004) y de mitigación por medio de la forestación (Flores *et al.* 2007).

Algunas de las variantes indicadas y su vinculación con los instrumentos de compensación ambiental se muestran en los recuadros 4.5, 4.7 y 4.8. Cabe señalar que en los ejemplos que se resumen en los recuadros 4.7 y 4.8, la recuperación de funciones, particularmente la dinámica hidrológica, implicó la estrategia de creación de hábitat. Debido a que estos nuevos ambientes son muy jóvenes, no es posible asegurar que se dé un proceso de

RECUADRO 4.15 EL PARQUE ECOLÓGICO DE XOCHIMILCO, EJEMPLO DE UNA ZONA RECUPERADA

Erwin Stephan-Otto Parrodi

El Parque Ecológico de Xochimilco (PEX) se encuentra al sureste del Distrito Federal en la delegación Xochimilco, al pie de la sierra del Volcán Chichinautzin. El clima predominante es templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano.

El Plan de Rescate Ecológico de Xochimilco comenzó en 1989 como un proyecto integral que pretendía restablecer los valores culturales, económicos, agrícolas y ecológicos con los que contaba históricamente Xochimilco. El PEX es el resultado más exitoso de dicho plan, pues se constituyó como un espacio de contacto con la naturaleza restaurada y contiene elementos recreativos y didácticos atractivos para los visitantes, que sirven para crear y fomentar una conciencia ecológica.

Desde 1993, año en que fue inaugurado, su administración y manejo se confiaron a una asociación civil no lucrativa, el Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco, A.C. En los casi 14 años de manejo se han implementado diversas estrategias para favorecer el proceso de recuperación y mantenimiento del área: *a*] reciclar los materiales de origen vegetal que genera el parque con el fin de dar mantenimiento libre de agroquímicos a la cubierta vegetal; *b*] impulsar diversos estudios acerca de la flora y la fauna del parque y crear una base de datos digitalizada; *c*] involucrar a estudiantes de diversas licenciaturas en el programa de servicio social, cuyo principal objetivo es fortalecer la conciencia ecológica; *d*] desarrollar proyectos de investigación multidisciplinarios con el objeto de rescatar los valores de la zona, y *e*] publicar folletos, artículos y libros sobre temas de interés relacionados con la región, su peculiar cultura y tradiciones.

Actualmente el PEX es un lugar rehabilitado como parque recreativo y área de reserva para diferentes especies de flora y fauna. De las 200.5 hectáreas que lo conforman, 57 están ocupadas por distintos cuerpos de agua como lagos, canales y ciénegas que sirven de nicho a diversas especies de plantas y

animales. A pesar de que el parque se localiza al costado de una vialidad primaria, es refugio de numerosas aves migratorias silvestres —140 especies distintas a lo largo del año—, entre las que destacan los pelícanos. Los cuerpos de agua del PEX en parte son de origen pluvial, pero también se alimentan del agua que proviene de canales cercanos y de los vertederos de agua tratada que proceden de la planta de tratamiento del Cerro de la Estrella, que se ubica en Iztapalapa.

Existen zonas recreativas donde hay superficies con pasto y ornamentadas con más de 400 jardineras que exhiben alrededor de 60 plantas con flores diferentes. También se ha establecido una zona con ocho hectáreas de chinampas que ejemplifica el sistema de producción agrícola tradicional de la región. Aquí se producen, con técnica totalmente orgánica, diversas hortalizas y las flores propias del ceremonial xochimilca.

El PEX alberga 107 especies de 55 familias florísticas, siendo la más abundante la Asteraceae, con 17 especies. En los más de 250 000 árboles y arbustos del parque están representadas 21 especies. Las áreas menos perturbadas se han mantenido como zonas de reserva, aunque son las menos atractivas para el público, y en ellas se encuentra la mayor diversidad de plantas y animales silvestres.

Se ha tenido gran éxito en lo que al desarrollo de la cobertura vegetal del parque se refiere, el paisaje ha cambiado de manera significativa a lo largo del tiempo, se han adoptado procesos de trabajo que por una parte aseguran la mejora del entorno físico y biológico, y por otra, que consolidan la labor de crear una conciencia ecológica. El PEX responde así a la necesidad que se tiene en la ciudad de espacios de recreo que estimulen los valores de respeto a la naturaleza y su conservación, por ello se ha convertido en una visita obligada para escolares de todos los niveles y personas de todas las edades.

automantenimiento; de aquí deriva la importancia de dar seguimiento a estos programas. Las experiencias obtenidas en otros países para proyectos similares no han logrado permanecer en el largo plazo (Flores *et al.* 2007), situación que en parte explica la renuencia para que las acciones de mitigación y compensación se consideren como parte del proceso de restauración ecológica (SER 2004a, 2004b).

Las experiencias más antiguas de restauración am-

biental en los humedales continentales del país se realizaron en los cuerpos de agua lacustres. El ejemplo más destacado por su permanencia en el tiempo y por sus resultados es el Programa de Rescate Hidroecológico del Lago de Texcoco tratado en detalle en el recuadro 4.2. Aunque con objetivos distintos, otro caso exitoso de recuperación de una zona lacustre muy deteriorada lo representa el Plan de Rescate Ecológico de Lago de Xochimilco, el cual después de 14 años de actividades continuas

RECUADRO 4.16 RECREACIÓN DEL HÁBITAT EN LA LAGUNA DEL RANCHO EL HERMALBO,
UMA DE CONSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS

Eduardo Carrera

Ubicación. El cuerpo de agua se localiza en el municipio de Hidalgo, 60 km al norte de Ciudad Victoria, en los terrenos de propiedad privada del rancho El Hermalbo, el cual está registrado como la primera Unidad Extensiva de Conservación de Aves Acuáticas en el estado de Tamaulipas.

Características. Hace más de 30 años la laguna fue modificada para utilizarse como abrevadero del ganado, aun cuando tiene una historia muy importante para la hibernación de aves acuáticas residentes y migratorias, así como para otras especies de fauna silvestre que se encuentran en el área.

Factores de disturbio. Originalmente el humedal tenía un espejo de agua de 30 hectáreas, sin embargo, con el paso del tiempo sufrió problemas de sedimentación y los afluentes hídricos que lo alimentaban cambiaron su patrón de escurrimiento, lo que propició que el espejo de agua se redujera drásticamente y con ello su importancia para la fauna silvestre.

Objetivos. Recrear las condiciones hidrológicas, recuperar el hábitat y mantenerlo a largo plazo.

Estrategias. Para recuperar el cuerpo de agua se desazoló la laguna; con el material extraído se reforzó un bordo perimetral

y se construyeron islas. Se construyó un vertedero de demasías cuya función es regular el nivel del agua. Adicionalmente, se recanalizó el arroyo que antes aportaba agua de lluvia a la laguna, y con el propósito de retener el material de azolve y disminuir la velocidad de sedimentación se construyó una fosa en el sitio por donde entra el agua.

Resultados. Además de recuperar la dinámica del cuerpo lagunar, se extendió el espejo de agua a 60 hectáreas para favorecer la superficie del hábitat recreado. Se logró el crecimiento de plantas acuáticas emergentes, que son una fuente importante de alimento para las aves que utilizan el área durante el año. Los islotes están siendo utilizados por las aves residentes como áreas de anidación, incluso la programación del tiempo de inundación favoreció la llegada de diferentes especies de aves. Para mantener el hábitat recreado se utilizará el vertedero para eliminar las aguas de demasías, una vez que la laguna alcance la máxima capacidad de inundación.

Actualmente la laguna sirve de albergue a miles de gansos, principalmente al de frente blanca (*Anser albifrons*) y al ganso nevado (*Chen caerulescens*), acompañados en menor escala por otras aves, algunas en situaciones de riesgo como el pato real mexicano (*Cairina moschata*) y el pato tejano (*Anas fulvigula*).

ha vuelto a ser un espacio de recreo y de educación ambiental para la segunda ciudad más poblada del mundo (recuadro 4.15).

Una muestra de las ventajas que las Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMA) pueden proveer para el aprovechamiento sustentable de la fauna silvestre y favorecer la conservación del hábitat se ejemplifica en la laguna del rancho El Hermalbo, en Tamaulipas. Aquí se muestra la recreación funcional de una laguna natural que fue modificada en su espejo de agua para incrementar el hábitat de anidamiento o peaje de aves migratorias (recuadro 4.16).

En cuanto a los ecosistemas marinos, la restauración de los arrecifes de coral es una actividad muy reciente en México. Algunos experimentos de restauración presentaron resultados exitosos que, aunque incipientes, resultan

muy prometedores, sobre todo si se toma en cuenta que los arrecifes de coral tardan miles de años en constituirse y son los ecosistemas más diversos del medio marino. Por su cercanía a la costa, reciben el impacto directo de las corrientes de agua cargadas de sedimento y contaminantes de origen terrestre, los cuales se depositan en los arrecifes deteriorándolos incluso hasta su destrucción. Además, la navegación ha tenido efectos negativos muy importantes sobre extensas áreas de arrecifes. La restauración de estos ecosistemas es una tarea muy compleja, como lo es la propia estructura, composición y dinámica del arrecife; sin embargo, recientemente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) impulsa un proyecto de restauración de arrecifes dañados por embarcaciones (recuadro 4.17).

RECUADRO 4.17 REHABILITACIÓN DE LOS ARRECIFES EN ISLA MUJERES Y CANCÚN, QUINTANA ROO.
ATENCIÓN A LOS DAÑOS PRODUCIDOS POR ENCALLAMIENTOS Y HURACANES

Jaime González Cano • Juan Carlos Huitrón Baca • Roberto Ibarra Navarro • Alejandro Vega Zepeda

El Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc se ubica en la porción norte de la región geográfica del Caribe. La región está expuesta tanto al tránsito de todo tipo de embarcaciones (por su vocación turística) como al paso de los huracanes (por sus condiciones climatológicas). Localizado en el litoral de Isla Mujeres y Cancún, el Parque Nacional tiene la mayor afluencia de visitantes de todas las áreas marinas protegidas de México.

Desde su decreto, en 1996, los arrecifes coralinos de este parque han sido afectados por encallamientos cuyos daños han variado de acuerdo con el tamaño de las embarcaciones y las características de los sitios dañados (cuadro 1). Además, el número de huracanes con trayectorias cercanas a la porción norte de Quintana Roo se ha incrementado en los últimos años (cuadro 2). Los daños producidos por estos fenómenos hidrometeorológicos han sido muy severos en ciertos parches arrecifales, como los ocurridos en “Manchones” en Isla Mujeres y “Chitales” en Punta Cancún (cuadro 2). Además de los encallamientos y huracanes existen otras fuentes de

perturbación como la contaminación del agua, la sobrepesca y la sedimentación (Precht 2006).

El trasplante o fijación de corales se ha propuesto como una metodología viable para acelerar el proceso de recuperación de un arrecife dañado o degradado (Miller *et al.* 1993; Rinkevich 1995; Bruckner y Bruckner 2001). Con esta base, desde 2001 el personal de la Conanp realiza acciones para rehabilitar zonas de arrecifes afectadas. Las actividades consisten en la remoción de basura, el rescate de las colonias de coral con posibilidad de supervivencia y facilitar su fijación natural en el fondo marino.

En 1998 se comenzó a experimentar con materiales y técnicas para sujetar las piezas rotas de corales escleractinios, tres meses después se había obtenido una supervivencia de 90%. En 2004 y 2005, en atención a los cuantiosos daños producidos por los huracanes Iván y Wilma (cuadro 2), se desarrollaron proyectos a mayor escala. Para realizar el rescate de las colonias y la fijación de los fragmentos de coral fue necesaria la participación de buzos profesionales y empresas

Cuadro 1 Encallamientos dentro del Parque Nacional desde 1996 (año de decreto del parque)

| Fecha | Sitio | Embarcación | Daño causado |
|----------|---------------------------------|------------------------|---|
| 14/9/96 | Punta Nizuc | Guía | 3 m ² |
| 27/2/97 | Punta Nizuc | Crisis | 300 m ² |
| 6/9/97 | El Bajito (Punta Nizuc) | Reef Express III | 560 m ² |
| 2/10/97 | El Bajito (Punta Nizuc) | Scuba III Mr.Tom | 840 m ² |
| 17/12/97 | Cuevones (Punta Cancún) | Leeward | 500 m ² |
| 28/12/97 | Chitales (Punta Cancún) | Mr. Boss (hundimiento) | No hubo daño al arrecife |
| 31/12/97 | Chitales (Punta Cancún) | Mr. Boss (salvataje) | 2000 m ² |
| 8/5/99 | La Cadenita (Isla Mujeres) | Jorge Fernando | 300 m ² |
| 12/10/99 | Punta Cancún | Mayan Princess | 4 m ² |
| 5/3/00 | Segunda Barrera (Nizuc) | Poopah | 20 m ² |
| 9/5/00 | Cuevas de Afuera (Punta Cancún) | Kommandor Jack | 150 m ² |
| 12/3/02 | El Túnel (Punta Cancún) | Miss Chloe | Corales fracturados y daños a su tejido, desprendimiento de algunos corales blandos |
| 20/9/02 | Manchones Grande | Sin identificar | Dos áreas afectadas de 123 y 271 m ² |
| 2/2/04 | Bajo rocoso (Punta Cancún) | Tempest Fugit | 151 m ² |
| 19/3/04 | Primera Barrera (Nizuc) | Sodemieter | 10.5 m ² |

Cuadro 2 Daños causados por huracanes dentro del Parque Nacional

| Huracán | Año | Unidad arrecifal | Daño registrado |
|---------|------|----------------------|-----------------------------------|
| Isidore | 2002 | Manchones Grande | 250 colonias coralinas afectadas |
| Iván | 2004 | Manchones y Chitales | 23% de colonias coralinas dañadas |
| Emily | 2004 | Manchones Grande | Afectación mínima no cuantificada |
| Wilma | 2005 | Manchones y Chitales | 43% de colonias coralinas dañadas |

de embarcaciones con tripulación numerosa. Los resultados de estas actividades, a mediados de 2005, mostraron una supervivencia de 96% de los fragmentos de coral cuerno de alce.

La técnica utilizada para el trasplante y fijación de fragmentos de corales escleractinios, principalmente con

colonias del género *Acropora*, demostró que es un método viable para incrementar la posibilidad de que sobrevivan los fragmentos después de un evento destructivo, lo que a su vez favorece la recuperación de la unidad arrecifal. Actualmente la Conanp trabaja en el monitoreo de los sitios rehabilitados para evaluar la efectividad de las acciones.

4.19 LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL COMO PRIORIDAD NACIONAL

La restauración ambiental debe constituirse en una prioridad en la agenda nacional, con la participación de los diferentes sectores involucrados.

Las acciones de restauración durante el siglo xx y principios del XXI han cambiado de manera considerable, como se ha expuesto a lo largo de este capítulo. Aunque hay avances, todavía falta continuidad y un planteamiento integral y sistémico de largo plazo, y este tema no ha sido parte de las prioridades en la agenda nacional.

En México no ha existido una política de restauración ambiental sino acciones aisladas, primero de mitigación, después de mitigación y compensación y, recientemente, ambas acompañadas de algunos programas de prevención y recuperación en algunos espacios específicos. El contexto histórico en que surgió cada vertiente respondió a los procesos de disfunción ambiental más agobiantes para la sociedad, sobre todo los que limitaban los procesos de desarrollo económico del país. Esto en parte explica que los mayores esfuerzos se hicieran en la forestación y reforestación, en menor medida en la conservación y recuperación de suelos, y de manera muy marginal en los ecosistemas acuáticos.

Aunque en los últimos 12 años se logró incorporar una visión más amplia de la restauración en las políticas públicas, las acciones aún no han logrado responder al reto que significa consolidar una política de restauración ambiental que vincule la atención de la pérdida de la biodi-

versidad y de las funciones ambientales de los ecosistemas con los aspectos socioeconómicos y culturales que definen no solo los factores de disturbio y el nivel de degradación, sino también el camino más adecuado.

A pesar de que en la última década se pretendió priorizar la aplicación de acciones por regiones en las cuencas hidrográficas del país, desafortunadamente la planeación no ha logrado concretarse en los hechos de manera significativa. Esto refleja la ausencia de una visión de paisaje y de continuidad que dé cabida a una variedad de actividades de restauración en concordancia con las necesidades propias de un territorio y las características ambientales que definen los procesos ecosistémicos; en consecuencia, estos proyectos se realizan de forma aislada y dispersa, lo que disminuye su efectividad.

Adicionalmente, la falta de una visión holística del quehacer de la restauración ambiental y de comprensión sobre la variedad de estrategias que pueden incorporarse en la recuperación y mantenimiento de las funciones y servicios ambientales de los ecosistemas ha retroalimentado la debilidad de la legislación con respecto a este tema. Si bien hoy día la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General de Vida Silvestre en diferentes secciones e instrumentos aluden a la restauración, todavía se carece de un capítulo actualizado y específico, y su respectivo reglamento, que defina e integre a los actores, los criterios y la multiplicidad de acciones que se pueden o deben instrumentar con este fin.

De los estudios de caso reseñados se desprende que los mejores resultados se obtienen cuando las acciones de

restauración surgen de las comunidades locales o se trabaja directamente con ellas, y cuando el proceso se acompaña con una base de conocimiento técnico sólido y apropiado para las condiciones ambientales del sistema a restaurar, así como con la inversión de recursos económicos por varios años consecutivos.

Queda claro que la restauración no es un tema que se pueda atender solo por un sector y por una disciplina. La restauración es eminentemente interdisciplinaria y multisectorial. La participación y compromiso de los sectores productivos, sociales y ambientales es indispensable, junto con la información y el conocimiento que generan las disciplinas económicas, sociales y ambientales. Sin embargo, este tema prácticamente está a cargo solo de una institución, la Semarnat, de modo muy marginal de la Sagarpa y en fechas recientes del sector académico, que abre una ventana de oportunidad importante.

La reversión del deterioro de los ecosistemas terrestres y acuáticos, la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de sus servicios ambientales se logrará solo en la medida que se cuente con una política integral, intersectorial, interdisciplinaria y territorial de largo plazo. El reto es que en las políticas públicas se reconozca la restauración ambiental, que en el marco de trabajo incorpore la restauración ecológica y la del capital natural, y que ambas vertientes se adecuen a las idiosincrasias del país y se realicen de manera equilibrada con objetivos y metas concretas, que las acciones se hagan de manera continua y sustentadas en una evaluación rigurosa (ambiental, social y económica), y que se encuentren respaldadas por un marco normativo sólido y específico.

REFERENCIAS

- AGN. 2007. *Archivo General de la Nación, México*. Evolución de las dependencias centralizadas de la administración pública federal a partir de 1821. Disponible en <www.agn.gob.mx>. Consultado en septiembre de 2008.
- Agraz, C.M. 1999. *Reforestación experimental de manglares en ecosistemas lagunares estuarinos de la costa noroccidental de México*. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.
- Aguirre Muñoz, A., E. Ezcurra, E. Enkerlin H., J. Soberón M., L.M. Salas F. et al. 2005a. La construcción social de la conservación y el desarrollo sustentable de Isla Guadalupe, en K. Santos del Prado y E. Peters (comps.), *Isla Guadalupe. Restauración y conservación*. INE, Semarnat-CICESE-GECI-Semar, México, pp. 239-254.
- Aguirre Muñoz, A., J. Maytorena L., B. Keitt, B. Tershy, M. Rodríguez et al. 2005b. Cartografía base para la conservación de Isla Guadalupe: avances, perspectivas y necesidades, en K. Santos del Prado y E. Peters (comps.), *Isla Guadalupe. Restauración y conservación*. INE, Semarnat-CICESE-GECI-Semar, México, pp. 19-25.
- Alducin Chávez, G.D. 2003. *Evaluación de la recuperación de especies de aves en minas en procesos de rehabilitación y zona de amortiguamiento del cerro Buenavista, Ixtaczoquitlán, Veracruz*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Orizaba.
- Álvarez-Icaza, P., G. Cervera, C. Garibay, P. Gutiérrez y F. Rosete. 1994. *Los umbrales del deterioro. Programa de aprovechamiento integral de recursos naturales*. Fundación Friedrich Hebert-Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Álvarez-Jasso, M. 2004. *La introducción de peces ornamentales en México a través de las importaciones durante el año 2001 y su ordenamiento*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Anta, S. (ed.). 1992. *Manejo de recursos naturales en la Chinantla. Programa de aprovechamiento integral de recursos naturales*. Fundación Friedrich Hebert-Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Aranguren, A. 1994. *Caracterización de los bosques tropicales caducifolios y del aprovechamiento de sus recursos por comunidades nahuas de La Montaña de Guerrero*. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Arias, T. 1993. *Manejo y consumo de leña en un municipio rural de subsistencia: Alcozauca, Guerrero*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Armson, K., y V. Sadreika. 1979. *Forest tree nursery, soil management and related practices*. Ontario Ministry of Natural Resources, Toronto.
- Aronson, J., D. Renison, J. Rangel-Ch., S. Levy-Tacher, C. Ovalle et al. 2007. Restauración del capital natural: sin reservas no hay bienes ni servicios. *Ecosistemas* 16: 15-24.
- Arriaga, V. 1991. *Fenología de 12 especies de "La Montaña" de Guerrero. Elementos para su manejo en una comunidad campesina, México*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. *Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas*. INE, Sedesol-Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Arriaga, V., y V. Cervantes. 1995. *Informe anual del área de reforestación productiva. Proyecto de reordenamiento productivo comunitario en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán, Gro. (Región Montaña)*. PAIR, UNAM-Fundación Rockefeller, México.
- ARS-USDA. 2008. *United States Department of Agriculture. Agricultural Research Services. Taxonomía de plantas en*

- GRIN. Disponible en <www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxgenform.pl?language=es>. Consultado en septiembre de 2008.
- Bartley, D.M. 2000. Responsible ornamental fisheries. *FAO Aquaculture Newsletter* **24**: 10-14.
- Beltrán, E. 1964. *La batalla forestal, lo hecho, lo no hecho, lo por hacer*. Cultura, México.
- Benítez-Pardo, D. 2003. *Creación de áreas de manglar en islas de dragado como apoyo potencial a las pesquerías en la bahía de Navachiste, Sinaloa, México*. Universidad Autónoma de Sinaloa-Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, Mazatlán.
- Benítez-Pardo, D. 2007. *Forestación artificial con mangles en isletas de dragados en una región semiárida de México*. Tesis de doctorado, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz.
- Berger, J.J. 1990. Introduction, en J. J. Berger (ed.), *Environmental restoration. Science and strategies for restoring the earth*. Island Press, California, pp. xv-xxiv.
- Betzanos, A. 1974. *La Región Mixteca-Tlapaneca: análisis socioeconómico y bases para su desarrollo*. Tesis de licenciatura, Facultad de Economía, UNAM, México.
- Blignaut, J., y J. Aronson. 2008. Getting serious about maintaining biodiversity. *Conservation Letters* **1**: 12-17.
- Bonfil, C. 1998. The effects of seed size, cotyledon reserves, and herbivory on seedling survival and growth in *Quercus rugosa* and *Q. laurina* (Fagaceae). *American Journal of Botany* **85**: 79-87.
- Brañes, R. 2000. *Manual de derecho ambiental mexicano*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Bruckner, A.W., y R.J. Bruckner. 2001. Condition of restored *Acropora palmata* fragments off Mona Island Puerto Rico, 2 years after the Fortuna Reefer ship grounding. *Coral Reefs* **20**: 235-243.
- Budowski, G. 2002. *Development of forest restoration in Tropical America*. International Expert Meeting of Forest Landscape Restoration, Heredia, Costa Rica.
- Carabias, J., C. Toledo y J. Caballero. 1990. Aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables en la región de La Montaña de Guerrero, en E. Leff, J. Carabias y A. Batis (coords.), *Recursos naturales, técnica y cultura. Estudios y experiencias para un desarrollo alternativo*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades (CIHH), UNAM-PNUMA-Sedue, México, pp. 167-184.
- Carabias, J., E. Provencio y C. Toledo. 1994. *Manejo de recursos naturales y pobreza rural*. UNAM-Fondo de Cultura Económica, México.
- Carmona-Díaz, G., E. Morales-Mávil y E. Rodríguez-Luna. 2004. Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *Maderas y Bosques* núm. especial **2**: 5-23.
- Casas, A., J.L. Viveros, E. Katz y J. Caballero. 1987. Las plantas en la alimentación mixteca: una aproximación etnobotánica. *América Indígena* **47**: 318-343.
- Cecaf. 1993. *Programa de reforestación*. Centro de Capacitación Agropecuaria y Forestal, A.C.-Cementos Apasco, México.
- Cecaf. 1994. *Programa de restauración (cantera y bancos de barro) y reforestación*. Centro de Capacitación Agropecuaria y Forestal, A.C.-Cementos Apasco, México.
- Cedeño, H., y D. Pérez-Salicip. 2005. La legislación forestal y su efecto en la restauración en México, en O. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Uitzil, E. Vega, G. Portales *et al.* (eds.), *Temas sobre restauración ecológica*. INE, Semarnat-U.S. Fish & Wildlife Service-Unidos para la Conservación, A.C., México, pp. 87-99.
- Cervantes, V. 1995. *El programa nacional de reforestación: avances, limitantes y perspectivas*, XIII Congreso Mexicano de Botánica, Cuernavaca, 5-11 de noviembre de 1995.
- Cervantes, V. 1996. *La reforestación en La Montaña de Guerrero: una estrategia alternativa con leguminosas nativas*. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Cervantes, V. 2005. *Un enfoque interdisciplinario para la restauración ambiental: estudio de caso de una comunidad nahua del sur de México*. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Cervantes, V., V. Arriaga y J. Carabias. 1996a. La problemática socioambiental e institucional de la reforestación en la región de La Montaña, Guerrero, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **59**: 67-87.
- Cervantes, V., J. Carabias y C. Vázquez-Yanes. 1996b. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern México. *Forest Ecology and Management* **82**: 171-184.
- Cervantes, V., V. Arriaga, J. Meave y J. Carabias. 1998. Growth analysis of nine multipurpose woody legumes native from southern Mexico. *Forest Ecology and Management* **110**: 329-341.
- Cervantes, V., M. López, N. Salas y G. Hernández. 2001. *Técnicas para propagar especies nativas de selva baja caducifolia y criterios para establecer áreas de reforestación*. Las Prensas de Ciencias-UNAM-Pronare-Semarnap, México.
- Cervantes, V., y A.P. de Teresa. 2004. Historia del uso del suelo en la comunidad de San Nicolás Zoyatlán, Guerrero. *Alteridades* **14**: 57-87.
- Cervantes, V., J.E. Gama-Castro, G. Hernández-Cárdenas y J. Meave del Castillo. 2005. The land classification system of the San Nicolás Zoyatlán (S Mexico) nahuatl indigenous community: A basis for a suitable parametric soil use proposal. *Human Ecology Review* **12**: 44-59.
- CNA. 2006. *Estadísticas del agua en México 2006*. Comisión Nacional del Agua, México.
- CONABIO. 2004. *Programa de restauración y compensación*

- ambiental*. Disponible en <www.conabio.gob.mx/institucion/restauracion/doctos/restauracion.html>. Consultado en septiembre de 2008.
- Conade. 1988. *Informe general de ecología*. Comisión Nacional de Ecología, México.
- Conade. 1992. *Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1989-1990*. Comisión Nacional de Ecología, México.
- Conafor. 2006. *Desarrollo forestal sustentable en México. Avances 2001-2006*, Comisión Nacional Forestal, Zapopan, México.
- Conafor. 2008a. *Programa Institucional 2007-2012*. Comisión Nacional Forestal, Zapopan, México.
- Conafor. 2008b. *Comisión Nacional Forestal*. Disponible en <www.conafor.gob.mx>. Consultado en agosto de 2008.
- Contreras, E., y O. Castañeda. 2004. La biodiversidad de las lagunas costeras. *Ciencias* 76:46-56.
- Contreras-Balderas, S. 2000. Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions, en R. Claudi y J. H. Leach (eds.), *Nonindigenous freshwater organisms. Vectors, biology, and impacts*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, pp. 33-54.
- Contreras-Balderas, S., y M.A. Escalante. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico, en W.R. Courtenay, Jr., y J.R. Stauffer, Jr. (eds.), *Distribution, biology, and management of exotic fishes*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 102-129.
- Coplamar. 1978. *Región Montaña de Guerrero. Programas integrados zona mixteca*. Vol. 21, Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados, México.
- Cordero, G., y R. Ramírez. 2002. *Ficha técnica para la operación de la unidad de policultivo Don Pilo*. Tesis profesional, Conalep, Plantel Zarco, México.
- Cotler, H., E. Sotelo, J. Domínguez, M. Zorrilla, S. Cortina et al. 2007. La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta Ecológica*, 83, México. Disponible en <www.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/522/conservacion.html>.
- Courtenay W.R., Jr., 1995. The case for caution with fish introductions, en H.L. Schramm y R.G. Piper (coords.), *Uses and effects of cultured fishes in aquatic ecosystems*. American Fisheries Society Symposium 15, American Fisheries Society, Bethesda, pp. 413-424.
- Courtenay, W.R., Jr., y J.D. Williams. 1992. Dispersal of exotic species from aquaculture sources, with emphasis on freshwater fishes, en A. Rosenfield y R. Mann (eds.), *Dispersal of living organisms into aquatic ecosystems*. Maryland Sea Grant College, College Park, pp. 49-81.
- Cruickshank, G. 1994. *Proyecto Lago de Texcoco. Rescate Hidroecológico*. CNA-SMISA, A.C., México.
- Dawes, J. 1998. International experience in ornamental marine species management. Part 1: Perspectives. *Ornamental Fish International Journal* 26:1-5.
- De la Lanza-Espino, G. 2004. Gran escenario de la zona costera y oceánica de México. *Ciencias* 76:4-13.
- De la Maza, J., y R. de la Maza. 2005. *Historia de las áreas naturales protegidas de México*. Programa Agua, Medio Ambiente y Sociedad (PAMAS), El Colegio de México, México.
- Delgado-Argote, L.A., J. García-Abdeslem y R. Mendoza-Borunda. 1993. Correlación geológica entre la batimetría y los rasgos estructurales del Oriente de la Isla Guadalupe, en L.A. Delgado-Argote y A. Martín-Barajas (eds.), *Contribuciones a la tectónica de México*, monografía num.1. Unión Geofísica Mexicana, México, pp. 1-11.
- De Quevedo, M.A. 1933. Informe sobre parques nacionales y reservas forestales del Valle de México. *México Forestal* 11:1-6.
- De Quevedo, M.A. 1942. Los jardines, parques y arboledas de México. *México Forestal* 20:35-41.
- Díaz, F.J. 1994. *Estudio de la recuperación de la vegetación y la fertilidad del suelo en terrenos sujetos al sistema de producción agrícola Tlacolole en el municipio de Alcozauca, Guerrero*. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- DOF. 1938. Decreto que declara Parque Nacional "Cañón de Río Blanco" los terrenos de Orizaba, Ver., que el mismo limita. *Diario Oficial de la Federación*, 22 de marzo de 1938.
- DOF. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, 16 de mayo de 1994.
- DOF. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de marzo de 2002.
- Durán, R., M. González y R. Orellana. 1997. *Manual de propagación de plantas nativas de la Península de Yucatán*, vol. I. CICY-PNUD, Mérida.
- Durán, R., A. Dorantes, P. Simá y M. Méndez. 2000. *Manual de propagación de plantas nativas de la Península de Yucatán*, vol. II. CICY-PNUD, Mérida.
- Enríquez, E. 1993. El programa de conservación del suelo y agua de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en J. Ruiz (ed.), *Manejo y conservación del suelo y agua*. Primera Reunión anual Nacional, 12-15 de agosto de 1992, Montecillo, Estado de México, pp. 1-15.
- Estrada, J. 1990. La desertificación en el oriente del Valle de México, en J. González y J.A. Castellanos (eds.), *Investigaciones del oriente del Valle de México*. Universidad Autónoma Chapingo, México, pp. 209-221.
- Ezcurra, E., A. Aguirre-Muñoz, L.M. Salas-Flores, K. Santos

- del Prado, C. García-Gutiérrez *et al.* 2005. Plan de erradicación de especies introducidas en Isla Guadalupe, en K. Santos del Prado y E. Peters (comps.), *Isla Guadalupe. Restauración y conservación*. INE-Semarnat-CICESE-GECEI-Semarnat, México, pp. 263-277.
- Ferreira, H. 2000. Antecedentes y perspectivas de la política regional nacional en México, en S. Rodríguez, M. Camarena y J. Serrano (coords.), *El desarrollo regional en México. Antecedentes y perspectivas*. UAQ-AMACIDER-IIES-UNAM, México, pp. 353-387.
- Flores, F. 1990. *Análisis de las terrazas en La Montaña de Guerrero, desde un punto de vista técnico, económico y social*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Flores, F., P. Moreno, C. Agraz, H. López, D. Benítez *et al.* 2007. La topografía y el hidroperiodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80 (suppl.):33-47.
- Flores, G., J. Jiménez, X. Madrigal, F. Moncayo y F. Takaki. 1971. *Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana*. Dirección de Agrología, SRH, México.
- Flores, H., y R. Lindig. 2005. La lista de nombres vulgares y botánicos de árboles y arbustos propicios para repoblar los bosques de la República de Fernando Altamirano y José Ramírez a más de 110 años de su publicación. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76: 11-35.
- Gama-Castro, J.E. 1985. *Taxonomía de suelos*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen-García (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Offset Larios, México.
- Goldburg, R.J., M.S. Elliott y R.L. Taylor. 2001. *Marine aquaculture in the United States: Environmental impacts and policy options*. Pew Oceans Commission, Arlington, EUA.
- González, C. 1996. *Cambios de uso de suelo y deterioro ambiental en comunidades campesinas en la región de La Montaña de Guerrero, México*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- González, M.H. 1981. *Estudio sobre recursos naturales de Isla Guadalupe, Baja California Norte, México*. Reporte técnico elaborado para la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México.
- Hastings, J.R., y R.R. Humphrey. 1969. *Climatological data and statistics for Baja California*. University of Arizona, Institute of Atmospheric Physics, Technical Reports on the Meteorology and Climatology of Arid Regions, no. 14, Tucson.
- Hernández-Apolinar, M. 1997. *Crecimiento y reproducción de Vanilla planifolia (Orchidaceae) en Usila, Oaxaca*. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Hernández-Cruz, E., S. Palacios Mayorga, J.E. Gama-Castro y V. Cervantes (comps). 2001. *Effect of native tree legumes on soil restoration under agroforestry systems in the South of Mexico*, International Symposium on Silvopastoral Systems and Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. Disponible en <<http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6109e/x6109e00.htm>>.
- Hewitt, C. 1978. *La modernización de la agricultura mexicana, 1940-1970*. Siglo XXI, México.
- Hill, J.E., y P.E. Yanong. 2002. Freshwater Ornamental Fish Commonly Cultured in Florida. *Institute of Food and Agricultural Sciences* 54: 1-6.
- Hopkins, C.C.E. 2001. *A review of introductions and transfers of alien marine species in the North Sea area*. Norwegian Ministry of the Environment, Copenhagen.
- Hubbs, C.L., y J.R. Jehl, Jr. 1976. Remains of Pleistocene birds from Isla de Guadalupe. *Condor* 78: 421-422.
- Huanqui-Canto, G. 2002. *El comercio mundial de peces ornamentales*. Prompex, Lima.
- INEGI. 2001. *Censos económicos 1999. Resultados definitivos*, INEGI, México.
- Informe Presidencial. 1976. *Luis Echeverría Álvarez. Seis Informes de Gobierno*. Secretaría de la Presidencia, Dirección General de Documentación e Informe Presidencial, México.
- Informe Presidencial. 1982. *Sexto informe de gobierno que rinde al H. Congreso de la Unión José López Portillo Presidente Constitucional*. Sector Gobierno, México.
- INIF. 1981. *Los campos experimentales forestales*. Ciencia Forestal vol. I, núm. 3, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH, México.
- Jaquish, B. 1997. Abasto y manejo de semillas a partir de la recolección en rodales naturales, áreas de producción y huertos semilleros, en J. Vargas, B. Bermejo y T. Ledig (eds.), *Manejo de recursos genéticos forestales*. USDA Forest Service-FAO-Semarnap, México, pp. 89-106.
- Jordan III, W., M. Gilpin y J. Aber (eds.). 1989. *Restoration ecology. A synthetic approach to ecological research*. Cambridge University Press, Nueva York.
- Jordan III, W.R. 2000. Restoration, community, and wilderness, en P. H. Gobster y R.B. Hull (eds.), *Restoring nature. Perspectives from the social science and humanities*. Island Press, Washington, D.C., pp. 23-36.
- Juárez, L.B., y V.S. Gutiérrez. 1997. *Proyecto de restauración 1997 en Cantera Cuatlapán*. Cementos Apasco, México.
- Landa, R. 1989. *Análisis de la vegetación para determinar el efecto de reforestación en una selva baja caducifolia*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Landa, R. 1992. *Evaluación regional del deterioro ambiental en La Montaña de Guerrero*. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Landa, R., J. Meave y J. Carabias. 1997. Environmental deterioration in rural Mexico: An examination of the concept. *Ecological Applications* 7: 316-329.
- Lassuy, D.R. 2002. *Introduced Species as a factor in extinction*

- and endangerment of native fish species*, Workshop: Management, implications and co-occurring native and introduced fishes proceedings, Portland, pp.27-28.
- Ledig, F.T. 1997. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales, en J. Vargas, B. Bermejo y T. Ledig (eds.), *Manejo de recursos genéticos forestales*. USDA Forest Service-FAO-Semarnap, México, pp. 1-21.
- Leff, E., J. Carabias y A. Batis (eds.). 1990. *Recursos naturales, técnica y cultura. Estudios y experiencias para un desarrollo alternativo*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades (CIIH), UNAM-PNUMA-Sedue, México.
- León de la Luz, J.L., J.P. Rebman y T. Oberbauer. 2003. On the urgency of conservation on Guadalupe Island, Mexico: is it a lost paradise? *Biodiversity and Conservation* **12**: 1073-1082.
- Light, A. 2002. Ecological restoration and the culture of nature: A pragmatic perspective, en P. H. Gobster y R. B. Hull (eds.), *Restoring nature. Perspectives from the social science and humanities*. Island Press, Washington, D.C., pp. 49-70.
- Linding, R., y C. Vázquez-Yanes. 1997. El estado del arte. Los ailes en la restauración ecológica. *Ciencia* **2**: 31-40.
- López, G.M. 1999. *Germinación de semillas de especies de leguminosas silvestres (Dhiphysa occidentalis Rose, Eysenhardtia polystachya Ortega Sarg., Lysiloma tergemina Benth y Mimosa benthami Macbride) de la región de La Montaña del estado de Guerrero*. Tesis de licenciatura, Escuela de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo.
- López-Portillo, J., y E. Ezcurra. 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques* núm. especial:27-51.
- Luna Mendoza, L.M., D.C. Barton, K.E. Lindquist y R.W. Henry III. 2005. Historia de la avifauna anidante de Isla Guadalupe y las oportunidades de conservación, en K. Santos del Prado y E. Peters (comps.), *Isla Guadalupe. Restauración y conservación*. INE-Semarnat-CICESE-GECI-Semar, México, pp. 115-133.
- Márquez, H.R. 1999. *Regeneración de la vegetación en distintos ensayos de restauración de minas roca caliza a cielo abierto en una industria cementera, Ixtaczoquitlán, Veracruz*. Tesis de maestría, Instituto de Ecología A.C., Xalapa.
- Martínez, L. 1991. Las áreas verdes de la Ciudad de México, en I. López-Moreno (ed.), *El arbolado urbano de la zona metropolitana de la ciudad de México*. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México, pp. 280-357.
- Martínez, L. y A. Chacalo. 1994. *Los árboles de la Ciudad de México*. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México.
- Martínez-Madrid, L. 1992. *Levantamiento ecofisiográfico de la comunidad de Zoyatlán de Juárez, Guerrero*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Martínez-Ménez, M. 1999. Programas nacionales de conservación de suelos: análisis retrospectivo, en C. Siebe, H. Rodarte, G. Toledo, J. Etchevers y K. Oleschko (eds.), *Conservación y restauración de suelos*. UNAM-PNUMA-Semarnap, México, pp. 407-426.
- Martínez-Ovando, E. 2002. *Crecimiento en vivero de cuatro especies nativas de bosque tropical caducifolio del estado de Guerrero, México*. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Mayer, A. 1942. La silvicultura en la República Mexicana. *México Forestal* **20**: 53-60.
- Melling, A.E. 1985. *Situación actual de la vegetación de Isla Guadalupe, B.C., México*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada.
- Merino, L. 2001. Las políticas forestales y de conservación y sus impactos sobre las comunidades forestales. *Estudios Agrarios* **18**: 75-115.
- Miller, S.L., G.B. Mc Fall y A.W. Hulbert. 1993. *Guidelines and recommendations for coral reef restorations in the Florida Keys National Marine Sanctuary*, Workshop Report. National Undersea Research Center, University of North Carolina, Wilmington.
- 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.
- Missouri Botanical Garden. 2008. *Trópicos*, en <www.tropicos.org>. Consultado en septiembre de 2008.
- MIT Sea Grant. 2002. *Exotic species an ecological roulette with nature*. Coastal Resources Fact Sheet. Disponible en <www.massbay.mit.edu/resources/pdf/factsheet.pdf>.
- Moncayo, F. 1979. *Relación de algunas cosas de los montes de México. Un ensayo histórico del asunto forestal*. Serie Premio Nacional Forestal núm. 2, SARH, México.
- Montañez, C., y A. Warman. 1985. *Los productores de maíz en México: restricciones y alternativas*. Centro de Ecodesarrollo, México.
- Moran, R. 1996. *The flora of Guadalupe Island, Mexico*. Memoirs of the California Academy of Sciences 19, California Academy of Sciences, San Francisco.
- Moreno, G.S., y L.B. Juárez. 2004. *Estudio técnico justificativo, cambio de utilización de terreno forestal a minero, proyecto ampliación cantera. Holcim Apasco planta de Cemento Orizaba*. Cementos Apasco, México.
- Múgica, J. 1994. *Diagnóstico ecológico de la comunidad de San Felipe Usila, Oaxaca*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Mur, P. 1996. *Caracterización del deterioro ambiental en comunidades rurales en la región de La Montaña de Guerrero, México*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Niembro, A. 1986. *Árboles y arbustos útiles de México*. Universidad Autónoma Chapingo-Limusa, México.
- Obregón, R. 1989. *Contribución al estudio del sistema de producción agrícola "Tlacolole" en el municipio de Alcozauca,*

- Gro. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Orozco-Segovia, A., y C. Vázquez-Yanes. 1993. *Especies invasoras: su impacto sobre las comunidades bióticas*. Serie Cuadernos de Conservación núm. 2, Pronatura, México.
- Ortiz, M., M. Anaya y J. Estrada. 1994. *Evaluación, cartografía y políticas preventivas de la degradación de la tierra*. Colegio de Posgraduados-UACH-Comisión Nacional de las Zonas Áridas (Conaza), México.
- Palacios Lara, E.D. 2003. *Monitoreo de la restauración ecológica en una mina de roca caliza utilizando como bioindicadores a las hormigas del suelo*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Orizaba.
- Parra, M., M. Perales y E. Hernández-X. 1982. Desarrollo histórico del concepto de región y su aplicación en México. *Revista de Geografía Agrícola* 2:7-31.
- Pilsbry, H.A. 1927. Expedition to Guadalupe islands, Mexico in 1922. Land and freshwater mollusks. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 4: 159-203.
- Precht, W.F. (ed.) 2006. *Coral reef restoration handbook*. Taylor & Francis, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Pronare. 1995. *Día mundial del árbol*. Coordinación de Comunicación del Programa Solidaridad, México.
- Pronare. 2000. *Metodología para la evaluación técnica de la reforestación. Serie manuales técnicos*. Programa Nacional de Reforestación-Semarnap, México.
- Pronare-Sedesol. 1995. *Programa nacional de reforestación 1995-2000*. Sedesol-Sedena-Semarnap-Sagar, México.
- Ramírez-Martínez, C. 2005. *Situación actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato de agua dulce en México*, en Memorias del XVIII Congreso Nacional de Zoología, Monterrey.
- Ramírez-Martínez, C., y R. Mendoza. 2005. *La producción y comercialización de peces de ornato de agua, como vector de introducción de especies acuáticas invasivas en México*, en Memorias del 37° Symposium del Desert Fishes Council, 16-20 de noviembre de 2005, Cuatrociénegas, México.
- Rello, F. 1986. *El campo en la encrucijada nacional*. SEP, México.
- Rendón, C.H. 1995. *Aislamiento y determinación de géneros endomicorrízicos de diez leguminosas silvestres, nativas de la región de La Montaña de Guerrero, México*. Tesis de licenciatura, Escuela de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo.
- Reyes, M.A., y C. Tovilla. 2002. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la costa de Chiapas. *Maderas y Bosques* núm. especial:103-104.
- Rinkevich, B. 1995. Restoration strategies for coral reefs damaged by recreational activities: The use of sexual and asexual recruits. *Restoration Ecology* 3:241-251.
- Rodiles, R. 1991. *La acuacultura en la región de La Montaña de Guerrero*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Rodríguez, A.M. 1998. *Evaluación y diagnóstico de la macrofauna y la mesofauna edáfica de los suelos restaurados por industrias Apasco en el cerro Buenavista, Ver.* Tesis de maestría, Instituto de Ecología A.C., Xalapa.
- SAF. 1919. *Boletín extraordinario de la Secretaría de Agricultura y Fomento*, 31 de diciembre de 1918. Poder Ejecutivo Federal, Dirección de Talleres Gráficos, México.
- SAF. 1927. *Memoria de la Secretaría de Agricultura y Fomento*, 1 de agosto de 1924 a 31 de julio de 1925. Imprenta de la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, México, pp. 1-32.
- SAF. 1929. *Informe del C. Presidente de la República. Agricultura y Fomento*, 1 de septiembre de 1929. Editorial Cultura, México, pp. 1-36.
- SAF. 1933. *Memoria de la Secretaría de Agricultura y Fomento. Secretaría de Estado*, agosto de 1932 al 31 de julio de 1933. Poder Ejecutivo Federal, México.
- SAF. 1940a. *Memoria de los trabajos ejecutados por las Direcciones de Agricultura y Ganadería e Instituto Biotécnico (1935 a mayo de 1940)*, tomos I y II, Poder Ejecutivo Federal, México.
- SAF. 1940b. *Memoria de labores de la Secretaría de Agricultura y Fomento y la Comisión Nacional de Irrigación*, septiembre de 1939 a agosto de 1940. Poder Ejecutivo Federal, México.
- SAF. 1940c. *Programa de labores de la Secretaría de Agricultura y Fomento*. Poder Ejecutivo Federal, México.
- SAF. 1941. *Informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Fomento*, 1 de septiembre de 1940 al 31 de agosto de 1941. Editorial Cultura, México.
- SAF. 1942. *Informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Fomento*, 1 de septiembre de 1941 al 31 de agosto de 1942. Editorial Cultura, México.
- SAF. 1943. *Informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Fomento*, 1 de septiembre de 1942 al 31 de agosto de 1943. Editorial Cultura, México.
- SAF. 1944. *Informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Fomento*, 1 de septiembre de 1943 al 31 de agosto de 1944. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAF. 1945. *Informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Fomento*, 1 de septiembre de 1944 al 31 de agosto de 1945. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAF. 1946. *Informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Fomento*, 1 de septiembre de 1945 al 31 de agosto de 1946, tomo II. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1947. *Informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1946 al 31 de agosto de 1947. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1948. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1947 al 31 de agosto de 1948. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1949. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de*

- Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1948 al 31 de agosto de 1949. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1950. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1949 al 31 de agosto de 1950. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1951. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1950 al 31 de agosto de 1951. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1952. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1951 al 31 de agosto de 1952. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1953. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1952 al 31 de agosto de 1953. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1954. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1953 al 31 de agosto de 1954. Talleres Gráficos de Nación, México.
- SAG. 1955. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1954 al 31 de agosto de 1955. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1956. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1955 al 31 de agosto de 1956. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1957. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1956 al 31 de agosto de 1957. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1958. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1957 al 31 de agosto de 1958. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1960a. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1959 al 31 de agosto de 1960. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1960b. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1958 al 31 de agosto de 1959. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1961. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1960 al 31 de agosto de 1961. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1962. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1961 al 31 de agosto de 1962. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1964a. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1962 al 31 de agosto de 1963. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1964b. *Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1963 al 31 de agosto de 1964. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1965. *Memoria de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1964 al 31 de agosto de 1965. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1966. *Memoria de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1965 al 31 de agosto de 1966. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1967. *Memoria de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1966 al 31 de agosto de 1967. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1968. *Memoria de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1967 al 31 de agosto de 1968. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1969. *Memoria de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1968 al 31 de agosto de 1969. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- SAG. 1970. *Memoria de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería*, 1 de septiembre de 1969 al 31 de agosto de 1970. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- Sagarpa. 2008. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Programas*. Disponible en <www.sagarpa.gob.mx/infhome/programas.htm>. Consultado en septiembre de 2008.
- Salas, N.S. 2003. *Viabilidad y comportamiento germinativo de seis especies de leguminosas de la selva baja caducifolia, en condiciones de almacenamiento controlado*. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México.
- SARH. 1982. *Actividades. Memoria 1977-1982*, SARH, México.
- SARH. 1987. *Guerrero: Programa de Conservación y Desarrollo Forestal 1987-1993*. SARH-Sedue-SRA, México.
- SARH. 1989. *Programa Nacional de Reforestación 1990-1994*, SARH, México.
- SARH. 1994a. *Programas agroforestales 1992-1994*. Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre, Dirección General de Protección Forestal (Informe Interno), SARH, México.
- SARH. 1994b. *Evaluación del Programa de Solidaridad Forestal 1993-1994*. Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre, Dirección General de Protección Forestal (Informe Interno), SARH, México.
- SARH. 1995. *Resumen de actividades del Programa "Solidaridad Forestal" 1993-1995*. Subsecretaría Forestal (Informe Interno), SARH, México.
- Sedesol. 1993. *Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1991-1992*. Secretaría de Desarrollo Social-Instituto Nacional de Ecología, México.
- Sedesol. 1994a. *Solidaridad forestal*. Secretaría de Desarrollo Social-Instituto Nacional de Ecología, México.
- Sedesol. 1994b. *Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1993-1994*. Secretaría de Desarrollo Social-Instituto Nacional de Ecología, México.
- Sedue. 1986. *Informe sobre el estado del medio ambiente en México*. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, México.
- Segob. 1943. Ley Forestal. *Diario Oficial de la Federación*, 17 de marzo de 1943.
- Segob. 1946. Ley de Conservación de Suelo y Agua. *Diario Oficial de la Federación*, 29 de junio de 1946.

- Segob. 1971a. Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental. *Diario Oficial de la Federación*, 23 de marzo de 1971.
- Segob. 1971b. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Reformas a la Ley Forestal. *Diario Oficial de la Federación*, 23 de marzo de 1971.
- Segob. 1982a. Ley Federal de Protección al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación*, 11 de enero de 1982.
- Segob. 1982b. Acuerdo presidencial y secretarial para crear el Comité Planificador de Desmontes del Sector Agropecuario y Forestal. *Diario Oficial de la Federación*, 20 de mayo de 1982.
- Segob. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación*, 28 de enero de 1988.
- Segob. 1996. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación*, 13 de diciembre de 1996.
- Segob. 1998. Decreto por el que se declaran zonas de restauración ecológica diversas superficies afectadas por los incendios forestales de 1998. *Diario Oficial de la Federación*, 23 de septiembre de 1998.
- Segob. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. *Diario Oficial de la Federación*, 25 de febrero de 2003.
- Segob. 2008. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). *Diario Oficial de la Federación*, 16 de mayo de 2008.
- Semarnap. 1997a. *Programa de trabajo 1997*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.
- Semarnap. 1997b. *Reglamento interior*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.
- Semarnap. 1997c. *Ordenamiento ecológico costero de Chiapas*, Informe Técnico. Dirección General de Acuicultura (Semarnap)-Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental (INE), México.
- Semarnap. 1998. *Informe de labores 1997-1998*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.
- Semarnap. 2000a. *La gestión ambiental en México*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.
- Semarnap. 2000b. *La rehabilitación de los sistemas lagunares costeros en México 1992-2000*. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.
- Semarnat. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de marzo de 2002.
- Semarnat. 2006. *La gestión ambiental en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Semarnat. 2008. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Disponible en <www.semarnat.gob.mx>. Consultado en septiembre de 2008.
- SER. 2004a. *Ponencia introductoria de la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica*. Disponible en <www.ser.org>. Consultado en septiembre de 2008.
- SER. 2004b. *Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. The SER international primer on ecological restoration*. Disponible en <www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp>.
- Simonian, L. 1999. *La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto Nacional de Ecología-Semarnap-Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.
- Soto, C., L. Fuentes y A. Coll-Hurtado. 1992. *Geografía agraria de México*. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- SRH. 1949. *Sinopsis del informe de labores de la Secretaría de Recursos Hidráulicos*, 1 de septiembre de 1948 al 31 de agosto de 1949. Poder Ejecutivo Federal, México.
- SRH. 1950. *Sinopsis del informe de labores de la Secretaría de Recursos Hidráulicos*, 1 de septiembre de 1949 al 31 de agosto de 1950. Poder Ejecutivo Federal, México.
- SRH. 1952. *Sinopsis del informe de labores de la Secretaría de Recursos Hidráulicos*, 1 de septiembre de 1951 al 31 de agosto de 1952. Poder Ejecutivo Federal, México.
- Stefan, S. 1996. *Restauración de minas a cielo abierto bajo condiciones del trópico húmedo*. Trabajo de Diplomado, Colegio Suizo de Agricultura, Ginebra.
- Taylor, J.N., W.R.J. Courtenay y J.A. McCann. 1984. Knows impacts of exotic fishes in the continental United States, en W.R. Courtenay, Jr., y J.R. Stauffer, Jr. (eds.), *Distribution, biology, and management of exotic fishes*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp 322-373.
- Thlusty, M. 2002. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. *Aquaculture* **205**:203-219.
- Toledo, C. 1994. *Diagnóstico ecogeográfico y ordenamiento ambiental del municipio de Alcozauca, Gro. a través de un SIG*. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Tovilla, C., A.V. Román, G.M. Simuta y R.M. Linares. 2004. Recuperación del manglar en la Barra del Río Cahoacán, en la costa de Chiapas. *Madera y Bosques* núm. especial 2: 77-91.
- Urquidí, V. 1994. Economía y medio ambiente, en A. Glender y V. Lichtinger (eds.), *La diplomacia ambiental. México y la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo*. Secretaría de Relaciones Exteriores-Fondo de Cultura Económica, México, pp. 47-69.
- Valdez, J.I. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa Pacífica de México. *Madera y Bosques* núm. especial:129-145.
- Valdez, J.I. 2004. Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. *Madera y Bosques* núm. especial 2004:93-104.
- Van der Wal, H. 1996. Modificaciones de la vegetación y el

- suelo por los chinantecos de Santiago Tlapeusco, Oaxaca, México. *Etnoecológica* 3:37-57.
- Van der Wal, H. 1998. *Chinantec shifting cultivation and secondary vegetation. A case-study on secondary vegetation resulting from indigenous shifting cultivation in the Chinantla, Mexico*. BOS Foundation-Organization for International Forestry Cooperation, Wageningen.
- Van der Wal, H. 1999. *Chinantec shifting cultivation: Interactive landuse. A case-study in the Chinantla, Mexico, on secondary vegetation, soils and crop performance under indigenous shifting cultivation*. Treemail Publishers, Treebook 3, Heelsum, Países Bajos.
- Vargas, A. 1991. *Sobrevivencia y crecimiento de leguminosas utilizadas en la reforestación de selva baja caducifolia en La Montaña de Guerrero*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Vargas, J.M. 2003. Desarrollo de la legislación ambiental en México, en E. Peters, E. Vega, O. Monroy y O. Sánchez (eds.), *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. INE, Semarnat, México, pp. 45-62.
- Vázquez-Yanes, C. 1998. *Trema micrantha* (L.) Blume (Ulmaceae): A promising neotropical tree for site amelioration of deforested land. *Agroforestry Systems* 40:97-104.
- Vázquez-Yanes, C., y V. Cervantes. 1993. Estrategias para la reforestación con árboles nativos de México. *Ciencia y Desarrollo* 14:52-58.
- Vázquez-Yanes, C., y A. Batis. 1996. Adopción de árboles valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 58:75-84.
- Vázquez-Yanes, C., A. Orozco-Segovia, E. Sánchez-Coronado, M. Rojas y V. Cervantes. 1997. *Conservación y propagación de árboles tropicales*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Viveros, J.L., y A. Casas. 1985. *Etnobotánica mixteca: alimentación y subsistencia de La Montaña de Guerrero*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Viveros, J.L., A. Casas y J. Caballero. 1993. Las plantas y la alimentación entre los mixtecos de Guerrero, en E. Leff y J. Carabias (coords.), *Cultura y manejo de recursos naturales no renovables*. CIIH, UNAM-PNUD-Miguel Ángel Porrúa, México, pp. 625-670.
- Warman, A., C. Montañez, E. Camou, J.L. Andrade, E. Peña et al. 1982. *El cultivo del maíz en México: diversidad, limitaciones y alternativas. Seis estudios de caso*. Centro de Ecodesarrollo, México.
- Welcomme, R. 1992. *Pesca fluvial*, Documento Técnico de Pesca núm. 262, FAO, Roma.
- Wong, P. 2000. Desarrollo regional en México: entre la globalización y el centralismo, en S. Rodríguez, M. Camarena y J. Serrano (eds.), *El desarrollo regional en México. Antecedentes y perspectivas*. UAQ-AMACIDER-IIES, UNAM, México, pp. 283-311.