

En 1989 un grupo de investigadores del CIBNOR, bajo la coordinación del Dr. Alfredo Ortega Rubio, publicó uno de los libros más completos que se han hecho en México para apoyar con bases científicas la creación de un área protegida. En este caso la reserva de la biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur. Principalmente como resultado de las gestiones del mismo grupo, la reserva se crea por Decreto Federal en 1994. Por primera vez en México, la misma institución y el mismo coordinador (Alfredo Ortega Rubio) que propusieron e impulsaron la creación de la reserva, se plantean ahora analizar si este acto conservacionista ha tenido los efectos que se esperaban.

Este libro es un ejercicio por demás interesante y oportuno que debería repetirse en otras áreas naturales protegidas. Para lograr una conservación efectiva de nuestros recursos bióticos, además del discurso y de la propuesta es necesario tener un conocimiento asentado en bases sólidas que permita juzgar si los esfuerzos conservacionistas tal y como los está realizando el país, han tenido los resultados propuestos, tanto en sus aspectos biológicos, como ambientales o sociales.

Como se puede ver y como a detalle se discute en el libro, la creación de la reserva de la biosfera Sierra La Laguna ha sido un éxito.

Gonzalo Halffter
Instituto de Ecología, A.C.
Xalapa, Veracruz



EVALUACIÓN BIOLÓGICA Y ECOLÓGICA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA LA LAGUNA,

BAJA CALIFORNIA SUR: AVANCES Y RETOS

ALFREDO ORTEGA-RUBIO, MAGDALENA LAGUNAS-VÁZQUES Y LUIS FELIPE BELTRÁN-MORALES

Editores



EVALUACIÓN BIOLÓGICA Y ECOLÓGICA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA LA LAGUNA, BAJA CALIFORNIA SUR: AVANCES Y RETOS



ALFREDO ORTEGA-RUBIO
MAGDALENA LAGUNAS-VÁZQUES
LUIS FELIPE BELTRÁN-MORALES

Editores

**Evaluación Biológica y Ecológica de
la Reserva de la Biosfera
Sierra La Laguna, Baja California Sur:
Avances y Retos**

**Evaluación Biológica y Ecológica de
la Reserva de la Biosfera
Sierra La Laguna, Baja California Sur:
Avances y Retos**

ALFREDO ORTEGA-RUBIO
MAGDALENA LAGUNAS-VÁZQUES
LUIS FELIPE BELTRÁN-MORALES

Editores

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C. (CIBNOR)
LA PAZ, B.C.S, MÉXICO, 2012

IV

Evaluación Biológica y Ecológica de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos/ Ortega-Rubio Alfredo, Magdalena Lagunas-Vázquez y Luis Felipe Beltrán-Morales (Editores). 2012.

422 pág.: il ; 23 cm

© Derechos Reservados

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Instituto Politécnico Nacional # 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Sur
CP 23096, La Paz, Baja California Sur, México.

Todos los derechos reservados. El contenido de esta publicación se puede reproducir únicamente con autorización previa por escrito de los autores de cada capítulo y siempre cuando se den los créditos correspondientes a los mismos y al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Las opiniones expresadas por los autores (textos, figuras y fotos) no necesariamente reflejan la postura de la institución editora de la publicación.

Diseño Gráfico Editorial y Portada

D. G. Gerardo Hernández García

Revisión y cuidado de estilo

LAE. Tania Flores Azcárrega

Fotografías de Portada y contraportada

Ernesto Eliuth López Díaz

<http://www.ernestolopezphoto.com.mx/>

<http://www.facebook.com./ernestolopezphoto>

celular: (612) 1541766

Primera Edición: Enero 2013

ISBN:

Impreso en México
Printed in Mexico

Preparación de este documento:

La edición del libro **“Evaluación de la reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos”** estuvo a cargo del Dr. Alfredo Ortega Rubio, la Dra. Magdalena Lagunas-Vázquez, y el Dr. Luis Felipe-Beltrán-Morales. En este libro se integra la visión y conocimiento de especialistas de diversas disciplinas e instituciones, así como resultados de sus proyectos de investigación. Este libro nace como resultado del proyecto **“Evaluación de la efectividad en el manejo y administración de áreas naturales protegidas federales en Baja California Sur: generación de una metodología de aplicación nacional”** apoyado por el Fondo Sectorial **CONACYT-SEMARNAT-2008-107923**, y bajo la responsabilidad del Dr. Alfredo Ortega Rubio.

CITA DE ESTE DOCUMENTO**Para citar el libro:**

Ortega-Rubio Alfredo, Magdalena Lagunas-Vázquez y Luis Felipe Beltrán-Morales (Editores). 2012. Evaluación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S., México. 422 pp.

Agradecimientos

Con deferente gratitud ofrecemos ampliamente un profundo reconocimiento a todas las personas que colaboraron en la realización de la presente obra. Con mayor respeto y admiración a los habitantes rurales de la Sierra La Laguna. A los integrantes de la Dirección de la reserva de la biosfera Sierra La Laguna. Al Comité Editorial del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., integrado por el Dr. Roberto Civera Cerecedo, Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda, Dr. Eduardo Francisco Balart Páez, Dra. Thelma Castellanos Cervantes y Lic. Ana María Talamantes Cota. Al Fondo Sectorial CONACyT-SEMARNAT-2008-107923 del cual la presente obra es fruto directo.

Al Dr. Sergio Hernández Vázquez, por las facilidades otorgadas para el desarrollo del presente trabajo. A los autores y co-autores de los diversos capítulos del libro. A la LAE. Tania Flores Azcárrega por la revisión y cuidado de estilo y muy especialmente al D. G. Gerardo Hernández García por el diseño editorial de todo este documento y su salida digital para impresión.

Editores

ORTEGA-RUBIO ALFREDO

Doctor en Ciencias con especialidad en ecología por el Instituto Politécnico Nacional. Ha sido galardonado en dos ocasiones con premios nacionales: Reconocimiento a la Conservación de la Naturaleza, 2003, y el Mérito Nacional Forestal y de la Vida Silvestre, 1993. Es autor de 154 artículos de investigación original y 51 capítulos de libros, además de editor de 14 libros. Galardonado con El Premio Estatal de Ciencia y Tecnología y La Medalla al Mérito Científico y Tecnológico de Baja California Sur, 2011. El Doctor Ortega Rubio dirigió los Proyectos que permitieron crear y desarrollar las Reservas de la Biosfera de: La Sierra La Laguna, El Desierto del Vizcaíno y Las Islas Revillagigedo. Investigador Titular “E” del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Investigador Nacional Nivel III. Correo electrónico: aortega@cibnor.mx

LAGUNAS-VÁZQUES MAGDALENA

Doctora en ciencias, por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Autora o coautora de cinco artículos de investigación original y de cuatro capítulo de libro. Dirigido y participado en 9 proyectos de investigación, enfocados a investigación participativa, manejo de recursos y desarrollo rural. Perteneciente al Sistema Nacional de Investigadores a partir del 2012. Presidenta de Bonfil, Ambiente y Desarrollo A. C. y Fundadora de DECIDE A.C. Líneas de investigación actual: a) Investigación acción participación, enfocadas al desarrollo rural (enfoque de género, e igualdad humana). b) Estudios de Lingüística aplicada: sociolingüística y biolingüística. c) Aproximaciones filosóficas de las ciencias socioambientales con enfoque de desarrollo humano: etnografía, etnoecología, epistemológica, lingüística y complejidad ambiental. Correo electrónico: mlagunas@cibnor.mx

BELTRÁN-MORALES LUIS FELIPE

Doctor en Ciencias Ambientales por el Centro EULA de la Universidad de Concepción, Chile; Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR, S.C.); miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel II. Pertenece a la Asociación Latinoamericana de Economistas Ambientales; es profesor de la maestría en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Es autor o coautor de 45 artículos de investigación original; editor de 7 libros y autor de 23 capítulos de libros. Las líneas de investigación de trabaja son Economía de Recursos Naturales, Desarrollo Sustentable y Transferencia de Tecnología. Correo electrónico: lbeltran04@cibnor.mx

AUTORES

AGUILERA-MILLER EDUARDO FELIPE. Maestro en Ciencias del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Con especialidad en uso, manejo y preservación de los recursos naturales. Línea de investigación: evolución de mamíferos. Estudiante de Doctorado en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: eaguilera@cibnor.mx

ÁLVAREZ-CÁRDENAS SERGIO. Doctor en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México con especialidad en biología. Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Líneas de investigación: ecología, manejo y conservación de recursos naturales; ecología, uso y manejo de poblaciones y hábitat de fauna silvestre y especies invasoras. Correo electrónico: salvarez04@cibnor.mx

ÁLVAREZ-CASTAÑEDA SERGIO TICUL. Doctor en Ciencias de la Universidad Nacional de México, con especialidad en biología animal. Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Línea de investigación: evolución de mamíferos. Correo electrónico: sticul@cibnor.mx

ARNAUD-FRANCO GUSTAVO A. Doctor en Ciencias, Universidad de Paris Nord (XIII), con especialidad en comportamiento animal. Líneas de investigación: aprovechamiento, manejo y conservación de fauna silvestre; conservación de islas; historia natural y conservación de serpientes de cascabel (*Crotalus spp*) del noroeste de

México. Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Investigador Nacional Nivel I. Correo electrónico: garnaud04@cibnor.mx

BALART EDUARDO F. Doctor en Ciencias por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con especialidad en ecología acuática y pesca. Principales líneas de investigación: ecología de arrecifes, evaluación y biología de recursos pesqueros, taxonomía, sistemática y ecología de peces. Investigador Nacional Nivel I. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: ebalart04@cibnor.mx

BERMÚDEZ-ALMADA BENITO. Biólogo. Director Regional Península de Baja California y Pacífico Norte, adscrito a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Líneas de investigación: experiencia en temas de biología pesquera, manejo en áreas protegidas, turismo de naturaleza y participación comunitaria. Correo electrónico: bermudez@conanp.gob.mx

BLÁZQUEZ-MORENO MARÍA DEL CARMEN. Doctora en Ciencias Biológicas con especialidad en Zoología. Universidad de Sevilla (España). Principales líneas de investigación. estudios de ecología, ecología del comportamiento y biología de la conservación de vertebrados, especialmente de herpetofauna. Investigadora Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Investigador Nacional Nivel II. Correo electrónico: blazquez@cibnor.mx

BRECEDA SOLIS-CÁMARA AURORA. Doctora en Ciencias con especialidad en Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Principales líneas de investigación: uso, manejo y conservación de recursos naturales, biología de la conservación y comunidades vegetales. Investigadora Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: abreceda@cibnor.mx

BUNTIX-DIOS SILVIA ELENA. Doctora en Ciencias por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, labora en la misma institución. sbuntinx@servidor.unam.mx

CAMPOS-DÁVILA LUCIA. Maestra en Ciencias por el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, con especialidad en el manejo de recursos marinos. Principales líneas de investigación: taxonomía y ecología de peces. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: lcampos04@cibnor.mx

CASTELLANOS-VERA ARADIT. Doctor en Ciencias, con especialidad en uso, manejo y preservación de los recursos naturales. Principales líneas de investigación: manejo

y conservación de aves, planificación ambiental. Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Investigador Nacional Nivel I. Correo electrónico: arcas04@cibnor.mx

CHÁVEZ-LÓPEZ SAÚL. Doctor en Ciencias del Mar de la Universidad Politécnica de Cataluña. Líneas de investigación: geomorfología, geohidrología, sedimentología y procesos costeros. Investigador Asociado B del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: schavez04@cibnor.mx.

CORDERO-TAPIA AMAURY. Doctor en Ciencias en: uso, manejo y preservación de los recursos naturales, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, con especialidad en patología veterinaria. Principales líneas de investigación: patología; repercusión del cambio del hábitat en la salud de fauna silvestre; interacción de las enfermedades infectocontagiosas entre animales y humanos. Técnico Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: acordero@cibnor.mx

CORTÉS-CALVA PATRICIA. Doctora en Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México con especialidad en biología. Principales líneas de investigación: conservación y mastozoología (ecología y reproducción de mamíferos pequeños). Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Investigador Nacional Nivel I. Correo electrónico: pcortes04@cibnor.mx

CRUZ-FALCÓN ARTURO. Doctor en Ciencias del Instituto Politécnico Nacional con especialidad en ciencias marinas. Principales líneas de investigación: oceanografía geológica; geofísica y geohidrología en cuencas y acuíferos. Técnico Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo Electrónico: afalcon04@cibnor.mx.

DE LA TOBA MANUEL SAMIR. Geólogo de la UABCS. Principales líneas de investigación: geología de cuencas; análisis de información geohidrológica. Asistente el área técnica en la Delegación Local Baja California Sur de la CONAGUA. Correo electrónico: manuel.latoba@conagua.gob.mx

DOMÍNGUEZ-CADENA REYMUNDO. Doctor en Ciencias Universidad Autónoma de Baja California Sur con especialidad manejo sustentable de zonas costeras. principales líneas de investigación: uso, manejo y conservación de recursos naturales, botánica. Técnico Titular “C” del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: rdoming04@cibnor.mx

GALINA-TESSARO PATRICIA. Doctora en Ciencias Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. con especialidad en uso, manejo y preservación de

los recursos naturales. Principales líneas de investigación: ecología y conservación de vertebrados. Investigadora Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Investigador Nacional Nivel I. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Correo electrónico: pgalina04@cibnor.mx

GARCÍA-VELAZCO HUMBERTO. Maestro en Ciencias por la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California, con especialidad en el manejo de ecosistemas en zonas áridas. Principales líneas de investigación: sistemática y biología de crustáceos. Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 198, Baja California. Correo electrónico: humgarciaavel@hotmail.com

HUATO-SOBERANIS LEONARDO. Doctor en ciencias por la Universidad de Columbia Británica, con la especialidad en ecología pesquera y manejo de recursos renovables. Principales líneas de investigación: dinámica de poblaciones silvestres, ecología de comunidades marinas y ecología cuantitativa. Labora en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: lhuato@cibnor.mx

JIMÉNEZ-JIMÉNEZ MARÍA LUISA. Doctora en Ciencias (Biología) Universidad Nacional Autónoma de México. Principales líneas de investigación: taxonomía, sistemática y ecología de los arácnidos. Investigadora Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Investigador Nacional Nivel II. Correo electrónico: ljimenez04@cibnor.mx

LEÓN-DE LA LUZ JOSÉ LUIS. Doctor en Ciencias por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste con especialidad en botánica y ecología vegetal. Las principales líneas de investigación comprenden la florística y la evaluación de recursos Vegetales de la península de Baja California. Investigador Nacional Nivel II. Labora en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: jlleon04@cibnor.mx

MAEDA-MARTÍNEZ ALEJANDRO M. Doctor en Ciencias por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Gante, Bélgica, con especialidad en zoología. Principales líneas de investigación: sistemática y biología de crustáceos. Investigador Nacional Nivel II. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: almaeda04@cibnor.mx

MAYA-DELGADO YOLANDA. Doctora en Ciencias de la Facultad de Ciencias de la UNAM con especialidad en biología. Principales líneas de investigación: ciencias del suelo: conservación, clasificación, cartografía y microbiología de suelos. Investigadora Asociada del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: ymaya04@cibnor.mx

MEDEL-NARVÁEZ ALFONSO. Doctor en Ciencias de Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Principales líneas de investigación: uso manejo y preservación de recursos terrestres, botánica, ecología y genética poblacional en especies de larga vida. Técnico titular B. del Herbario y Laboratorio de Botánica del CIBNOR. Correo electrónico: amedel@cibnor.mx

MEZA-TREJO JOSÉ LUIS. Ing. Geofísico de la UNAM. Principales líneas de investigación: geohidrología de cuencas y acuíferos de zonas costeras; gestión y evaluación de proyectos geohidrológicos. Jefe del área técnica en la Delegación Local Baja California Sur de la CONAGUA. Correo electrónico: jose.meza@conagua.gob.mx

MONTES-SÁNCHEZ JUAN JOSÉ. Maestro en Ciencias por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste con especialidad en uso, manejo y preservación de los recursos naturales. Su actividad profesional gira en torno a la nutrición de vertebrados domesticados. Laboró en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, actualmente es estudiante aceptado en la Universidad de Utah, USA. Correo electrónico: montesjujo@yahoo.com.mx

MURUGAN GOPAL. Doctor en Ciencias por la Universidad de Madrás, India, con especialidad en Zoología. Principales líneas de investigación: Sistemática Molecular y Filogenia de Crustáceos. Investigador Nacional Nivel I. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: murugan04@cibnor.mx

NAVARRO-LOZANO JOSÉ OCTAVIO. Doctor en Ciencias del CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional. Principales líneas de investigación: geohidrología de acuíferos; sistemas de información geográfica aplicados a la geohidrología. Subdirector del área técnica en la Delegación Local Baja California Sur de la CONAGUA. Correo electrónico: joseoctavio.navarro@gmail.com

NIETO-GARIBAY ALEJANDRA. Doctora en Ciencias del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara con especialidad en ecología. Principales líneas de investigación: ecofisiología de cultivos, relaciones hídricas, agricultura orgánica, compostaje. Investigador Asociado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Investigador Nacional Nivel I. Correo electrónico: anieto04@cibnor.mx.

OBREGÓN-BARBOZA HORTENCIA. Doctora en Ciencias por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con especialidad en manejo de vida silvestre y desarrollo sustentable. Principales líneas de investigación: sistemática y biología de crustáceos y peces. Investigadora Nacional Nivel I. Centro de

- Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: hobregon04@cibnor.mx
- PALACIOS-CARDIEL CARLOS.** Maestro en desarrollo agropecuario de zonas áridas de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Principales líneas de investigación: taxonomía, sistemática y ecología de los arácnidos. Técnico Académico Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico: palacios04@cibnor.mx
- PEÑA-LIMÓN E. CARLOS.** Ph. D. de la Universidad de Arizona con especialidad en bioquímica de procesos. Principales líneas de investigación: calidad química del agua; tratamiento de efluentes y de aguas residuales. Ex-director fundador del CICTUS y del CIAD. Profesor-Investigador Titular del DICTUS, Universidad de Sonora, Campus Hermosillo. Correo Electrónico: cepe@correom.uson.mx.
- PÉREZ-NAVARRO JOSÉ JUAN.** Candidato a Doctor en cambio global y desarrollo sostenible de la Universidad de Alcalá de Henares. Líneas de investigación: florística, sistemática y gestión del territorio. Técnico Titular “C” del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico jnavarro04@cibnor.mx
- QUIÑÓNEZ-GÓMEZ JESÚS ELEAZAR.** Ingeniero Forestal con especialidad en sistemas de producción, con diplomados en restauración ecológica y sistemas de información geográfica. Principal actividad: planeación estratégica, manejo y administración de áreas naturales protegidas terrestres (cuya trayectoria destaca 21 años de trabajo ininterrumpido en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna). Servidor Público de Carrera Titular en la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Director de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. Correo electrónico: jquinonez@conanp.gob.mx
- RUIZ-CAMPOS GORGONIO.** Doctor en Ciencias por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con especialidad en ecología acuática y pesca. Principales líneas de investigación: taxonomía, ecología y biogeografía de peces. Investigador Nacional Nivel II. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias. Correo electrónico: gruiz@uabc.edu.mx
- SANTIAGO-LEÓN FAUSTO RAFAEL.** Doctor en Ciencias Marinas y Costeras de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Principales líneas de investigación: planificación ambiental, evaluación de recursos naturales, sensores remotos y sistemas de información geográfica, modelación y análisis de contaminantes, aplicación de soluciones de eco-ingenierías en vegetación y suelo. Consultor ambiental independiente. Correo electrónico: fausto.santiago@gmail.com

SEGURA-TRUJILLO A. CINTYA. Bióloga de la Universidad de Guadalajara. Línea de investigación: ecología de murciélagos. Estudiante de Maestría en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Correo electrónico:quemdivus@hotmail.com

SOLÍS-GARZA GILBERTO. Maestro en Ciencias de la Universidad Autónoma Chapingo con especialidad en ecología de zonas áridas. principales líneas de investigación: uso, manejo y conservación de los recursos naturales en zonas áridas; evaluación de impacto ambiental. Profesor-Investigador Titular del DICTUS, Universidad de Sonora, Campus Hermosillo. Correo electrónico: gsolis@guayacan.uson.mx

TROYO-DIÉGUEZ ENRIQUE. Doctor en Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México con especialidad en ecología. Principales líneas de investigación: hidrología ambiental; uso y conservación del agua y suelo; agroecología. Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Investigador Nacional Nivel II. Correo electrónico: etroyo04@cibnor.mx

Evaluación Biológica y Ecológica de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos

CONTENIDO

	PRÓLOGO	1
	GONZALO HALFFTER	
	INTRODUCCIÓN	3
	MAGDALENA LAGUNAS-VÁZQUES, LUIS FELIPE BELTRÁN- MORALES Y ALFREDO ORTEGA-RUBIO	
CAPÍTULO I	PANORAMA GENERAL DE LA REGIÓN SERRANA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA CONANP	5
	BENITO BERMÚDEZ-ALMADA Y JESÚS QUIÑÓNEZ-GÓMEZ	
Sección 1	EL AMBIENTE BIOLÓGICO	21
CAPÍTULO II	FLORA DE VEGETALES SUPERIORES	23
	JOSÉ LUIS LEÓN-DE LA LUZ, REYMUNDO DOMÍNGUEZ- CADENA Y ALFONSO MEDEL-NARVÁEZ	
CAPÍTULO III	VEGETACIÓN	41
	AURORA BRECEDA SOLÍS-CÁMARA, JESÚS QUIÑÓNEZ- GÓMEZ Y JOSÉ JUAN PÉREZ-NAVARRO	
CAPÍTULO IV	LA DISTRIBUCIÓN DE LOS VEGETALES ENDÉMICOS EN LOS HÁBITATS DE LA RESERVA	55
	JOSÉ LUIS LEÓN-DE LA LUZ, REYMUNDO DOMÍNGUEZ CADENA Y ALFONSO MEDEL-NARVÁEZ	
CAPÍTULO V	ARTRÓPODOS NO INSECTOS DE LA SIERRA DE LA LAGUNA	73
	MARÍA LUISA JIMÉNEZ-JIMÉNEZ Y CARLOS PALACIOS- CARDIEL	

CAPÍTULO VI	FAUNA ACUÁTICA ALEJANDRO M. MAEDA-MARTÍNEZ, HORTENCIA OREGÓN-BARBOZA, EDUARDO F. BALART, GOPAL MURUGAN, GORGONIO RUIZ-CAMPOS, LUCÍA CAMPOS- DÁVILA Y HUMBERTO GARCÍA-VELAZCO	89
CAPÍTULO VII	HERPETOFAUNA MARÍA DEL CARMEN BLÁZQUEZ-MORENO, PATRICIA GALINA-TESSARO Y ALFREDO ORTEGA-RUBIO	107
CAPÍTULO VIII	AVIFAUNA PATRICIA GALINA-TESSARO Y ARADIT CASTELLANOS VERA	129
CAPÍTULO IX	MAMÍFEROS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA LA LAGUNA GUSTAVO ARNAUD-FRANCO, SERGIO ÁLVAREZ-CÁRDENAS Y PATRICIA CORTÉS-CALVA	145
CAPÍTULO X	IMPORTANCIA DE LA MASTOFAUNA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA LA LAGUNA: IMPLICACIONES EN SU CONSERVACIÓN Y LA RELACIÓN CON OTRAS ANPs DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA PATRICIA CORTÉS-CALVA	163
CAPÍTULO XI	DIETA, CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DEL CERDO ASILVESTRADO <i>SUS SCROFA</i> EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA LA LAGUNA JOSÉ JUAN MONTES-SÁNCHEZ, JOSÉ LUIS LEÓN-DE LA LUZ, SILVIA ELENA BUNTINX-DIOS, LEONARDO HUATO- SOBERANIS Y MARÍA DEL CARMEN BLÁZQUEZ-MORENO	183
CAPÍTULO XII	IMPLICACIONES DE LA PRESENCIA DEL CERDO ASILVESTRADO (<i>SUS SCROFA</i>) EN LA SIERRA LA LAGUNA GUSTAVO ARNAUD-FRANCO, AURORA BRECEDA SOLÍS- CÁMARA, SERGIO ÁLVAREZ-CÁRDENAS Y AMAURY CORDERO-TAPIA	205

CAPÍTULO XIII	DIVERSIDAD GENÉTICA EN SIERRA DE LA LAGUNA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO	221
	CINTYA A. SEGURA-TRUJILLO, EDUARDO FELIPE AGUILERA- MILLER Y SERGIO TICUL ÁLVAREZ-CASTAÑEDA	
SECCIÓN 2	EL AMBIENTE ABIÓTICO	249
CAPÍTULO XIV	RECURSOS GEOHIDROLÓGICOS	251
	SAÚL CHÁVEZ LÓPEZ	
CAPÍTULO XV	RECURSOS HÍDRICOS	269
	ENRIQUE TROYO-DIÉGUEZ, GILBERTO SOLÍS-GARZA, ARTURO CRUZ-FALCÓN, CARLOS E. PEÑA-LIMÓN, JOSÉ OCTAVIO NAVARRO-LOZANO, ALEJANDRA NIETO- GARIBAY, MANUEL SAMIR DE LA TOBA, JOSÉ LUIS Meza- Trejo	
CAPÍTULO XVI	SUELO Y EROSIÓN	295
	YOLANDA MAYA-DELGADO	
CAPÍTULO XVII	RECURSOS MINERALES, RECURSOS PÉTREOS	303
	SAÚL CHÁVEZ-LÓPEZ	
SECCIÓN 3	CONCLUSIONES	329
CAPÍTULO XVIII	DIAGNOSIS DE LA DEFORESTACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN	331
	FAUSTO SANTIAGO-LEÓN, MAGDALENA LAGUNAS- VÁZQUES Y ALFREDO ORTEGA-RUBIO	
CAPÍTULO XIX	CONCLUSIONES	353
	ALFREDO ORTEGA-RUBIO, MAGDALENA LAGUNAS- VÁZQUES Y FELIPE BELTRÁN-MORALES	
APÉNDICE I	LISTADO ACTUAL PARA LA FLORA DE LA REBIOSLA	357
APÉNDICE II	LISTADO DE ESPECIES VEGETALES ENDÉMICAS DE LA REBIOSLA	395

XVIII

APÉNDICE III	LISTADO DE ESPECIES ARTRÓPODOS NO INSECTOS EN LA SIERRA DE LA LAGUNA (REBIOSLA)	399
APÉNDICE IV	LISTADO ACTUALIZADO DE AVES REPORTADAS EN LA SIERRA LA LAGUNA (REBIOSLA)	409
GLOSARIO		419

Prólogo

En 1989 un grupo de investigadores del CIBNOR, bajo la coordinación del Dr. Alfredo Ortega Rubio, publicó uno de los libros más completos que se han hecho en México para apoyar con bases científicas la creación de un área protegida. En este caso la reserva de la biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur. Principalmente como resultado de las gestiones del mismo grupo, la reserva se crea por Decreto Federal en 1994. Por primera vez en México, la misma institución y el mismo coordinador (Alfredo Ortega Rubio) que propusieron e impulsaron la creación de la reserva, se plantean ahora analizar si este acto conservacionista ha tenido los efectos que se esperaban.

Este libro es un ejercicio por demás interesante y oportuno que debería repetirse en otras áreas naturales protegidas. Para lograr una conservación efectiva de nuestros recursos bióticos, además del discurso y de la propuesta es necesario tener un conocimiento asentado en bases sólidas que permita juzgar si los esfuerzos conservacionistas tal y como los está realizando el país, han tenido los resultados propuestos, tanto en sus aspectos biológicos, como ambientales o sociales. Este libro, complementario al publicado en 1989, es una muy importante fuente de información para juzgar la calidad de los resultados obtenidos. Trata la situación de distintos grupos de plantas y animales, así como aspectos de la geología, la hidrología, suelos y erosión. Cada capítulo incluye reflexiones independientes de los autores, sobre cómo la creación de la reserva ha favorecido o no la protección y/o el manejo del recurso tratado. Al final, se incluyen unos comentarios generales.

La Sierra de La Laguna es un lugar excepcional, no sólo en la península de Baja California, si no en general dentro de los ecosistemas áridos del norte de México. Su aislamiento biogeográfico hace que toda su biota contenga un porcentaje de endemismo realmente excepcional, como se señala capítulo por capítulo en el libro. Nos gustaría incluir un caso muy marcado de endemismo. En la Sierra de La Laguna vive el escarabajo (*Scarabaeinae*)

Canthon obliquus Horn, el único escarabajo copronecrófago estrictamente endémico de una zona árida en Norteamérica y la Zona de Transición Mexicana. En este escarabajo las características de endemismo llegan incluso a la pérdida total de las alas, fenómeno que casi en exclusiva está limitado dentro del grupo a especies insulares o de desierto de área de distribución muy reducida.

A la riqueza biológica excepcional, que sería ya en sí un argumento irrefutable para proteger la Sierra de La Laguna, se une el hecho de que esta es la zona de recarga del acuífero que provee de agua a La Paz y a la zona de Los Cabos, o sea un seguro indispensable para el mantenimiento, y crecimiento futuro, de las comunidades humanas asentadas en esta Región y que concentran el 90 % de la población Estatal.

Las conclusiones a las que llegan los autores de los distintos capítulos y los coordinadores son positivas y optimistas. Desde su puesta en funcionamiento las pérdidas de cobertura vegetal en la reserva son realmente bajas (1,000 ha entre 2001 y 2004).

Se ha mantenido la calidad de los acuíferos y su capacidad de recarga.

La actividad de vigilancia y control del personal de CONANP es positiva.

Como se puede ver y como a detalle se discute en el libro, la creación de la reserva de la biosfera Sierra La Laguna ha sido un éxito

Gonzalo Halffter

Instituto de Ecología, A.C.

Xalapa, Veracruz

CAPÍTULO III

Vegetación

Aurora Breceda Solís-Cámara, Jesús Quiñónez-Gómez
y José Juan Pérez-Navarro

Resumen

La compleja historia geológica, el aislamiento geográfico, las condiciones climáticas y fisiográficas de la Región del Cabo, han permitido no sólo el desarrollo de ecosistemas únicos en la península, sino también un gran número de endemismos. Estas propiedades han sido motivaciones para la conservación del área, y han atraído la atención de científicos y naturalistas desde fines del siglo XIX. Existe un amplio conjunto de estudios que abordan distintos aspectos de la vegetación, desde rasgos florísticos, ecología básica de las comunidades del bosque de pino-encino y el bosque tropical seco, hasta propuestas del uso de los recursos forestales de estas formaciones. Con la declaratoria de reserva no sólo se incrementó el número de estudios, sino que se dio inicio a un plan de restauración y protección de la vegetación, impactando positivamente en los pobladores locales. Los rancheros de la sierra participan activamente en los programas de reforestación, y a través de estas acciones han tomado mayor conciencia de la importancia del mantenimiento de la cubierta vegetal para la recarga de los acuíferos de la sierra. A poco más de 15 años de la designación de la reserva, cabe reflexionar sobre las tareas pendientes, y la consolidación de líneas de investigación que permitan orientar las acciones de protección y aprovechamiento de estos recursos para elevar la calidad de vida de los pobladores del área.

Palabras clave: Vegetación. Sierra La Laguna. Desarrollo sostenible.

Abstract

The complex geological history, the geographic isolation, and the climatic and physiographic conditions of the Cape Region, have allowed not only the development of unique ecosystems in the peninsula, but also a large number of endemic species. These properties have motivated to preserve the area, and have attracted the attention of scientists and naturalists since the late nineteenth century. There is a wide range of studies that address different aspects of vegetation, such floristic features, basic ecology of the pine-oak forest and tropical dry forest, and management proposals. With the declaration of this biosphere reserve the number of studies increased, and began a plan for restoration and vegetation cover protection, impacting positively on local people. The ranchers are actively involved in reforestation programs, and through these actions have become more aware of the importance of maintaining vegetation cover for the recharge. A just over 15 years of the designation of the reserve, consideration should be given the remaining tasks, and the consolidation of research lines to guide the actions of protection and use of these resources to improve the quality of life for residents of the area.

Keywords: *Vegetation. Sierra La Laguna. Sustainable development.*

Introducción

Una de las principales motivaciones para proteger y declarar la Sierra La Laguna como Área Natural Protegida, fue la unicidad de los ecosistemas que allí se desarrollan. La compleja historia geológica, el aislamiento geográfico, las condiciones climáticas y fisiográficas de la Región del Cabo, han permitido el desarrollo de diferentes ecosistemas (Arriaga y Ortega 1988). Es así que en las partes bajas de la Sierra La Laguna, sobre las planicies aluviales y las mesas de condición árida se desarrollan algunas asociaciones de matorral xerófilo cuya variante más abundante es el matorral sarcocaulé (León de la Luz *et al.*, 2000). En las partes de mediana altitud sobre el macizo montañoso, se encuentra la mejor expresión del bosque tropical seco (o selva baja caducifolia) de la Península, constituyendo así el límite de la distribución noroccidental de este tipo de vegetación, y un importante refugio de especies tropicales, que hasta hace unos 5 millones de años presentaban una distribución geográfica más extendida (Becerra, 2005). En las regiones más altas de la sierra se encuentran el bosque de encino y el bosque de encino-pino, este último aislado de comunidades similares por cientos de kilómetros (Morelos, 1988). Sobre los lechos de los arroyos, en las profundas

cañadas que caracterizan a este serranía se desarrolla una vegetación riparia dominada por palmares y especies de ambientes méxicos (Breceda *et al.*, 1994a).

Esta variedad de comunidades vegetales, algunas de ellas únicas en el territorio peninsular, motivaron para la conservación y delimitación de la Reserva de la Biosfera. A diecisiete años de su creación cabe preguntarse sobre la efectividad y pertinencia para la conservación de la vegetación. En este ensayo pretendemos acercarnos a responder dicha inquietud, para ello revisamos el avance del conocimiento sobre la vegetación de la reserva de la biosfera, así como las acciones para proteger y mantener esta cubierta vegetal.

Metodología

Los primeros trabajos sobre la vegetación de la Región del Cabo, y en particular de la Sierra La Laguna datan desde finales del siglo XIX con los estudios de Brandege (1891 y 1892a, 1892b), en donde presenta listados florísticos y algunos rasgos sobre la fisonomía y fenología de la vegetación de la Región del Cabo, reporta un total de 732 especies, de las cuales 146 están confinadas a las montañas altas y 586 a las zonas bajas, y calcula que 72 especies son endémicas a la región. Posteriormente, Shreve (1937) caracteriza la vegetación que se encuentra por abajo de 1,000 m de altitud. Una delimitación más precisa sobre la vegetación de la Región del Cabo se encuentra en Villa-Salas (1968), en donde define diferentes asociaciones vegetales y la superficie que ocupa cada una.

A partir de la década de los años 80 se produjeron mayor número de estudios y con un énfasis ecológico, entre estos trabajos se encuentran Reygadas y Velázquez (1983) quienes hacen una primera descripción y cuantificación de las diferentes asociaciones vegetales que se encuentran en la sierra.

Una de las compilaciones más completas sobre las condiciones físicas y biológicas de la Sierra La Laguna, y que fue base para la declaratoria de la reserva, fue el libro intitulado “La Sierra de la Laguna de Baja California Sur”, editado por Laura Arriaga y Alfredo Ortega (1988). En esta obra se incluyen dos capítulos sobre la vegetación y flora de esta serranía. El primero desarrollado por Salvador Morelos, y presenta una breve reseña sobre las principales comunidades vegetales, definiendo cinco asociaciones principales; también elabora uno de los primeros mapas de vegetación para el área. En sus conclusiones comenta que, en general la cubierta vegetal de la sierra se encuentra en buen estado de conservación, y refiere a la falta de conocimiento profundo sobre la ecología de la zona, en aquella época. En esa misma obra, y en trabajos posteriores José Luis León de la Luz *et al.*, (1988, 1989) presentan un estudio sobre los aspectos florísticos, haciendo una revisión del conocimiento florístico de la zona hasta ese

entonces; asimismo proporcionan un listado de especies vegetales para la sierra, y concluyen que hasta ese momento se habían registrado 224 especies para el bosque de pino y encino, y más de 500 especies para la selva baja caducifolia. En su trabajo refieren un alto grado de endemismo de la región y falta de conocimiento en grupos como los hongos y líquenes.

En 1992 se publicó el libro intitulado “Uso y Manejo de los Recursos Naturales en la Sierra de la Laguna, B.C.S.” editado por Alfredo Ortega, (1992) en esta obra se abordan aspectos de la vegetación como recursos forestales y maderables, flora apícola, especies consumidas por el ganado y estudios sobre la población del pino.

Los aspectos ecológicos y estudios cuantitativos se han concentrado en la selva baja caducifolia, entre los primeros estudios se cuenta con el trabajo de Arriaga y León de la Luz (1989), en esta investigación encontraron diferencias entre la vegetación que crece en las distintas geoformas (mesas y colinas), y entre las vertientes de la serranía.

Resultados

Con la declaratoria de la reserva aumentaron los estudios florísticos y ecológicos de la Sierra La Laguna, particularmente para la selva baja caducifolia. Es así que a finales de la década de los años 90 se desarrollan análisis sobre las relaciones fitogeográficas, y asociaciones entre grupos de especies para la selva. Encontrando fuerte relación con el Desierto Sonorense y con zonas tropicales del continente (Breceda *et al.*, 1994b); asimismo se definen grupos de especies de afinidad tropical y árida (Breceda, 2005; León de la Luz *et al.*, 2000). Una descripción detallada sobre la selva seca y la vegetación de cañada fue realizada por Breceda (1994b), en ese trabajo observa que para la selva, las especies más importantes son lomboy (*Jatropha cinerea* y *J. cuneata*) y mauto (*Lysiloma microphyllum*). En tanto que para la vegetación de arroyo son palmas (*Washingtonia robusta*) y güeribos (*Populus brandegeei*). Se hacen también estudios sobre las relaciones biológicas entre las especies de la selva, encontrando un fuerte efecto de nodrizaje entre especies leñosas y cactáceas (Arriaga *et al.*, 1993). Se establecen también estrategias de conservación para la sierra (Arriaga, 1994; Arriaga *et al.*, 1999). Y se aportan nuevos elementos para los listados florísticos de la Región del Cabo y especies endémicas (León de la Luz *et al.*, 1999; León de la Luz y Breceda, 2006).

Si bien la mayoría de los trabajos de investigación se han concentrado en el sistema de la selva de la reserva, existen también estudios acerca del bosque de pino-encino, entre estos trabajos se encuentran el análisis sobre el régimen de disturbios naturales, la caída de árboles y la regeneración del bosque (Arriaga, 1988; Arriaga y Mercado, 2004; Mercado, 1993). Asimismo se ha estudiado la población de pino y su antigüedad mediante técnicas dendrocronológicas

(Díaz, 1995). En un trabajo reciente, León de la Luz y Domínguez-Cadena (2010) presentan una estimación de la biomasa para los bosques de pino-encino y encino.

Otra línea de investigación ha sido el efecto de las actividades antrópicas sobre la selva seca de la sierra, entre estos trabajos se encuentran, el estudio sobre la extracción de especies maderables (Breceda *et al.*, 1997), en donde se obtuvo que existen más de 36 especies maderables para construcción de viviendas, cercos y leña. La especie más afectada por esta actividad es el palo zorrillo (*Senna atomaria*). Con respecto al efecto de la ganadería se ha encontrado que el ramoneo afecta la composición del banco de semillas, ya que en parcelas sometidas a la acción del ganado, el banco de semillas se compone principalmente de especies anuales, como pastos; en tanto que en sitios excluidos abundan especies perennes (Ramírez-Apud, 1998).

Asimismo, se comprobó que uno de los efectos de la ganadería en la zona es la de favorecer el establecimiento y sobrevivencia de especies arbustivas como el palo de arco (*Tecoma stans*) y el lomboy (*Jatopha cinerea*) (Ortiz-Ávila, 1999). Sumado a estos efectos, el ramoneo del ganado vacuno, ha ocasionado también que algunas especies de árboles como el mauto (*Lysiloma microphyllum*) se desarrollen como bonsáis, normalmente estos árboles, puede llegar a medir más de diez metros de altura, pero en sitios severamente ramoneados estos árboles son de tallas muy bajas y de troncos gruesos (Breceda *et al.*, 2005).

El constante pisoteo del ganado sobre el suelo produce también su compactación, afectando la germinación de semillas y, en casos extremos la pérdida de suelo (Maya, 2004). El impacto de las actividades humanas en el área muestra un claro efecto sobre la vegetación, ya que 18% del área de la reserva presenta escasa vegetación o suelo descubierto (Breceda, 2005). El efecto de los asentamientos humanos o ranchos sobre la abundancia y diversidad de plantas y aves en la Sierra La Laguna ha sido estudiado por Ramírez (2001), en ese trabajo se encontró que la abundancia y diversidad de plantas es mayor conforme se aleja de los ranchos, en tanto que para aves se presenta una situación inversa, siendo más abundantes y diversas cercanas a los ranchos.

Con base en esta revisión se puede observar que a partir de la declaratoria de la reserva, y en particular en los años 90, la producción científica sobre la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, se incrementó, teniendo de esta manera un mayor conocimiento sobre los ecosistemas serranos, sobre el efecto de las actividades humanas sobre la vegetación, y el uso actual y potencial de los recursos naturales de esa zona. Estos trabajos han contribuido no sólo al conocimiento científico, sino también han sido la base para la planeación de la reserva, y para recomendar acciones dirigidas al manejo sustentable de la misma.

Discusión

Acciones de conservación y restauración

Hasta antes de 1998, no existía una estrategia de restauración para la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, y no se habían efectuado sistemáticamente actividades encaminadas a la rehabilitación de sitios con serios problemas de pérdida de suelos y formación de cárcavas. La erosión de los suelos es producto de la pérdida de cubierta forestal, así como del intemperismo severo que cada año se presenta en la zona (sequías prolongadas y huracanes frecuentes).

Desde los inicios de la administración de la reserva, septiembre de 1998, se inician acciones de conservación, principalmente de restauración ecológica. Como parte de estos programas se realizan reforestaciones, encaminadas a favorecer la recuperación de sitios alterados por pérdida de cubierta forestal. Con estas medidas se pretende contribuir en la resiliencia de los ecosistemas, y con el tiempo conducirlos hacia un estado de composición florística, rasgos estructurales y funcionales similares a las que se guardaban antes del disturbio que los modificó.

Entre las acciones de reforestación se encuentran la instalación de viveros y la producción de plantas de especies nativas, con la participación de los pobladores de la reserva (Tabla 1).

La producción de plantas incluye un grupo de 20 especies nativas representativas de las diferentes estructuras vegetales de la selva baja caducifolia de la reserva. La edad promedio de cada planta reforestada oscila entre 6 y 13 meses, debido a la gran variedad de especies y diferentes ciclos de crecimiento, pues cada una de ellas tiene distintos tiempo de maduración de semilla y/o brote vegetativo. Las labores de reforestación se realizan al inicio de los periodos de lluvia (julio-agosto), en predios previamente elegidos y distribuidos en las distintas regiones de la sierra. La densidad promedio de reforestación es de 928 plantas/ha, en estas actividades participan las personas de las localidades rurales.

Las actividades de reforestación, a partir de 2004, se abordan de manera sistemática, siguiendo una ordenación acorde a las teorías de restauración, creando con ello el “Plan de restauración de áreas degradadas de la reserva”. Actualmente se ha logrado una integración interinstitucional, participando de manera conjunta una organización no gubernamental “Pronatura Noroeste” y dos dependencias del Gobierno Federal (Comisión Nacional Forestal y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), que lograron unir esfuerzos a través de un convenio nacional para realizar los trabajos de restauración.

Como actividades adicionales a la reforestación, se ha trabajado con obras de conservación y restauración de suelos en las microcuencas que tienen un mayor grado de erosión. En la Reserva

de la Biosfera “Sierra La Laguna” existen alrededor de 8,110 hectáreas que presentan degradación física, las cuales han sufrido pérdida de cubierta vegetal. Esta degradación no se presenta de manera uniforme en todos los sitios, ya que en algunos sitios la pérdida de cubierta forestal es del 25%, en tanto que en otros sitios puede llegar hasta 90% del área, esto a consecuencia de la presión hacia los recursos naturales por efecto de las crecientes demandas de explotación sufridas en épocas pasadas o bien por efecto de factores climáticos como huracanes y sequía. . El desarrollo de las actividades de conservación y restauración de suelos, tiene como principal motivo realizar un control integral a nivel microcuenca, incidiendo en el origen de los escurrimientos, azolves y formación de cárcavas. Para ello se realizan obras de rehabilitación y disminución de pérdida de suelo.

Tabla 1. Cantidad de plantas y costo por año, para la reforestación de la reserva.

Año	Cantidad de planta	Costo de inversión
2000	55,000	\$62,000.00
2001	30,000	\$40,000.00
2002	65,000	\$220,000.00
2003	61,000	\$220,000.00
2004	55,000	\$200,000.00
2005	0	\$0.00
2006	62,000	\$206,000.00
2007	95,000	\$302,000.00
2008	90,000	\$432,000.00
2009	90,000	\$434,000.00
2010	100,000	\$443,000.00
2011	110,000	\$467,000.00
Total	813,000	\$3,026,000.00

El trabajo de conservación de suelos se basa principalmente en construir presas del material existente en campo, generalmente son de piedra acomodada o maderas (morillos), dependiendo de su disponibilidad. Estas presas se construyen en pequeñas cañadas o afluentes tributarios (aledaños) al arroyo principal, y se ubican de manera que logren detener el arrastre

de suelo de las laderas deforestadas. El volumen de material en cada obra es variable, ya que depende de las dimensiones del sitio donde se construyen. Para esta actividad se utiliza mano de obra del medio rural, remunerada mediante jornales basados en el salario mínimo general vigente. En esta actividad participan tanto hombres como mujeres. Como referencia, a continuación se destacan los volúmenes de material y el costo de inversión destinados a obras de conservación y restauración de suelos por año (Tabla 2).

Tabla 2. Volumen y costo de inversión para la construcción de obras de retención de suelo, en la reserva.

Año	Volumen en m ³	Costo de inversión
2002	4,420	\$2,210,000.00
2003	2,028	\$1,014,000.00
2004	1,997	\$998,500.00
2005	1,203	\$601,500.00
2006	1,520	\$760,000.00
2007	1,607	\$803,500.00
2008	1,300	\$650,000.00
2009	1,735	\$867,500.00
2010	1,420	\$710,000.00
Total	813,000	\$8,615,000.00

Las obras de conservación y restauración de suelos son de gran importancia, no sólo por las implicaciones respecto de la recuperación de la cubierta vegetal, sino también por los efectos que tienen para la recarga de los acuíferos situados al pie de la Sierra La Laguna, proporcionando así un enorme servicio ambiental. Asimismo cabe resaltar que los pobladores de la reserva se han incorporado al programa de Pago por Servicios Ambientales, promovido por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Desde el año de 2003 se ha incentivado el pago por servicios hidrológicos, y desde 2009 se inició con el pago por servicios de conservación de la biodiversidad. Desde 2003 se ha invertido en la reserva \$24,416,955.45, en un total de 13,962 ha, lo que corresponde a más del 30% del total del monto y superficie invertido por CONAFOR en la entidad.

Este conjunto de acciones de reforestación y restauración de suelos ha sido producto de la declaratoria de la Sierra La Laguna como Área Natural Protegida, es por ello que se puede concluir que las medidas de protección han sido pertinentes, no sólo desde la perspectiva de

conservación, sino también por la participación activa de los pobladores de la reserva. A pesar de este balance positivo respecto de este tema, queda comentar que las tareas de protección de la cubierta vegetal, restauración de suelos, así como contribuir con medidas que favorezcan la recarga de los acuíferos son tareas permanentes que exigen el concurso de la Dirección de la Reserva y de instancias de todas las esferas de gobierno, así como de los pobladores de esta reserva.

Conclusión y recomendaciones

Perspectivas de investigación y manejo

Existen diversas líneas de trabajo necesarias para dar continuidad el esfuerzo de conservar las formaciones vegetales de la Sierra La Laguna, pero el hecho de que se encuentre constituida la figura de Reserva de la Biosfera en esta serranía, es una ventaja que debe ser aprovechada para dicho objetivo. Por lo tanto, es imperante estrechar los vínculos entre la administración de la reserva y las instituciones académicas que han trabajado en el sistema montañoso de La Laguna.

Sería un ejercicio de gran interés, que el sistema mexicano de áreas naturales protegidas estableciera pautas prioritarias sobre la problemática que actualmente enfrenta cada una de estas áreas, y crear un fondo de investigación dirigido a atender esa problemática. Evidentemente, el objeto final de este esfuerzo sería garantizar la conservación de los ecosistemas de las Áreas Naturales Protegidas mexicanas, a la vez fomentar la sostenibilidad de las actividades productivas de los habitantes de estas áreas.

Entre los tópicos relacionados con la vegetación de la Sierra La Laguna que pueden abordarse en ese contexto son la ecología básica de especies críticas en los sistemas del bosque tropical seco, el bosque de pino-encino y la vegetación de cañadas y arroyos; la identificación de especies susceptibles de aprovechamiento extensivo y su valoración potencial; la presencia y riesgo de especies invasoras; los posibles efectos del cambio climático con valoraciones a escala de paisaje y sobre las especies endémicas de la región. Otra actividad de investigación y evaluación es conocer el éxito de la reforestación, conocer la tasa de sobrevivencia por especie e identificar a las especies más exitosas. Algunas líneas más de investigación en las que se debe profundizar, si bien no son estrictamente temas de vegetación, pero afectan directamente la conservación y dinámica de la cubierta vegetal, son los relacionados con temas socio-culturales, estos temas son una aproximación de cómo los habitantes de la reserva se apropian y manejan los recursos biológicos, de los cuales con frecuencia se pueden identificar prácticas de manejo sostenible.

La información generada por este tipo de trabajos permitirá diseñar estrategias y políticas de conservación y manejo de los recursos de la reserva, así mismo facilitarán la implementación de mecanismos que evalúen de manera sistemática el papel de la administración de la propia reserva, y permitirán dar seguimiento a las posibles mejoras del nivel de vida de sus habitantes.

Agradecimientos

Agradecemos la participación de los Técnicos: Franco Cota Castro y José Abelino Cota por su valiosa ayuda en el campo, sin la cual este trabajo no sería posible. A C. María Dólores Vázquez Astorga por su colaboración en la revisión del documento, a D. G. Gerardo Hernández García por la maquetación y edición de este capítulo, así como a la Lic. Tania Flores Azcárrega por la recopilación del material para edición.

Literatura citada

- Arriaga, L. 1988. Natural disturbance and treefalls in a pine-oak forest on the peninsula of Baja California, Mexico. *Vegetatio*, 78: 73-79.
- Arriaga, L. y A. Ortega. 1988. La Sierra de La Laguna de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. México.
- Arriaga, L. y J. L. León de la Luz. 1989. The Mexican tropical deciduous forest of Baja California Sur: A floristic and structural approach. *Vegetatio*, 84: 45-52.
- Arriaga, L., Y. Maya, D. Díaz y J. Cancino. 1993. Association between cacti and nurse perennials in a heterogeneous tropical dry forest in northwestern Mexico. *Journal of Vegetation Science*, 4: 349-356.
- Arriaga, L. 1994. Estrategia de Conservación de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de La Laguna. Centro de Investigaciones de Baja California Sur. México.
- Arriaga, L. y A. Breceda. 1999. The tropical dry forest of the Cape Region: An ecological approach for its conservation. Pp. 121-152. En: P. Ffolliott y A. Ortega (Eds.). *Ecology and Management of Forest, Woodlands and Shrublands in the Dryland Regions of the United States and Mexico: Perspectives for the 21 Century*. University of Arizona, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, USDA Forest Service. USA.
- Arriaga, L., R. Coria y R. Bastida-Zavala. 1999. La Sierra de la Laguna: fundamentos para apoyar la creación de una reserva de la biosfera. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. México.
- Arriaga, L. y M. C. Mercado. 2004. Seed bank dynamics and treefall gaps in a northwestern Mexican *Quercus-Pinus* forest. *Journal of Vegetation Science*, 15: 661-668.

- Becerra, J. 2005. Timing the origin and expansion of the Mexican tropical dry forest. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102: 10919-10923.
- Brandege, T. S. 1891. Flora of the Cape Region of Baja California. Proceedings California Academy of Sciences, 3: 218-27.
- Brandege, T. S. 1892a. The distribution of the flora of the Cape Region of Baja California. Zoe, 3: 223-31.
- Brandege, T. S. 1892b. Additions to the flora of the Cape Region of Baja California. Proceedings of the California Academy of Sciences, 3: 218-27.
- Breceda, A. 1994a. La selva baja caducifolia y la vegetación de fondo de cañada en la Sierra de la Laguna, B.C.S., México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Breceda, A., J. L. León de la Luz y L. Arriaga. 1994b. Phytogeographic relationships of the tropical dry forest of Baja California Sur with the Sonoran Desert and the nearest tropical vegetation of mainland Mexico. Biogeographica, 4: 45-52.
- Breceda, A., L. Arriaga y Y. Maya. 1997. Forest resources of the tropical dry forest and riparian communities of Sierra de la Laguna Biosphere Reserve, B.C.S., México. Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science, 30: 1-16.
- Breceda, A. 2005. El Mosaico de Vegetación de una Selva Baja Caducifolia. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Breceda, A., V. Ortiz y R. Scrosati. 2005. Mauto (*Lysiloma divaricatum*, Fabaceae) morphology as an indicator of cattle grazing pressure in a tropical dry forest in northwestern Mexico. Rangeland Ecology and Management, 58: 21-24.
- Díaz-Castro, S. 1995. Dinámica poblacional y análisis dendrocronológico de una especie de conífera endémica, *Pinus lagunae* m. f. *passini* de Baja California Sur. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- León de la Luz, J. L., R. Domínguez y R. Coria. 1988. Aspectos florísticos. Pp. 83-114. En: L. Arriaga y A. Ortega (Eds). La Sierra de la Laguna de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. México.
- León de la Luz, J. L. y R. Domínguez. 1989. Flora of the Sierra de la Laguna, Baja California Sur, México. Madroño, 36: 61-83.
- León de la Luz, J. L., J. J. Pérez-Navarro, M. Domínguez y R. Domínguez. 1999. Listados Florísticos de México XVIII: Flora de la Región del Cabo de Baja California Sur. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

- León de la Luz, J. L., J. J. Pérez-Navarro y A. Breceda. 2000. A transitional xerophytic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. *Journal of Vegetation Science*, 11: 555-564.
- León de la Luz, J. L. y A. Breceda. 2006. Using endemic plant species to establish critical habitats in the Sierra de La Laguna Biosphere reserve, Baja California Sur, México. *Biodiversity and Conservation*, 15: 1043-1055.
- León de la Luz, J. L. y R. Domínguez-Cadena. 2010. Analysis of forest types and estimates of biomass in the Sierra de la Laguna Reserve, Baja California Sur, Mexico. *Canadian Journal for Research*, 40: 2059-2068.
- Maya, Y. 2004. La erosión en la Sierra de la Laguna, Baja California Sur. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de México. México.
- Mercado, C. 1993. Características estructurales y banco de semillas de claros formados por la caída natural de árboles en el bosque de encino-pino de Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. México.
- Morelos, S. 1988. La vegetación: Una aproximación a través de la fotointerpretación. Pp. 69-82. En: L. Arriaga y A. Ortega (Eds). *La Sierra de la Laguna de Baja California Sur*. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. México.
- Ortega, A. 1992. Uso y Manejo de los Recursos Naturales en la Sierra de La Laguna, B.C.S. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. México.
- Ortiz-Ávila, V. 1999. Efecto del pastoreo sobre el establecimiento de juveniles en la selva baja caducifolia de la reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna, B.C.S. México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Puebla. México.
- Ramírez-Apud, Z. 1998. Estudio Comparativo del banco de semillas en zonas expuestas y excluidas al pastoreo en la selva baja caducifolia de la Sierra de la Laguna, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Puebla. México.
- Ramírez, J. A. 2001. Identificación de áreas críticas para la protección de la biodiversidad en la Reserva de Biosfera Sierra la Laguna. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México.
- Reygadas, F y G. Velázquez. 1983. Identificación y conteo arbóreo de la Sierra de la Laguna, Baja California. Centro de Investigaciones de Baja California. Publicaciones sobre la Sierra de la Laguna. Informe Técnico. México.

- Shreve, F 1937. The vegetation of the Cape Region of Baja California. *Madroño*, 4: 105-136.
- Villa-Salas, A. 1968. La vegetación forestal en el extremo meridional de Baja California. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Publicación 10. México.

Para citar esta obra:

Breceda Solís-Cámara, A., Quiñónez-Gómez, J. y J. Pérez-Navarro. 2012. Vegetación. En: A. Ortega-Rubio, M. Lagunas-Vázquez y L. F. Beltrán-Morales (Editores). Evaluación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos. (pp. 41-53). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. 422 pp.