



Participación comunitaria en la restauración ecológica de la laguna Madre, Tamaulipas

Community participation in the ecological restoration of the laguna Madre, Tamaulipas

Mtro. Carlos Zamora-Tovar*, Ing. Jorge Leobardo Jiménez-Pérez, Ing. Américo Cardona-Estrada, Biól. Claudia Elena González-Romo, M.C. Héctor Arturo Garza-Torres, Biól. Gilberto Herrera-Patiño y Dr. Gerardo Sánchez-Ramos, Instituto de Ecología Aplicada, UAT.

* Autor responsable: czamora@uat.edu.mx

RESUMEN

Se sintetizan los resultados de la restauración ecológica efectuada en la porción cuenca de Burgos de la laguna Madre, Tamaulipas. Con el uso de metodologías integradas al paisaje y al desarrollo comunitario, se cumplieron acciones con la participación de los habitantes locales. Para la recuperación y conservación de suelos, se instalaron 87 presas filtrantes, distribuidas en 19 módulos demostrativos para cada sistema de cárcavas, recuperando un promedio de 15 centímetros de suelo por presa. En la reforestación del matorral espinoso tamaulipeco y la estabilización de dunas costeras, se establecieron

plantaciones de 6750 y 5335 individuos, respectivamente. La recreación de áreas de manglar se inició al germinar las semillas de mangle blanco, negro y rojo; luego las plántulas se trasladaron en 20 unidades de propagación. Para el trabajo comunitario se elaboraron tres documentos: un par titulado como "Plan de manejo de los recursos naturales", específicos para dos comunidades; y el tercero "Diagnóstico del potencial ecoturístico del poblado Higuerrillas-Mezquital". El vínculo con la sociedad permitió promover una conciencia ambiental en la población, encauzándolos hacia un mejor manejo de sus recursos naturales. Esta cooperación lo-

cal proporcionó una estrategia metodológica, al incorporar las opiniones y decisiones comunitarias, mismas que, al unirlas con los conceptos ecológicos, propician una nueva forma de ver la ecología. Los logros obtenidos repercutirán positivamente sobre los recursos naturales presentes en más de 6000 hectáreas, aproximadamente.

PALABRAS CLAVE

Restauración ecológica, recuperación y conservación de suelos, reforestación multi-propósito, desarrollo comunitario, cuenca de Burgos.



FIGURA 4

La instalación de presas filtrantes se realizó de forma conjunta con actividades de reforestación. Ejido Gral. Francisco J. Mújica, municipio de San Fernando, Tamaulipas.

ABSTRACT

This summarizes the results of ecological restoration carried out in the Burgos basin portion of the Laguna Madre, Tamaulipas. With the use of integrated approaches to the landscape and community development activities were completed with the participation of the locals. For the recovery and conservation of soil, 87 filtering dams were installed, distributed in 19 demonstration units for each system of gullies, recovering an average of 15 inches of soil per dam. In the Tamaulipas thorn scrub reforestation and stabilization of coastal dunes, plantations were established with 6750 and 5335 individuals, respectively. The recreation of mangrove areas began to germinate seeds of white mangrove, black and red, then seedlings were transplanted into 20 units of propagation. For community work developed three documents: a pair titled "Plan for natural resource management", specific to both

communities and the third "Diagnosis of ecotourism potential of the town-Mezquital Higuierillas." The link allowed society to promote environmental awareness among people, directing them to better manage their natural resources. This local cooperation provided a methodological strategy, incorporating the views and community decisions, same as, when coupled with ecological concepts, foster a new way of looking at ecology. The achievements have a positive impact on the natural resources present in more than 6000 hectares approximately.



FIGURA 1

Panorámica de la laguna Madre, Tamaulipas, porción cuenca de Burgos. La presencia de cárcavas derivadas de la erosión hídrica fue un sistema objetivo de la restauración ecológica.

KEY WORDS

Ecological restoration, recovery and soil conservation, multipurpose reforestation, community development, Burgos Basin.

INTRODUCCIÓN

La situación ambiental del mar y del litoral es una cuestión básica en los procesos globales del planeta. Recientemente, las actividades de restauración ecológica de zonas costeras han

FIGURA 5

Ejemplos de la retención del suelo: a la izquierda por una planta de maguey, y a la derecha se representa el suelo acumulado en una presa filtrante medido en centímetros.



cochado fuerza en todo el mundo y, hoy día, son objeto de un reconocimiento político mayor en múltiples países, al ser considerados como los primeros ecosistemas sujetos a restauración, para así compensar la destrucción y administración deficiente del ambiente (Lindig y Zedler, 2005; Skotte, 1999). Aseveración expuesta por los autores en el sentido de que el ser humano ha provocado a lo largo del tiempo –tanto pasado como actual– cambios drásticos sobre la estructura de los humedales (eutroficación, alteración hidráulica, acidificación y contaminación química, presencia de especies invasoras, desecación y conversión del terreno y sus usos), con afectaciones y hasta pérdida de sus funciones y servicios ambientales, los cuales son muy provechosos para el hombre. Aunado, en parte, porque los humedales costeros son ecosistemas dinámicos, que poseen atributos esenciales para conservar la diversidad biológica y muchos constituyen un patrimonio cultural único. Además, por motivos económicos y políticos al darse autorizaciones para llevar a cabo un proyecto de restauración.

La restauración ecológica combina múltiples conocimientos con la finalidad de restablecer total o parcialmente los ecosistemas deteriorados; de tal forma que se compensen los daños causados por las actividades humanas o bien por causas naturales (SER, 2004). Esta disciplina requiere de la participación de las comunidades locales y de un enfoque multidisciplinario integrado. Consecuentemente, los restauradores poseen nociones en diferentes tópicos, tales como la erosión y desertificación, la sucesión y dinámica de las comunidades vegetales y animales, los flujos de energía y los componentes socioeconómicos que subyacen en los disturbios ambientales; además, son capaces de reconocer el tipo de perturbación a la que se enfrentan; diseñar y llevar a cabo estrategias a largo plazo, que incluyan planes de monitoreo y seguimiento de los indicadores de éxito y mecanismos de participación pública (Hammit y Cole, 1998; SER, 2004).

En México, la restauración ecológica –como área del conocimiento– es reciente y se encuentra en consolidación; es desarrollada por contados investigadores e instituciones, como particularmente se evidencia en el libro *Temas sobre restauración ecológica* (Sánchez *et al.*, 2005), así

como también en el capítulo de libro *Evolución de las políticas públicas de restauración ambiental* (Cervantes *et al.*, 2008), y en el artículo “Las políticas públicas de la restauración ambiental en México: limitantes, avances, rezagos y retos” (Carabias *et al.*, 2007). Si se consideran como base fundamental los avances científicos de la ecología, la restauración ecológica se ha convertido, desde finales de los años 1980, en un argumento metodológico cada vez más consolidado para el manejo de los recursos naturales. Las investigaciones de Aldo Leopold realizadas en 1935 en las praderas de Wisconsin (EE. UU.), constituyen el inicio de la restauración ecológica y, con ello, el surgimiento de tal estudio, en el entendido de que el conocimiento que se aportó establece los fundamentos científicos del restablecimiento integral de los componentes y la funcionalidad del ecosistema (Carabias *et al.*, 2007); aun cuando algunas prácticas, como la reforestación y conservación del suelo, se realizaban desde años atrás.

El estudio de la restauración ecológica como disciplina científica en México surge a partir de las últimas dos décadas del siglo pasado (1980 y 1990). No obstante, Flores y Lindig (2005) manifiestan que trabajos anteriores, como los de Altamirano y Ramírez (1894) y Conzatti (1914), aluden a la importancia de las especies de plantas nativas útiles para la reforestación, evidenciando así los primeros esfuerzos por establecer una lista de especies con potencial para ser utilizadas en proyectos de reforestación. En este sentido, tam-

bién resaltan las contribuciones más recientes de Vázquez *et al.* (1999), Lindig y Vázquez (1997) y Vázquez y Batis (1996).

Al mismo tiempo que resultan las primeras investigaciones mexicanas sobre restauración ecológica, se menciona que el Dr. José Sarukhán Kermez (exrector de la UNAM), quien ha desarrollado una destacada labor de investigación al ser pionero en el análisis ecológico, inició la promoción académica de esta disciplina, contribuyendo considerablemente a la enseñanza y conocimiento de este tema, fundamentándolo como un programa educativo universitario, generándose así un desarrollo institucional de estructuras, normatividades, líneas y metodologías (Piñero, 2007). Entre sus publicaciones más citadas al respecto destacan: Pennington y Sarukhán, 1998; Maass *et al.*, 1998; Carabias *et al.*, 2006.

Actualmente la restauración ecológica ha comenzando a tener una mayor aplicación en la compensación de daños ambientales y en el cumplimiento de la regulación de las políticas públicas sobre el medio ambiente. En consecuencia, la restauración de ecosistemas representa un instrumento elemental en los planes de manejo y ordenamiento del territorio, vislumbrándose como una actividad necesaria y redituable para el bienestar colectivo, ya que se depende en todo sentido de los recursos naturales para la subsistencia y progreso del ser humano (Carabias *et al.*, 2007; Hammit y Cole, 1998; SER, 2004; Skotte, 1999).



En el año 2004, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) emitió una convocatoria para la restauración de la cuenca de Burgos con el propósito de restaurar sitios y funciones de los ecosistemas de la región. La cuenca de Burgos es una zona geológica sedimentaria de origen marino, localizada en el noreste de México e incluye las porciones norteñas de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, cuya importancia radica en los recursos potenciales de petróleo y gas (U. S. Geological Survey, 2004). En la producción de gas natural no asociado, es el yacimiento más importante del país al aportar el 80 %

del total de gas, y más del 20 % de la producción total a nivel nacional. En general, abarca una superficie continental de 40 294.34 km², de los cuales 28 500 están en explotación (Pemex, 2003; UAM, 2004).

Regionalmente existen ecosistemas ricos y con significativa integridad biológica que proveen diversos servicios ambientales, energéticos y de materias primas. Resaltan aquellos lugares que por decreto legal, reconocidos por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), son constituidos como áreas naturales protegidas. No obstante, también están consideradas por la Conabio diversas regiones

prioritarias para la conservación (terrestres, marinas e hidrológicas) y áreas de importancia para la conservación de las aves (Aicas). De todas estas, sobresale la laguna Madre en Tamaulipas, área de suma importancia ecológica y económica, a nivel local, nacional e internacional (Conabio, 2008).

La porción norte de la laguna Madre tamaulipeca es incluida en la cuenca de Burgos; razón por la cual la hace sumamente importante para la paraestatal Petróleos Mexicanos (Pemex), quien la considera como una importante reserva de gas natural, con el fin de aprovechar su potencial. No obstante, se argumenta que, hoy día, los daños ocasionados por Pemex en el área de la laguna Madre no son significativos a simple vista, a pesar de que en otras zonas de la cuenca se han presentado desde años atrás, los cuales, actualmente, son más notorios y de consideración (UAM, 2004).

También están presentes diferentes impactos naturales como los huracanes, sequías y heladas. Además de algunas actividades del ser humano que impactan directamente en el ambiente como la pesca excesiva, los desmontes en forma inmoderada, la cacería furtiva y el mal manejo del suelo y cambios de uso del mismo. Estos últimos con afectaciones severas debido a la acelerada erosión del suelo (Cardona *et al.*, 2007) (figura 1).

Atributos que tipifican a la laguna Madre

El área de la laguna Madre se constituyó el pasado 14 de abril de 2005 bajo decreto federal como área natural protegida, conforme al *Diario Oficial de la Federación* (DOF), quedando designada por la Conanp bajo la categoría de área de protección de flora y fauna laguna Madre y delta del

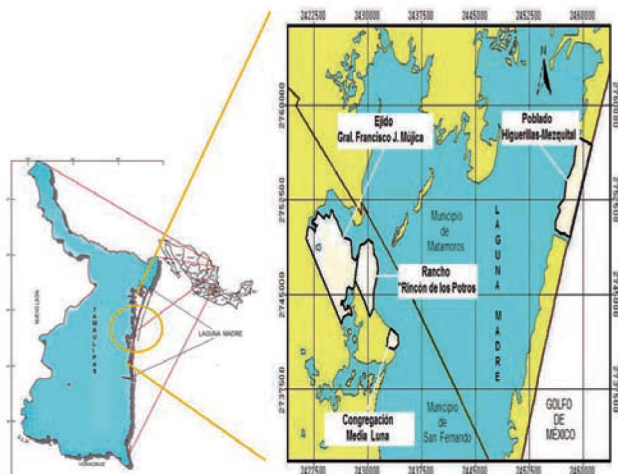


FIGURA 2
Localización geográfica del área de trabajo. Porción cuenca de Burgos de la laguna Madre, Tamaulipas, México.

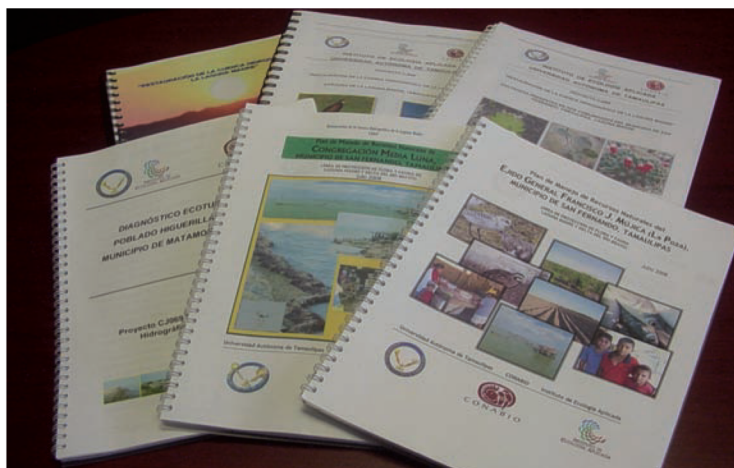
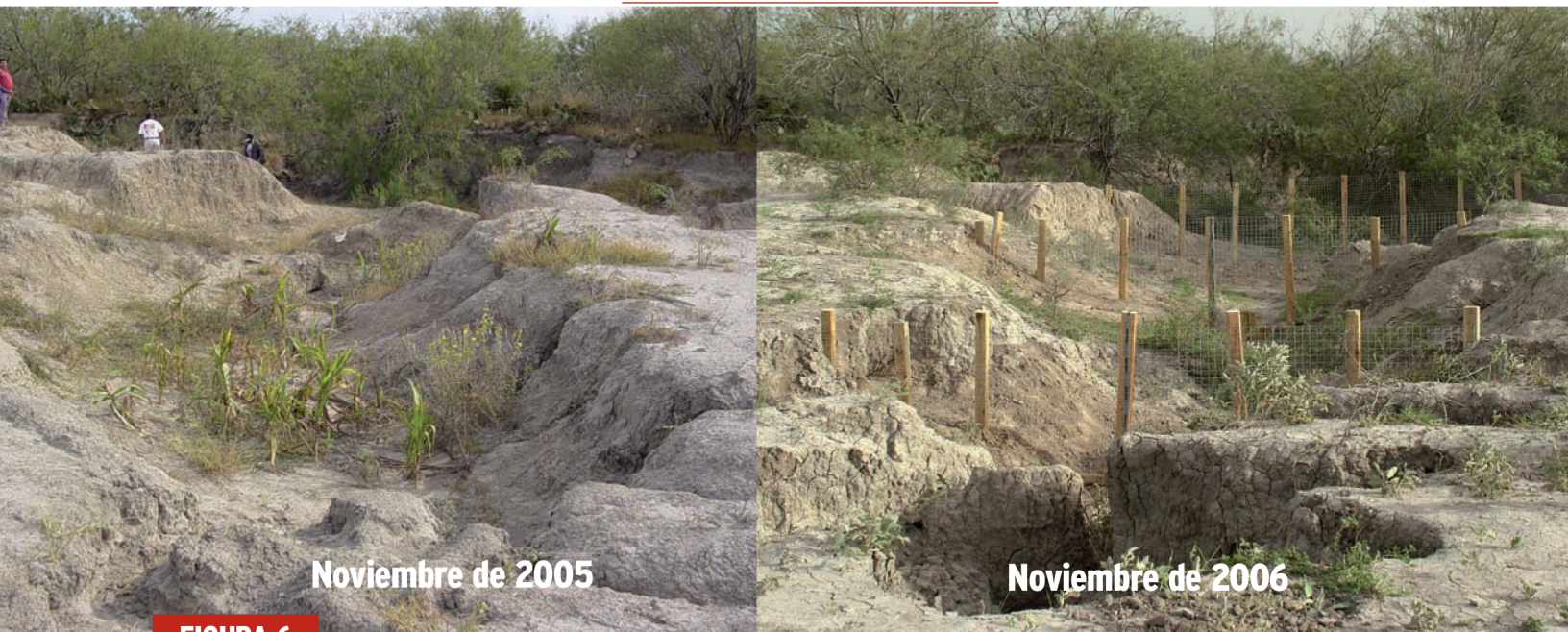


FIGURA 3
Documentos elaborados como producto del trabajo realizado.



Noviembre de 2005

Noviembre de 2006

FIGURA 6

Panorámicas que muestran el avance y sucesión ecológica exitosa lograda conforme a las labores desarrolladas en los módulos de trabajo. Se observan los cambios graduales determinantes en una de las cárcavas en relación con el tiempo transcurrido.

río Bravo (DOF, 2005); y es considerada por la Conabio como una región terrestre prioritaria (RTP-83), una región marina prioritaria (RMP-44) y una región hidrológica prioritaria (RHP-41 y 72), además de incluir tres áreas de importancia para la conservación de las aves: Aicas 67, 230 y 235 (Conabio, 2008). Asimismo se manifiesta que en ella existe uno de los principales humedales de México, considerado dentro de las prioridades del Plan Norteamericano de Conservación de Humedales (Nawca), e internacionalmente es clasificada como sitio Ramsar número 1362, (se denomina un sitio Ramsar cuando este representa un humedal de importancia mundial y su nominación deriva del Convenio Internacional firmado en Ramsar, Irán) (Ramsar, 2001). Posteriormente, en octubre de 2006, el programa MAB de la Unesco ("Man and the Biosphere", el hombre y la biósfera) la incorpora a su red mundial de reservas de la biósfera (Unesco-MAB, 2009).

La laguna Madre de Tamaulipas, y su homónima texana, conforman conjuntamente el ecosistema costero hipersalino más grande del planeta (Tunnell y Judd, 2002). La hipersalinidad refiere una alta salinidad e indica aguas más saladas que las del mar; por ejemplo, para la citada laguna se reportan valores promedio de hasta 65 partes por mil (ppm); cuando la salinidad del agua de mar es de 35 ppm, o sea, que un kilogramo de agua de mar contiene 35 gramos de sales disueltas.

Este importante y único sistema binacional cubre una superficie total de 3658 km² (valor

dado con base en el nivel medio del mar) y se extiende a lo largo de 445 km de la línea costera, estando separado del golfo de México por una serie de islas de barrera arenosa que se distinguen por su forma recta y paralela a la costa. Estas barras arenosas son las más extensas de Norteamérica y representan el primer frente de choque a los huracanes y tormentas tropicales. La laguna Madre está separada en dos secciones por el río Bravo, el cual, además, sirve de frontera política entre los Estados Unidos de América y México, quedando al norte la laguna Madre de Texas y al sur la laguna Madre de Tamaulipas (DOF, 2005; Tunnell y Judd, 2002).

La riqueza biológica de la laguna Madre de Tamaulipas se debe a que se encuentra entre dos regiones biogeográficas: la neártica y la neotropical; asimismo convergen dos provincias marinas: la carolineana y la caribeña; además se encuentra dentro de dos regiones hidrológicas: la cuenca del río Bravo (RH-24) y la cuenca de los ríos San Fernando-Soto la Marina (RH-25). Estos atributos propician diversos tipos de climas, suelos y hábitats, dando origen a valores de biodiversidad muy altos y sistemas económicos productivos (DOF, 2005). Además, se distingue por poseer un complejo de más de 200 islas, las cuales varían en extensión y forma, donde 19 especies de aves acuáticas residentes se concentran copiosa e impresionantemente al utilizarlas como sitios de anidación (Pronatura Noreste, 2008; Treviño y Corral, 1993).

La región constituye a lo largo del golfo de

México el límite de distribución norte de la vegetación tropical como manglares, selvas medianas y selvas bajas; al igual que para la fauna de afinidad tropical como el ocelote, yaguarundí, chachalacas y loros. Por el contrario, para muchas especies migratorias, la región es parte sustancial de un corredor biológico al conformar una ruta y destino de muchas aves, las cuales llegan para protegerse del frío invernal de las regiones septentrionales. Por ejemplo, concentra el 36 % de la población mundial de pato de cabeza roja. Asimismo, converge la mayor población invernal de aves acuáticas migratorias que arriba a México (15 %) y recibe anualmente más de cien mil aves playeras, la mayor concentración para el golfo de México y el Caribe. También aquí se alberga la única colonia reproductora de pelicano blanco. Todo esto como resultado de la presencia de diversos hábitats como los pastos marinos, marismas, matorrales, vegetación costera y halófila (que toleran las sales), sistemas de agua dulce, complejos de islas interiores e islas de barrera (DOF, 2005; Pronatura Noreste, 2008; Tunnell y Judd, 2002).

Económicamente, este ecosistema mantiene la mayor pesquería comercial y recreativa del norte del golfo de México, no obstante, hoy día, se encuentra bajo presión por factores como la sobreexplotación pesquera, la contaminación y la destrucción y transformación del hábitat. Se pesca el 15 % de la producción nacional de camarón, el 13 % de la jaiba y el 40 % de la lisa. Se puede resaltar que las lagunas costeras son



Junio de 2007



Octubre de 2007

esenciales para las especies pesqueras al contar con zonas que proporcionan alimento, refugio, reproducción y crianza (Pronatura Noreste, 2008; Tunnell y Judd, 2002).

El proyecto de trabajo

Por los adjetivos anteriores, y en el marco de la convocatoria para la restauración de la cuenca de Burgos, se ejecutó un proyecto técnico con el objetivo de realizar un programa concreto y orientado a la restauración ecológica de la laguna Madre, con la participación de las comunidades, y cuyas metas fueron: recuperar valores de biodiversidad y funciones ecológicas, evitar la erosión del suelo y fomentar el establecimiento de un corredor biológico. Planteamiento que expresó el interés de la población local y el compromiso inherente del Instituto de Ecología Aplicada de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (IEA-UAT), para la sociedad y la conservación del medio ambiente.

El proyecto "Restauración de la cuenca hidrográfica de la laguna Madre" se ejecutó durante octubre de 2006 a julio de 2008, con el propósito de realizar un programa concreto y orientado a la restauración ecológica con la participación de las comunidades locales. El área de trabajo abarca terrenos del ejido General Francisco J. Mújica, la congregación Media Luna y el rancho Rincón de los Potros, del municipio de San Fernando, y el poblado Hiquerillas-Mezquital del municipio de Matamoros (figura 2), región caracterizada por la presencia de dunas costeras, matorral espinoso tamaulipeco y de manchones de manglar, que se mezclan con áreas de uso agropecuario y lugares de aprovechamiento pesquero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las localidades incluidas en el área de trabajo presentan, a su vez, varios predios con características y problemáticas diferentes, por lo que se diseñó una estrategia metodológica de acciones específicas para cada una de las situaciones objetivo de la restauración. Además, mediante la consulta bibliográfica y el estudio de la información generada por investigadores del IEA-UAT y los inventarios del suelo y biológicos, así como los datos ecológicos previamente obtenidos para el proyecto, se logró definir el área en términos geofísicos, paisajísticos, biológicos y socio-económicos.

Es importante resaltar que durante la ejecución del proyecto se hicieron colectas de suelo y su posterior determinación fisicoquímica y textural; además, mediante el uso de transectos y cuadrantes, se determinaron los especímenes vegetales presentes en las dunas costeras, matorrales y al interior de la laguna; en tanto que para las aves se utilizaron binoculares para su avistamiento. En todos los casos se reconocieron las especies mediante fotografías de las mismas, evitando en su totalidad la extracción y captura de individuos.

Estas investigaciones se proyectaron y realizaron con el firme propósito de elaborar de manera objetiva tres documentos, los cuales idóneamente detallan toda la información generada y recopilada, particularizando las características físicas y biológicas del área de trabajo. Además, con estos conocimientos se estableció una línea base, fundamento necesario para lograr el éxito de la restauración ecológica. A la vez, se justificaron

los procedimientos e instrumentos adecuados para dar inicio a pláticas y prácticas restauradoras. Toda actividad involucró a los pobladores residentes. Este vínculo respetó y fortaleció el manejo propio de sus recursos naturales, sus organizaciones comunitarias y las decisiones de las autoridades locales.

Con el propósito de evitar la erosión del suelo y recuperar valores de biodiversidad, se utilizaron técnicas adecuadas e integradas al paisaje y al desarrollo comunitario sustentable. Para la recuperación y conservación de suelos, primeramente se hicieron perfiles edafológicos y toma de muestras de suelo, para determinar el tipo de suelo presente y examinar fisicoquímicamente los mismos, conforme a un análisis rutinario de laboratorio. Para la recuperación y conservación de suelos, se construyeron presas filtrantes en áreas con presencia y formación de cárcavas. En este sentido, se instalaron diversas presas filtrantes a fin de conformar módulos de trabajo, dispuestos tanto en predios de uso agrícola como ganadero. Es importante señalar que en cada uno de los postes centrales de cada presa filtrante se les fijó, táctica y deliberadamente, una cinta métrica para determinar la acumulación en centímetros (cm) del suelo recuperado. Las presas filtrantes técnicamente consisten en regular el flujo hídrico y contener los sedimentos transportados mediante la construcción de obras conformadas por diques de postes de madera y malla electrosoldada (tratamiento bonificable); prácticas que se complementaron con plantaciones de especies nativas para disminuir la erosión (Conafor, 2004).

La metodología utilizada para la reforestación

del matorral espinoso tamaulipeco, la estabilización de dunas costeras mediante acciones de plantación y establecimiento de vegetación y la recreación de áreas de manglar, en principio consistieron en la selección de las especies vegetales nativas de uso múltiple y rápido crecimiento, además de que representan una importancia ecológica y de valor económico e interés local; en el entendido de que los pobladores revelaron la preferencia y el aprovechamiento que le dan a ciertos árboles y arbustos por la utilidad práctica y productiva para sus labores domésticas, agropecuarias y de pesca. Posteriormente se realizaron colectas de semillas, tomando en cuenta a los individuos vigorosos, que previamente fueron seleccionados para tal efecto y que habitan dentro de las áreas locales bien conservadas.

Una vez realizada la selección de semillas, se realizaron pruebas de germinación; después de que las plántulas emergieron, se mantuvieron en condiciones de vivero hasta su plantación en el campo. Como prácticas de siembra se establecieron, mediante la formación de barreras, cercos vivos y cortinas rompevientos (estas últimas en específico para la estabilización de dunas costeras). Técnicas establecidas de acuerdo con lo señalado por Arriaga *et al.* (1994) y por la Conabio y la Conafor, presentada en los paquetes tecnológicos publicados sobre las especies vegetales utilizadas en el Programa Nacional de Reforestación, mismas que conforman el Sistema de Información para la Reforestación (SIRE, 2003: fichas técnicas números 7, 8, 9, 16, 25, 32, 47, 65, 115, 116, 117, 125, 143 y 144).

La reforestación del matorral espinoso tamaulipeco se realizó principalmente con especies nativas tales como el mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa* y *P. tamaulipana*), el ébano (*Ebenopsis ebano*), la palma pita (*Yucca carnerosana*), la anacahuíta (*Cordia boissieri*), además de otras adaptadas a la región como el agave (*agave americana*) y la leucaena (*Leucaena leucocephala*). En tanto que para la estabilización de dunas costeras se emplearon especies aclimatadas como son la casuarina playera (*Casuarina equisetifolia*) y la palma washingtonia (*Washingtonia robusta*). Además, en las zonas urbanas y área de camino rural se utilizaron tanto plantas nativas como aclimatadas.

En tanto que para la reforestación de áreas



FIGURA 7

Perspectiva de una de las unidades de propagación, diseño estratégico para la recreación de áreas de manglar en la laguna Madre, Tamaulipas.

de manglar (recreación) se utilizó un diseño de plantación ex profeso para el proyecto. La iniciación de esta actividad se efectuó mediante el trasplante primario de plántulas de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicenia germinans*) y mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Estas plantaciones se hicieron a manera de conformar módulos de crecimiento, mismos que se instalaron a través de una obra constituida por postes de madera dispuestos a manera de estacas, los que soportan un lienzo de malla sombra al 50 %, tejido tipo Rachel, de 4 x 5 metros, construyendo así una estructura tipo toldo, la cual al interior presenta los mangles sembrados con una formación triangular (tresbolillo) y una separación entre plantas de 80 centímetros. Esta obra fue pensada con el propósito de formar manchones de vegetación que en un futuro sirvan como centros de dispersión.

El trabajo para ayudar al desarrollo comunitario se realizó a través de la técnica de evaluación rural participativa para las zonas costeras, con la cual se programó la participación comunitaria para la toma de decisiones y solución de conflictos entre los usuarios y actores sociales; básicamente es un proceso dinámico para la toma de decisiones sobre el desarrollo social y el manejo de los recursos naturales en las áreas costeras y marinas bajo la filosofía de alcanzar el desarrollo sustentable, reducir la vulnerabilidad y el riesgo

y mantener los procesos ecológicos y la diversidad biológica de la región (Cicin-Sain y Knecht, 1998). Metodológicamente se llevaron a cabo entrevistas, encuestas y talleres comunitarios con el fin de lograr una comprensión trascendental colectiva para la gestión de sus recursos. A través de los talleres comunitarios se instauró una conciencia ambiental en los pobladores, dando énfasis del por qué cuidar los valores de biodiversidad, resaltando la importancia del uso razonado de sus recursos naturales y su significación como sustento de las diversas actividades productivas de la laguna Madre. La programación fue orientada a la capacidad de diseñar planes vinculados al manejo sustentable de sus recursos naturales, a la clasificación y mapeo de los usos del suelo y de las actividades productivas, para hacer un ordenamiento ambiental de su territorio; todo esto en el marco de su realidad social, económica, legal y cultural, dando respuestas a los numerosos desafíos y problemáticas relacionadas con el ambiente y apoyando la construcción de una visión orientada al desarrollo comunitario, integrando criterios y valores de sustentabilidad.

De esta manera, se logró la elaboración de los planes comunitarios de desarrollo locales relacionados con la conservación de ecosistemas naturales y el desarrollo sustentable socioeconómico. En este sentido, se obtuvieron mapas analíticos que resaltan las decisiones de

la comunidad al explicar las áreas urbanas y su infraestructura, las parcelas productivas (actividades agropecuarias), las zonas de pesca y los lugares dejados para el aprovechamiento y conservación de productos silvestres del campo (montes), así como los sitios idóneos para reproducción de las especies de importancia pesquera. Criterios expresados para mejorar las condiciones sociales de la comunidad, asumiendo que un buen manejo de sus recursos naturales sustenta toda actividad productiva, lo que conlleva armónicamente al desarrollo presente y futuro de actividades relacionadas al crecimiento urbano, la agricultura, la ganadería, la pesca, el turismo y la belleza del paisaje.

Asimismo, se estudió para la población de Higuierillas-Mezquital una estrategia productiva basada en el ecoturismo, con énfasis en la apreciación y conservación de la naturaleza, como la observación de aves y la potencialidad paisajística del lugar. Al respecto se analizó el potencial turístico a través de la consulta de fuentes bibliográficas y datos oficiales y se diagnosticó primariamente el área. Colateralmente, se hicieron visitas de inspección técnica y evaluaciones en campo; con el uso de formularios y encuestas particularizadas se determinaron las características paisajísticas de los sitios con potencial turístico, asimismo se logró inventariar los establecimientos dedicados a la venta de alimentos preparados y su caracterización, reconociendo los servicios públicos con que cuenta la localidad y sus condiciones, el nivel de vida de los pobladores, las actividades productivas y potencial de desarrollo según vocaciones del terreno. La cuantificación objetiva de los servicios y recursos actuales del poblado permitieron hacer un documento diagnóstico detallado del lugar, sus atractivos y sus necesidades sociales y de infraestructura básica.

RESULTADOS

La información lograda para caracterizar el área se utilizó para elaborar tres documentos. Uno dedicado a definir la región según sus rasgos de ubicación geográfica y caracterización poblacional, basado en la descripción geofísica, paisajística, biológica y socioeconómica de cada lugar; en tanto que los otros dos comprenden inventarios de especies: "Avifauna de la laguna Madre, Tamaulipas, México" y "Especies vegetales características de la zona" (figura 3).

Actividades de restauración en campo

Para la recuperación y conservación de suelos se instalaron un total de 87 presas filtrantes distribuidas en 19 módulos de trabajo, cada uno representa un terreno con presencia de cárcavas derivadas de la erosión hídrica (causada por la escorrentía del agua). La distribución de las presas dentro de los módulos no fue uniforme; al depender del volumen de escorrentía determinado y las dimensiones de la cárcava, se determinó el tamaño, número y ubicación de las presas filtrantes. Se sembraron plantas retensoras de suelo (maguey y nopal) en cada módulo, con el propósito de promover aún más la retención del suelo y disminución de la erosión (figura 4).

Todas las presas filtrantes acumularon suelos, encontrando un valor promedio de recuperación laminar de suelo de 15 cm, con máximos observados de hasta 32 cm (figura 5). Los resultados dependen de la interacción: tiempo/precipitación/volumen acumulado. No obstante, se observó en los módulos de trabajo un avance gradual positivo respecto al tiempo de instalación (figura 6). En terrenos agrícolas se registraron valores promedio más altos (18.1 cm), en comparación a los encontrados en predios ganaderos (11.6 cm). Esto indica que la acumulación del suelo está relacionada con su uso, ya que el área agrícola permanece temporalmente sin cobertura vegetal y el mismo manejo agrícola fomenta la pérdida y ruptura de la estructura granular del suelo por el tráfico de maquinaria agrícola (tractores y trilladoras), originando así una mayor pérdida de suelo respecto a las superficies ganaderas, cuyos suelos están cubiertos por pastizales, además de ser compactados por las pisaduras del ganado.

La reforestación multipropósito realizadas en terrenos con matorral espinoso tamaulipeco se realizó propiamente en aquellos predios circunscritos al área de estudio perteneciente al municipio de San Fernando (ejido General Francisco J. Mújica, congregación Media Luna y rancho Rincón de los Potros) y se hicieron para rehabilitar el ecosistema y mejorar el paisaje. En tanto que en las dunas costeras, esta acción se cumplió para estabilizar el movimiento de las arenas provocadas por el viento, particularmente en los médanos más próximos al poblado Higuierillas-Mezquital. Se logró una plantación de 6750 y 5335 individuos, respectivamente, de plantas nativas o adaptadas a la región. Especies

nativas tales como el mezquite, agave, ébano, palma pita y anacahuita se establecieron al azar en predios de uso agrícola y ganadero, así como en terrenos denominados como monte. En tanto que las especies aclimatadas se usaron para formar cortinas rompeviento en la playa, el borde lagunar y camino rural, asimismo, en la zona de médanos se establecieron barreras vegetales, las cuales siguieron el contorno natural de las dunas. De manera paralela se realizó una campaña de reforestación urbana con la participación de los habitantes.

El monitoreo de las especies plantadas indica un éxito de adaptación para ciertas especies, independientemente del método de siembra utilizado. Por ejemplo, a los seis meses de supervisión, los mezquites sembrados a manera de líneas arboladas crecieron en promedio 8 cm, de manera general se plantaron individuos de 25 cm de altura que llegaron a alcanzar los 33 cm, con valores de sobrevivencia de 75 %. También los agaves plantados como cercos vivos aumentaron en tamaño, sembrándose ejemplares de 10 x 20 cm que alcanzaron valores promedios de 15 x 28 cm en un periodo de 18 meses, con una sobrevivencia del 90 % y observándose hijuelos en ciertos individuos. Al igual, las casuarinas playeras que conformaron cortinas rompevientos, en un lapso de tres meses reportan una adaptación excelente, ya que se registran individuos con tallas promedio en los 110 cm, cuando originalmente se plantaron de 40 cm, con valores de sobrevivencia de 60 %.

Por el contrario, otras especies dieron valores de sobrevivencia bajos al fenecer la mayoría de las plántulas sembradas. Tal es el caso de las palmas washingtonia particularmente alineadas en los bordes del camino rural, ya que solo unos cuantos individuos permanecen vivos, presentando un excelente vigor e indicios de crecimiento (brotes de hojas secundarias). La pérdida de palmeras se debió mayormente por el ramoneo del ganado y por la depredación humana, observándose el saqueo total de la planta del pozo de siembra. Es importante señalar que ante tal situación de pérdida, se volvieron a sembrar palmas como medida compensatoria y en reemplazo a las muertas.

Las plántulas de mangle logradas en invernadero (1408 mangles negros, 610 blancos y 242 rojos) se trasplantaron dentro de 20 unidades de

**FIGURA 8**

Representación de uno de los talleres comunitarios participativos. Congregación Media Luna, municipio de San Fernando, Tamaulipas.

propagación (figura 7). Estructuras de diseño propio, cuya función es dar protección ante fuertes vientos y alta insolación, y, a la vez, propicien el establecimiento de manchones de mangle y que a futuro sean centros de dispersión de semillas y así habiten nuevos sitios. Con este método se obtuvieron buenos resultados, siendo el mangle negro el que mejor desarrollo mostró, al presentar individuos de mayor vigor y follaje, alcanzando alturas promedio de 80 cm a partir de plántulas de 30 cm y con valores de sobrevivencia de 60 %.

Planificación participativa: trabajando con y para las comunidades locales

El vínculo laboral realizado con la comunidad permitió la iniciación y el fortalecimiento vinculado de trabajar conjuntamente con las tres comunidades, con la participación directa de más de 150 personas de diferentes edades (figura 8). Durante los talleres comunitarios se determinaron las debilidades y fortalezas de la comunidad, haciendo hincapié en las estrategias planteadas para revertir las debilidades en fortalezas, logrando así una planificación consensuada y basada en los problemas y necesidades de los involucrados y futuros usuarios.

De este esfuerzo se logró un diagnóstico comunitario, basado en las encuestas y entrevistas realizadas y los talleres comunitarios, cuyos resultados se presentan explícitamente en dos escritos denominados "Plan de manejo de los recursos naturales" específicos para dos comunidades (figura 3). Documentos que por sus características y original contenido merecen ser revisados en forma singular y que manifiestan los deseos y la comprensión social, el conocimiento y uso de sus recursos naturales, su propio mapeo analítico que determina áreas de aprovechamiento y de conservación, y los problemas y soluciones que proponen.

Colateralmente, con los datos logrados del análisis realizado y las condiciones actuales del poblado Higuerrillas-Mezquital en términos turísticos, se elaboró un documento para el cumplimiento de la meta específica, denominado "Diagnóstico ecoturístico del poblado Higuerrillas-Mezquital, municipio de Matamoros, Tamaulipas" (figura 3), el cual revela los atributos del lugar y la oportunidad de aprovechar su

potencial turístico, pero también señala la carencia de una infraestructura básica de servicios, falta de personal humano capacitado y servicial, la privación de una cultura turística entre la sociedad y la falta de organización comunal. Dicho producto se presenta como una propuesta para la actividad ecoturística.

CONCLUSIONES

La vinculación con la sociedad permitió la promoción de una conciencia ambiental en la población para beneficio propio y de las futuras generaciones; asimismo se logró la sensibilización de la misma en términos de conservación y restauración de sus recursos naturales. La participación comunitaria sobre la toma de decisiones y solución de conflictos fue esencial en el proceso de planificación, así como su entusiasta colaboración que estuvo siempre comprometida y a favor del éxito de presente estudio. Los talleres comunitarios arrojaron información importante que permitió diagnosticar y elaborar dos documentos. Además, se instrumentó un diagnóstico del potencial turístico para una de las comunidades. La cooperación local en las actividades de restauración ecológica proporcionó una estrategia metodológica, al incorporar las opiniones y decisiones comunitarias, mismas que al juntarlas con los conceptos ecológicos, propician una nueva forma de estudiar la ecología, comprendiendo, a la vez, los beneficios recíprocos que se obtienen de esta interrelación, en el entendido de que la gente es parte de los procesos ecológicos.

La instalación de presas filtrantes para la conservación y recuperación de suelos hídricamente erosionados con formación de cárcavas

dio excelentes resultados técnicos, siendo ideal el uso de esta técnica para las áreas degradadas de la región. Se manifiestan incrementos en la acumulación de suelos recuperados; resultados que indican que la acumulación del suelo está directamente relacionada con el uso del suelo y la presencia/ausencia de precipitaciones. Estas acciones conjuntamente con las actividades de reforestación se proyectaron para la conservación de los terrenos y el mejoramiento del paisaje. Se utilizaron plantas nativas y aclimatadas para la reforestación del matorral espinoso tamaulipeco y estabilización de dunas costeras; aleatoriamente se establecieron barreras y cortinas rompeviento dentro de una superficie de 1430 hectáreas de matorrales, y en la playa y los médanos se reforestó una superficie de 770 hectáreas de dunas costeras. Conforme al monitoreo de los individuos plantados se evidencian logros significativos, tanto para las especies empleadas como para el método de siembra utilizado, al reportarse en términos generales valores de sobrevivencia arriba del 60 %. El indicativo de éxito para la restauración de áreas de manglar fue básicamente el desarrollo satisfactorio para la germinación de semillas tomadas en campo de las especies de mangle negro, blanco y rojo; colateralmente, para su trasplante en campo, se diseñó un nuevo sistema de manejo consistente en el uso de mallas promotoras de sombra y abrigo contra los vientos, a fin de promover el establecimiento de manchones de manglar, metodología elaborada exclusivamente para este trabajo. Destacando que el mangle negro presentó la mejor respuesta en adaptación y sobrevivencia.

Las acciones de restauración cumplidas tendrán repercusiones positivas sobre los recursos naturales de hábitats críticos presentes en más de 6000 hectáreas aproximadamente. Asimismo, se ejecutaron bajo una idea de establecer un corredor biológico que permita recuperar valores de biodiversidad y funciones ecológicas, y mitigar los efectos de la erosión del suelo. El desempeño realizado ameritó actuar en apego a las decisiones de los habitantes locales y conforme a las características propias del área natural protegida, para que las acciones de proteger esta zona sean originales y en beneficio de todos y de las futuras generaciones.■

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

- Arriaga, M. V., Cervantes, G. V. y Vargas, A. (1994). *Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas*. México: Instituto Nacional de Ecología y Sedesol.
- Carabias, J., Arriaga, V. y Cervantes G. V. (2007). "Las políticas públicas de la restauración ambiental en México: limitantes, avances, rezagos y retos". *Bol. Soc. Bot. Méx.* 80 (suplemento): 85-100.
- Carabias, J., Sarukhán, J. y García, G. (2006). "La restauración ecológica y la formación de profesionistas", en: *Educación para la conservación*.
- Barahona, A. y Almeida-Leñero, L. (coordinadores). Facultad de Ciencias, UNAM.
- Cardona, E. A., Zamora, C., Faz, C. A., González, R. C. E., Jiménez, P. J. L., Muñoz, G. M. A., Garza, T. H. A., Herrera, P. G. e Ibarra, L. J. L. (2007). "Soil characterization of Laguna Madre, Tamaulipas (Mexican Burgos-Basin portion)". *BioTam Nueva Serie*, 17(2): 57-66.
- Cervantes, V., Carabias, J. y Arriaga V. (2008). "Evolución de las políticas públicas de restauración ambiental", en: *Capital natural de México*, Volumen III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. México: Conabio.
- Cicin-Sain, B. y Knecht, R. W. (1998). *Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices*. Washington: Island Press.
- Conabio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2008). Regionalización de Áreas Prioritarias para la Conservación. [En línea]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html>. Fecha de consulta: 30 de junio de 2006.
- Conafor. Comisión Nacional Forestal. (2004). *Manual de obras y prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales*. México: Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- DOF. *Diario Oficial de la Federación*. (2005). Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como laguna Madre y delta del río Bravo, ubicada en los municipios de Matamoros, San Fernando y Soto la Marina, en el estado de Tamaulipas, con una superficie total de 572,808-60-94.22 hectáreas. Semarnat. México, DF. Jueves 14 de abril de 2005. (Primera Sección) 7-13.
- Flores, O. M. y Lindig, R. (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*, Vol. 76: 11-35.
- Hammit, W. E. y Cole, D. N. (1998). *Wildland Recreation: Ecology and Management*. 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Lindig, R. y Vázquez, C. (1997). "Los ailes en la restauración ecológica". *Ciencia* 2: 31-40.
- Lindig, R. y Zedler, J. B. (2005). "La restauración de humedales", en: *Temas sobre restauración ecológica*. Sánchez, O., Peters, E., Márquez, R., Vega, E., Portales, G., Valdez, M. y Azuara, D. (editores). Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat). México.
- Maass, M., Jordan, C. y Sarukhán J. (1988). "Soil erosion and nutrient losses in seasonal tropical agroecosystems under various mangement techniques". *J. Appl. Ecology*, 25: 595-607.
- Pemex. Petróleos Mexicanos. (2003). Apoyo sustentable a la cuenca de Burgos. Sala de prensa. Petróleos Mexicanos. 6 de agosto de 2003, Saltillo, Coahuila. [En línea]. Disponible en: <http://www.pemex.com/index.cfm?action=news§ionID=8&catid=42&contentID=1140>. Fecha de consulta: 8 de julio de 2011.
- Pennington, T. D. y Sarukhán, J. (1998). *Árboles tropicales de México*. México: UNAM y Fondo de Cultura Económica.
- Piñero, D. (2007). José Sarukhán Kermez (semblanza). En: Nuestros Eméritos. Dirección General de Asuntos del Personal Académico, UNAM.
- Pronatura Noreste. (2008). Plan de conservación para la laguna Madre y su área de influencia, Tamaulipas, México. Pronatura Noreste, A.C., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y The Nature Conservancy.
- Ramsar. The Ramsar Convention on Wetlands. (2001). 26th. Meeting of the Ramsar Standing Committee Agenda Papers. Documento Ramsar DOC. SC26-2. [En línea]. Disponible en: http://www.ramsar.org/cda/ramsar/display/main/main.jsp?zn=ramsar&cp=1-31-41%5E22216_4000_0_. Fecha de consulta: 27 de mayo de 2011.
- Sánchez, O., Peters, E., Márquez, R., Vega, E., Portales, G., Valdez, M. y Azuara, D. (editores). (2005). *Temas sobre restauración ecológica*. México: Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat).
- SER. Society for Ecological Restoration International. (2004). Grupo de trabajo sobre ciencias y políticas. Ponencia introductoria de SER International sobre la restauración ecológica. [En línea]. Disponible en: <http://www.ser.org/content/spanishprimer.asp>. Fecha de consulta: 27 de mayo de 2011.
- SIRE. Sistema de Información para la Reforestación. (2003). Fichas técnicas de las especies vegetales utilizadas en el Programa Nacional de Reforestación. Paquetes Tecnológicos Sistema de Información para la Reforestación, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional Forestal. [En línea]. Disponible en: http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=23&Itemid=24. Fecha de consulta: 6 de mayo de 2005.
- Skotte, M. H. (1999). La restauración como elemento de la planificación para la conservación y el uso racional de los humedales. Documento Ramsar COP7 DOC. 17.4. [En línea]. Disponible en: http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-documents-cops-cop7-restoration-as-an/main/ramsar/1-31-58-83%5E18730_4000_0_. Fecha de consulta: 27 de mayo de 2011.
- Treviño, V. J. y Corral, P. L. (1993). *A conservation-oriented survey of colonial waterbird nesting islands in the Laguna Madre, Mexico*. National Audubon Society (Mex/USA).
- Tunnell, J.W. Jr. y Judd, F.W. (2002). *The Laguna Madre of Texas and Tamaulipas*. College Station. Texas A&M University Press.
- UAM. Universidad Autónoma Metropolitana. (2004). Reporte técnico, proyecto integral cuenca de Burgos, 2004-2022. Actualización de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de la cuenca de Burgos. México. Universidad Autónoma Metropolitana y Pemex Exploración y Producción.
- Unesco-MAB. (2009). World Network of Biosphere Reserves. List of Biosphere Reserves which are wholly or partially RAMSAR Wetlands. UNESCO, Man and Biosphere (MAN) Programme. [En línea]. Disponible en: http://www.unesco.org/mab/doc/brs/brs_ramsar.pdf. Fecha de consulta: 27 de mayo de 2011.
- U.S. Geological Survey. (2004). Evaluación de los recursos potenciales de petróleo y gas en la provincia de la cuenca de Burgos, México nororiental. Washington. Fact Sheet 2004-3007. U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey.
- Vázquez, C. y Batis, M. A. (1996). "Adopción de árboles valiosos para la restauración ecológica y la reforestación". *Bol. Soc. Bot. Méx.* 58: 75-84.
- Vázquez, C., Batis, M. A., Alcocer, S. M., Gual, D. M. y Sánchez, D. C. (1999). *Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. México: Instituto de Ecología, UNAM. Conabio.