

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 ASILVESTRAO <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 ASILVESTRAO (<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 IV

La Distribución de los Vegetales Endémicos en los Hábitats de La Reserva

José Luis León-de la Luz, Reymundo Domínguez-Cadena
y Alfonso Medel-Narváez.

Resumen

La Reserva ocupa dos comunidades vegetales consideradas relictuales las cuales contienen una proporción relevante de especies endémicas. El trabajo florístico ha permitido conocer que estas comunidades vegetales, el bosque de pino-encino y la selva baja caducifolia, albergan 43 y 35 especies endémicas, respectivamente. En este trabajo se segregó a la reserva en siete hábitats, en donde cada especie fue clasificada en jerárquicamente de acuerdo a un criterio de abundancia-distribución, útil también como una escala de dominancia. Usando este criterio, se encontró que casi la mitad de las especies se encuentran en el rango inferior (baja abundancia y distribución agregada). Usando la herramienta SIG, se obtuvo la ubicación y la superficie de cada uno de los siete hábitats de la Reserva; así, las laderas inferiores de la serranía representan la mayor superficie y los arroyos superiores la menor. Se obtuvo un índice de importancia a partir de la proporción de las especies endémicas encontradas en cada hábitat y la superficie de cada uno de ellos, se encontró que a pesar de su carácter fragmentario y reducido del hábitat ripario superior, éste exhibe el mayor valor. En números absolutos, las laderas inferiores albergan el mayor número de endemismos. También, treinta y cuatro especies se encuentran restringidas a solo uno de los siete hábitats, la mayor parte de estas a hábitats de las comunidades boscosas. Consecuentemente, en

planos futuros de la Reserva, una superficie de la selva baja caducifolia, con sus respectivos hábitats, deben considerarse como superficies de interés para la conservación de especies vegetales endémicas.

Palabras clave: *Baja California. Biodiversidad. Hábitat crítico. Especies endémicas.*

Abstract

The Reserve harbors two relict plant communities with a high level of endemism. Floristic research has established that such communities, the oak-pine woodland and the dry tropical forest, harbor 43 and 35 endemic species, respectively. We segregate the reserve surface into seven major habitats and each endemic species were assigned a hierarchic value into an abundance-distribution scale, also useful as dominance ranking. Using such scale, we found that almost half of the species are in the lowest rank (low abundance and aggregate distribution). Using GIS tools, we obtain the spatial distribution and surface for each habitat, where low-mountainsides represent the largest in the reserve area and upland riparian the lesser surface. We obtained an index of importance from the proportion of endemic species by habitat and its surface occupied, founding that, in spite of the small and fragmented nature the upland riparian habitats have the greatest index value. By occurrence, the lowland mountainsides harbor the greatest number of endemics. Also, thirty four endemic species occurs in only one habitat, most of them located in the woodlands habitats. Consequently, for future conservation plans in the reserve, habitats of the dry tropical forest should be considered remarkable sites, meriting better attention to ensure endemic plant preservation.

Key words: *Baja California. Biodiversity. Critical habitat. Endemic species.*

Introducción

El área de la Reserva de la biosfera alberga dos comunidades vegetales bien identificables: el bosque de pino-encino (BPE) y la selva baja caducifolia (SBC), una comunidad tropical seca. Ambas comunidades se encuentran aisladas de otras similares por cientos de kilómetros de distancia, teniendo además una efectiva barrera geográfica como lo representa el Golfo de California.

La SBC ocupa una franja altitudinal que va en general de los 500 a los 1,200 m de elevación. La zona francamente boscosa del BPE aparece a partir de los 1,500 hasta la cima a 2,100 m, entre ambas franjas de vegetación aparece una comunidad transicional denominada bosque

de encino roble (BE). Una zonación similar se presenta en las vertientes occidentales a lo largo de las montañas de la costa del Pacífico Mexicano, desde Sonora a Chiapas (Rzedowski, 1978).

Biogeográficamente el BPE se relaciona con las comunidades denominadas *sky-islands* propias del extremo suroeste de Estados Unidos y del norte de Sonora, Mex., descritas entre otros por DeBano *et al.* (1994). La SBC es la culminación en el Hemisferio Norte de nuestro continente del bosque tropical seco estacional, bien representado en Sudamérica y el Caribe (Pennington *et al.*, 2009).

El conocimiento florístico de estas comunidades, la base de posteriores investigaciones biológicas que pudieran plantearse, ha venido siendo compilada por investigadores del CIBNOR desde finales de la década de 1980. Previamente, los botánicos pioneros de esta área como Brandegee (1892), enlistaron unas 700 especies de plantas vasculares para la “Región del Cabo”, de las cuales Shreve (1937) considero que cerca del 10% podrían considerarse como endémicas. León de la Luz *et al.* (1999) enlistaron 288 especies de plantas vasculares para el BPE (43 endémicas) y 520 especies para la SBC (41 endémicas, 35 dentro del perímetro de la Reserva).

La Reserva fue originalmente planificada en un arreglo de dos áreas concéntricas, denominadas núcleo la central y de influencia la exterior, dentro de este diseño se consideró que su biota podría tener un adecuado sistema de protección, suponiendo que en el área núcleo al restringirse el aprovechamiento de los recursos naturales se daría seguridad a la flora y fauna allí contenida, al mismo tiempo dicha superficie debería representar a las cuencas de mayor captación de lluvia (Guertin *et al.*, 1988); asimismo, en el área de influencia debería ser permisible el aprovechamiento de los recursos, aunque moderado o controlado (Arriaga y Ortega, 1989). Es conveniente reconocer que dicha zonación fue propuesta con un escaso conocimiento del contenido y distribución de la biota (Ortega, 2000). Así entonces, la Zona Núcleo comprende a la mayor parte del BPE, y la SBC es principalmente Zona de Amortiguamiento, se considero incluso una Zona de Uso Público dentro de la Zona Núcleo (CONANP, 2003).

El presente trabajo tiene el propósito de determinar la distribución de las especies vegetales endémicas de las comunidades naturales de la Reserva con el propósito de aportar argumentos para la revisión de su actual zonificación, lo cual permita un mejor resguardo de los vegetales superiores; de no ser así, debe considerarse una re-zonificación que permita una mejor estrategia de salvaguarda bajo un nuevo concepto de prioridad.

Consideraciones teóricas

La composición y estructura de la vegetación de la Reserva se encuentra impactada en diversos grados debido a las prácticas cotidianas de los asentamientos humanos; también penden otras amenazas potenciales como lo son la minería a cielo abierto. La actividad de casi 100 rancherías y unas 175 familias en la zona de la Reserva gira en torno a la crianza de ganado vacuno, el corte de ramas y troncos para postería y leña. Los cambios en el paisaje, tanto en los márgenes como dentro de la Reserva han sido graduales pero constantes en el tiempo.

Adicionalmente, debe sumarse el efecto de los huracanes que irregularmente afectan el área de la reserva, ya que provocan el derribo de árboles e inducen claros en el dosel que eventualmente favorecen la erosión del suelo (Arriaga, 1988). Díaz *et al.* (2001), mediante análisis dendrocronológico, sugirió la tendencia local hacia la extensión de períodos secos. De esta manera, tanto los factores humanos como los naturales pueden ejercer combinadamente procesos negativos sobre la estabilidad de las comunidades.

El análisis que aquí se plantea está basado en la consideración de que cada comunidad se encuentra conformada por distintos hábitats, cada uno con particularidades micro-ambientales que favorecen el establecimiento de especies de manera exclusiva o preferencial, ya que las condiciones prevalentes son compatibles para su desarrollo, o desfavorables, por procesos de competencia, selección, herbivoría, disponibilidad de recursos y estrés hídrico, entre otros. Las especies colonizan esos hábitats dependiendo de sus oportunidades, capacidades genéticas y compatibilidades con el ambiente. También, cada especie es capaz de crecer en cada hábitat en distintos patrones espaciales y en densidades que pueden ser expresadas jerárquicamente como dominancia fisonómica o cuantitativa (Müller-Dombois y Ellenberg, 1974; Kent y Coker, 1992).

Gaston y Kunin (1997) discuten que en el elenco florístico de una comunidad vegetal la mayor parte de las especies son localmente raras, y que solo pocas son abundantes, de esta manera la distribución de la abundancia por especies se encuentra fuertemente sesgada. Gaston (1999) nombró a esta condición como una relación interespecífica de abundancia-ocupación; esto significa que la mayor parte de las especies ocupan un reducido espacio en la comunidad, siendo difíciles de ubicar o localizar en el espacio geográfico por su baja ocupación, reflejada también en una baja densidad poblacional.

Este enunciado teórico lleva a hipotetizar que al igual que en la totalidad de las especies de la Reserva, en el grupo de las especies endémicas existe un subgrupo mayoritario cuyas

poblaciones se encuentran limitadas en su densidad o abundancia en todos y cada uno de los distintos hábitats, al mismo tiempo existe un pequeño grupo de distribución extensiva y relativa abundancia. El primer grupo merece atención especial para los conservacionistas, porque estas especies parecen ser más susceptibles a una eventual extinción, ya que una exacerbada perturbación antrópica, o natural, puede poner en peligro su integridad como población y especie.

Debido a que el Plan de manejo de la reserva (CONANP, 2003) establece la necesidad de contar con estudios básicos sobre los recursos allí contenidos, este trabajo atiende el estudio de la distribución de las especies endémicas en la Reserva, la cual se caracteriza por su alto nivel, de acuerdo a la bibliografía generada por los botánicos y la información de herbarios.

Es importante identificar hábitats prioritarios en donde la protección debe reforzarse por la administración de la Reserva. El presente estudio analiza la distribución y la abundancia de especies de plantas superiores como un argumento biológico que permitan visualizar mejores acciones de protección ante eventualidades del ambiente o acciones antrópicas negativas en la zona de la Reserva.

Metodología

Area de estudio

La Reserva de la biosfera Sierra de La Laguna cubre 112, 455 Ha (Fig. 1), está localizada en el sector más elevado de las montañas del sur de la península de Baja California, México, cuya cima alcanza 2100 m de elevación bajo la línea del Trópico de Cáncer. El pie de monte y las planicies aluviales de estas montañas presentan un clima caliente y seco, contrastando con uno más húmedo y menos cálido en la parte más elevada, donde las temperaturas del invierno actúan como una efectiva barrera para controlar la intrusión de la vegetación de origen tropical. Gran parte de la lluvia ocurre durante el verano y en menor grado durante el invierno. La acumulación anual de precipitación pluvial varía dependiendo de la elevación y exposición (Coria, 1988).

La serranía se encuentra surcada por varios cañones y numerosas cañadas; ambientalmente, en cada uno de estos componentes del paisaje se presentan diferencias a micro y meso escala. El clima en las mayores elevaciones es relativamente templado y húmedo, con un promedio anual de 14.7°C y una precipitación acumulada promedio de 765 mm. En el sector inferior, el clima es típicamente cálido y seco, el promedio anual temperatura varía de 22.7°C en la vertiente Oeste a 23.5°C en la vertiente Este; de igual manera la lluvia acumulada promedio varía de 506 mm en el Oeste a 303 mm en el Este. Las exposiciones al Norte y Sur difieren

en principio por el régimen de insolación. Una combinación de exposición, vertiente y elevación proveen una variedad de condiciones micro-ambientales a las cuales los vegetales de estas montañas se han adaptado selectivamente.

Tipos de hábitat en la Reserva de la biosfera Sierra de La Laguna

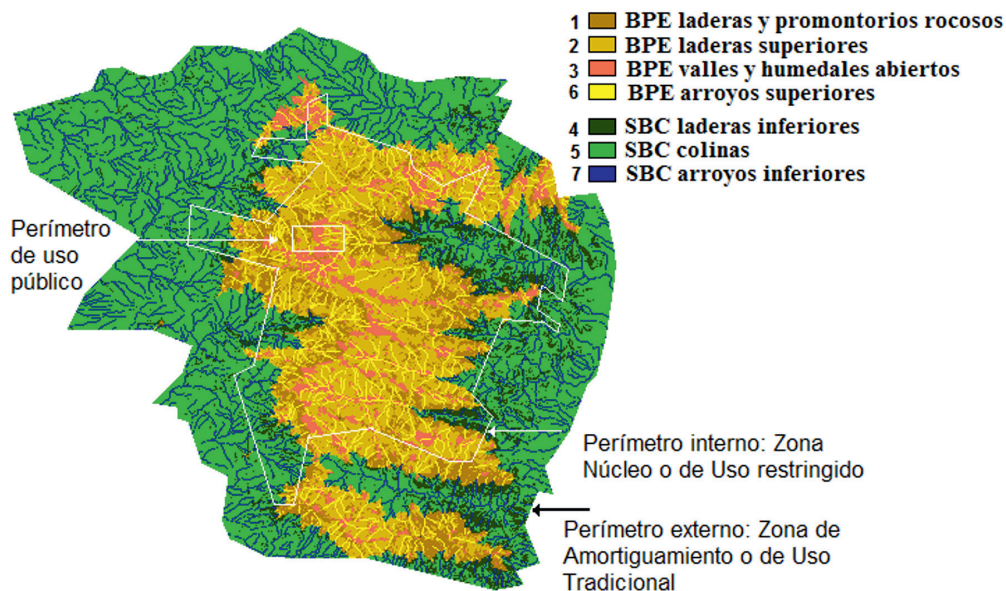


Figura 1. Localización de la Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna y la distribución de los siete hábitats descritos en el texto, basados en una imagen LandSat.

En la Reserva las comunidades boscosas (BPE y BE) cubren unas 47,000 Ha de superficie y la selva baja caducifolia (SBC) cubre unas 44,000 Ha. La SBC se extiende más allá de los límites de la Reserva hacia las montañas de la región del Cabo de Baja California Sur (unas 120,000 Ha adicionales). De acuerdo a las últimas listas florísticas (León de la Luz y Domínguez, 1989; León de la Luz y Coria, 1993; Lenz, 1996; León de la Luz *et al.*, 1999; León de la Luz *et al.*, 2011), setenta y ocho especies de plantas endémicas se encuentran en los límites de la reserva: cuarenta y tres en los bosques (BPE y BE) y treinta y cinco en la SBC.

Entre otros, los cambios estacionales en el dosel superior representan una diferencia notable entre las grandes comunidades vegetales. En las alturas, (exceptuando los picachos, prominencias rocosas, valles y humedales), la radiación es interceptada por el dosel de los

árboles siempre-verdes, como encinos y pinos de los bosques. En la SBC, las hojas del dosel se encuentran ausentes por períodos de seis a siete meses en el año. Aunque no se encuentra documentado, debido a la ausencia total de estaciones meteorológicas, existe un gradiente altitudinal que exhibe particularidades que resultan en micro-hábitats (niveles de lluvia, nubosidad, temperaturas medias y extremas, etc.) que afectan la tasa de evapo-transpiración e insolación en los ciclos diarios y anuales, que a su vez participan selectivamente en la colonización de plantas y en el desarrollo del suelo. La humedad del suelo se relaciona directamente con la cobertura vegetal, que a su vez es afectada inversamente por las tasas de erosión del suelo superficial.

Para definir los hábitats, se usaron criterios cuantitativos y cualitativos, incluidos tipos de vegetación, pendiente y nivel altitudinal (ver Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de los siete hábitats de las dos comunidades vegetales de la Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna (112,400 hectareas)

No.	Habitat	Comunidad Vegetal	Pendiente (°)	Elevación (m)
1	Picachos y promontorios rocosos	BPE	> 30	> 1000
2	Laderas superiores	BPE	10 – 30	> 1000
3	Valles y humedales abiertos	BPE	< 10	> 1600
4	Laderas inferiores	SBC	> 30	500-1000
5	Colinas	SBC	10 – 30	500-1000
6	Arroyos superiores	BPE	10 – 20	> 1000
7	Arroyos inferiores	SBC	05 – 10	< 1000

BPE = bosque de pino y encino y Encinar, SBC = selva baja caducifolia.

Para obtener la distribución de las especies en los hábitats, se usó una imagen clasificada LandSat de septiembre de 1996 combinada con datos complementarios, como curvas de nivel, ángulo de pendiente y corrientes de drenaje. El procesamiento de la imagen *raster* en el software IDRISI v.3.1 (Eastman, 1996) permitió delinear y clasificar la imagen. Los datos hidrológicos y de elevación fueron obtenidos por el escaneo de curvas de nivel y de redes de drenaje a partir de mapas topográficos (escala 1:250000; INEGI, 1991). Los datos fueron manualmente digitalizados en una base de datos MapInfo. El archivo vectorial fue convertido a formato *raster* y transferido al ambiente IDRISI para producir finalmente un modelo digital de elevación. Para representar los hábitats de la Reserva el *software* sobrepone tipos de vegetación, elevación y ángulo de la pendiente del terreno, así como las corrientes hidrológicas.

Para determinar la distribución de las setenta y ocho especies endémicas de la reserva, se consultó la base de datos computarizada del herbario HCIB del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC, así como referencias bibliográficas (Wiggins, 1980; Lenz, 1996; León de la Luz *et al.*, 1999). Basados en la experiencia de campo de los autores, así como la información de los *vouchers* del herbario HCIB y SD (tal como número de duplicados, abundancia de acuerdo a colectores y obras bibliográficas), se asignó un valor de “dominancia” dentro del criterio de abundancia-distribución a las especies registradas en cada hábitat, de acuerdo a la siguiente escala:

4 = alta & uniforme (individuos comunes, altamente probables de encontrar, presentes como dominantes o co-dominantes), 3 = alta & agregada (poblaciones en grupos desiguales, localmente comunes), 2 = baja & uniforme (individuos distribuidos uniformemente en grupos locales con pocos individuos, especies marginales), y 1 = baja & agregada (grupos eventuales de individuos, especies infrecuentes).

Se asumió que cierta especie puede hacerse presente en uno o más hábitats, que en cada uno presenta distinto valor en la escala de abundancia-distribución, y que una especie que solo se presenta en un hábitat no necesariamente tiene el valor más alto de la escala (4).

Las especies también se agruparon de acuerdo a su respectiva forma de vida o crecimiento. La clasificación utilizada es una versión simplificada de la propuesta original de Shreve y Wiggins (1964) para la flora del Desierto Sonorense, que comprende: árboles (Ar), arbustos (Ab), herbáceas perennes (Hp), y herbáceas anuales o efímeras (An). Los árboles y los arbustos se distinguen por su altura y patrón de ramificación; los arbustos y herbáceas perennes por el carácter semi-leñoso de su tallo o de parte de este; los arbustos y las herbáceas perennes por el carácter leñoso de sus tallos; y las herbáceas perennes de las anuales por la duración de su ciclo de vida. Las trepadoras (Tr) fueron agrupadas como herbáceas perennes o anuales de acuerdo a su grado de lignificancia. En la Reserva no se presentan especies endémicas como formas parásitas o epifitas.

Para cada hábitat, se estimó un índice de importancia (I de I) dividiendo la proporción de especies allí encontradas (como formas de vida) entre la superficie ocupada correspondiente.

Resultados

La lista de especies endémicas así como su adscripción a una forma de vida, comunidad vegetal y valor de dominancia se presenta en el apéndice adjunto.

La Tabla 2 despliega el criterio de abundancia-distribución para las endémicas representadas por su respectiva forma de vida en cada comunidad. En los hábitats de la selva baja caducifolia (SBC), la mayor parte de las especies presentan baja dominancia (2, 1; treinta y cuarenta especies, respectivamente), aquellas con mejor valor de dominancia (4, 3) incluyen a las arbustivas *Yucca capensis* Lenz y *Viguiera tomentosa* A. Gray. En los hábitats de los bosques (BPE y BE) también prevalecen los criterios de abundancia baja & agregada y baja & uniforme (dominancias 1 y 2; treinta y treinta y cinco especies, respectivamente) con las herbáceas perennes como las más comunes formas de vida (diez y seis y diez y ocho especies, respectivamente).

Tabla 2. Tendencia numérica de las setenta y ocho especies endémicas de los siete hábitats del bosque de pino-encino (BPE) y de la selva baja caducifolia (SBC) de la Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna de acuerdo a su correspondiente forma de vida o crecimiento y criterio de abundancia-agregación.

Forma de vida	Criterio de Abundancia Agregación							
	A & U (4)		A & A (3)		B & U (2)		B & A (1)	
	SBC	BPE	SBC	BPE	SBC	BPE	SBC	BPE
Arboles Ar	0	4	1	1	1	2	1	4
Arbustos Ab	1	3	3	5	8	3	9	4
Herbáceas perennes Hp	0	3	3	3	11	11	26	21
Anuales An	0	2	0	1	3	5	4	10
Total 1	1	12	6	10	23	21	40	39
Total 2		13		16		44		79

A & U = alto y uniforme valor 4

A & A = alto y agregado valor 3

B & U = bajo y uniforme valor 2

B & A = bajo y agregado valor 1

El valor descendente (4, 3, 2, 1) corresponde a la dominancia.

A diferencia de los hábitats de la SBC, en los bosques se presenta una mejor ocurrencia de las dominancias superiores (dominancia 3 y 4; doce y catorce especies, respectivamente). Seis endémicas son allí dominantes, cuatro como árboles (*Pinus lagunae* Passini, *Quercus devia* Goldman, *Nolina beldingii* Brandegee, y *Arbutus peninsularis* Rose et Goldman) y dos son arbustos del sotobosque *Calliandra brandegeei* (Britt. et Rose) H.S. Gentry y *Helianthus similis* (Brandegee) S.F. Blake.

La Tabla 3 muestra el porcentaje de formas de vida o crecimiento por ocurrencia en los siete hábitats considerados en este trabajo; las laderas de la SBC (hábitat 4) comprenden la mayor parte (el 18.8%) de las endémicas y los valles del BPE (hábitat 3) albergan a la menor

proporción (8.2%). Sin embargo, considerando el índice de importancia (I de I), los dos hábitats riparios (arroyos) son relevantes (hábitats 6 y 7; con 7.6 y 2.5, respectivamente).

De particular importancia es el hábitat ripario del BPE (hábitat 6), en donde prevalecen condiciones micro-ambientales de elevada humedad y de sombra. Esta condición vuelve a encontrarse hasta cientos de kilómetros de distancia en la porción continental de México o en el norte de la península.

Tabla 3. Índice de Importancia (I de I) para los siete hábitats de la Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna en relación con las formas de crecimiento o de vida de las setenta y ocho especies endémicas.

Forma de vida	Hábitat						
	1	2	3	4	5	6	7
Arboles Ar	2	4	1	2	0	4	1
Arbustos Ab	5	5	2	9	9	3	3
Herbáceas perennes Hp	10	8	6	18	14	12	10
Anuales An	2	6	6	2	4	4	3
% ocurrencia	12.2	14.8	9.6	20	17.4	14.8	10.9
I de I*	1.3	0.7	1.6	2.3	0.3	6.4	2.0

* Índice de Importancia = razón entre el porcentaje de ocurrencia de las formas de vida de las especies endémicas con la superficie estimada de los hábitats que ocupan la Reserva (ver también Tabla 4).

Basados en el Índice de Importancia (I de I), las colinas de la SCB (hábitat 5; 0.3) se encuentra como el hábitat menos significativo para las especies endémicas, ya que si bien tiene un considerable número de éstas, ocupa una extensa superficie geográfica.

La Tabla 4 enlista la superficie de cada hábitat dentro de la Reserva, el número de especies que cada uno contiene (la misma especie puede ocupar varios de estos) y el número de endémicas restringidas a un solo hábitat. De esta manera, las laderas de las comunidades boscosas (hábitat 2) y las colinas de la SBC (hábitat 5) ocupan el 69% de la superficie de la Reserva (20% y 49%, respectivamente). Los dos hábitats riparios comprenden la superficie más reducida (casi 8%), y los otros tres hábitats tienen una extensión similar.

De las setenta y ocho especies endémicas a la Reserva, treinta y cuatro (el 43.5% del total) se encuentran restringidas a un solo hábitat. Este grupo de “especies dependientes de un hábitat” sin duda son el grupo más vulnerable, ya que una perturbación sobre ellos pondría en grave situación a una alta proporción de los endemismos, particularmente en la

zona boscosa (hábitats 1, 2, 3, 6), dado que la mayor parte de este selecto grupo (veintidós de treinta y cuatro) solo allí se encuentran.

Tabla 4. Cobertura relativa (%) de los siete hábitats y la frecuencia de distribución de las setenta y ocho especies endémicas de la Reserva de Biosfera Sierra de La Laguna.

Hábitat	Área relativa %	especies	
		Total	Exclusivas
1 Picachos y promontorios rocosos	8.87	19	6
2 laderas superiores	19.89	23	7
3 Valles y humedales abiertos	5.86	15	6
4 Laderas inferiores	8.68	31	4
5 Colinas	49.04	25	2
6 Arroyos superiores	2.32	23	6
7 Arroyos inferiores	5.35	16	3

Se considera la distribución de la misma especie en dos o más hábitats. El total se refiere a la agregación de especies en cada hábitat. Exclusivas corresponde a treinta y cuatro endémicas restringidas a un hábitat.

Las laderas de la SBC (hábitat 4) concentra la mayor cantidad de endemismos de la Reserva (ya sea exclusivos o compartidos), pues allí se registran treinta especies; mientras que los Valles y humedales abiertos (hábitat 3) de las zonas boscosas concentran la menor proporción absoluta, quince especies. *Bebria tenuiflora* Greene, una herbácea perenne, es el único endemismo (género monoespecífico) que crece en los siete hábitats considerados. La Fig. 1 ilustra cuatro especies endémicas de la Reserva.

Discusión

La Reserva muestra un gran número de especies endémicas en una relativa reducida superficie. Como grupo de hábitats, la comunidad del BPE es de particular importancia, dado que el nivel de endemismos de su flora (16%) es del orden encontrado en islas oceánicas (Carlquist, 1974; Stuessy y Ono, 1998).

La SBC comparte muchas especies no-endémicas con las comunidades del Desierto Sonorense en la península de Baja California (Breceda *et al.*, 1994; León de la Luz *et al.*, 2000, 2011); pero, por otro lado, los bosques (BPE, BE), son comunidades aisladas de otras semejantes por un mar de aridez. El endemismo en la SBC es moderado (7%) porque su contigüidad con las comunidades de filiación tropical-xéricas (la familia del matorral sarco-caule dominante en la península) permite un cierto intercambio de especies, diluyendo el carácter alopatrico de dichas especies (la

*Clitoria monticola**Mimosa lagunensis**Nolina beldingii**Pinus lagunae*

Fig. 1. Algunas especies endémicas de la Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna. *Clitoria monticola*, herbácea común en toda la serranía. *Mimosa lagunensis*, o “celosa”, arbustiva común en la reserva. *Nolina beldingii*, “sotol”, característica del bosque. *Pinus lagunae*, “pino piñonero”, especie diagnóstica del bosque. (Fotografías: José Luis León-de La Luz)

primera condición para la divergencia evolutiva). En tales comunidades tropical-xéricas el aislamiento es menos efectivo que en los bosques de la reserva, deprimiendo el potencial para generar nuevas razas geográficas y especiación (Grant, 1971).

Los resultados sobre la distribución de las especies endémicas dominantes es consistente con las consideraciones teóricas sobre la abundancia y la rareza de especies en una cierta comunidad vegetal (Rabinowitz *et al.*, 1986); particularmente en la relación especies-área, ya que unas pocas de estas constituye invariablemente la mayor parte del número de individuos muestreados, mientras que la mayor parte de las especies están representados por muy pocos individuos, tendiendo a una baja frecuencia o rareza (May, 1975). Tal esquema es dinámico, esto es, podría ocurrir que al modificarse las condiciones ambientales (por ejemplo, por disturbios de cualquier índole) las especies de un cierto nivel jerárquico pueden pasar a menores niveles, mientras que otras de menor nivel pueden pasar a los niveles jerárquicos superiores, incluso se puede permitir el ingreso de otras especies previamente no registradas (Gaston y Kunin, 1997).

El género mono-específico *Faxonia* (*F. pusilla* Brandege), alguna vez colectado en la zona de la SBC en 1891 se considera ahora extinto. Datos adicionales de las continuas listas florísticas de las comunidades de la Reserva por ejemplo, León de la Luz *et al.*, (1999, 2011) permiten considerar otras dos especies endémicas, colectadas hacia finales del siglo XIX y primeras décadas del siglo XX, podrían catalogarse actualmente en la categoría de en riesgo de extinción. Ambas especies han sido pobremente colectadas en las tres últimas décadas durante las jornadas de campo de los autores y del personal de otras colecciones (Academia de Ciencias de California CAS, Universidad de California Berkeley UC, y Museo de Historia Natural de San Diego SD). Estas son *Dudleya rigida* Rose (Crassulaceae) y *Carex longissima* M. E. Jones (Cyperaceae), ambas especies corresponden al BPE, la primera propia de las prominencias rocosas (hábitat 1) y la segunda de los arroyos (hábitat 6). No es posible certificar si la declinación de estas especies se ha dado por causas naturales, si desde el momento de su colecta ya eran especies de baja densidad poblacional, si han sido víctimas del cambio climático, o aun de la interferencia humana.

Las formas de vida o crecimiento han sido usadas para caracterizar la estructura de las comunidades vegetales dado que ciertas formas son prevalentes en comunidades similares, y porque se consideran que expresan rasgos funcionales de las mismas. Las herbáceas perennes es la forma más prevalente entre las endémicas de la Reserva, de acuerdo con lo expresado por Whittaker (1975) donde las hemi-criptofitas (las formas equivalentes a las herbáceas perennes, según la clasificación de Raunkiaer) conforman las formas mayoritarias en los bosques cálidos y templados.

Conclusiones

1. En los siete hábitats de las comunidades vegetales consideradas, las especies endémicas se agrupan mayoritariamente en la criterio de baja abundancia (integrados en el patrón uniforme y agregado, valores 2 y 1 en la escala propuesta, ver Tabla 2). Estos niveles de abundancia-agregación sugieren una relativa rareza para la mayor parte de estas especies (ver Tabla 3).
2. Algunos hábitats del BPE se encuentran fisonómicamente caracterizados por especies arbóreas (Ar) y arbustivas (Ab), a pesar de que las endémicas de la Reserva son mayoritariamente especies de formas herbáceas.
3. Del análisis de la distribución de especies en los siete hábitats, se encontró que treinta y cuatro aparecen solo en un hábitat. Este selecto club de endemismos se encuentra seguramente ligado a las condiciones particulares del ambiente que ocupan. Esto tiene importantes implicaciones para la diversidad y la conservación en la reserva, dado que la actual Zona Núcleo incluye veinte de este grupo (hábitats 1, 2 y parcialmente el 6).
4. La actual Zona Núcleo no comprende ningún hábitat de la SBC. El hábitat 4 (laderas de la SBC)) es particularmente importante porque mantiene la ocurrencia de un alto número de endemismos, ya sea restringidos a un solo hábitat o ocupando varios, con distintos valores de dominancia, conteniendo treinta de los endemismos.
5. Los dos hábitats riparios de la Reserva (6 y 7) son los ambientes que merecen especial atención, porque contienen más endemismos por unidad de superficie (ver Tablas 3 y 4).
6. Debe someterse a una profunda discusión la re-zonificación, en donde debe incluirse una proporción de la SBC que incluya los tres hábitats allí considerados, las laderas incluyen en números absolutos una importante proporción de especies, lo cual permitirá magnificar la protección de las especies endémicas de la Reserva.

Agradecimientos

El presente manuscrito es en su mayor parte una adaptación al español de León de la Luz *et al.* (2005), así como su actualización. Aurora Breceda realizó el manejo de la imagen de satélite. Agradecemos a las autoridades de la Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna las facilidades brindadas durante el desarrollo de la presente actividad, particularmente a Mario Rodríguez, Jesús Quiñónez y Víctor Anguiano. El CIBNOR y CONACyT proveyeron apoyo financiero para el desarrollo. Se agradece también la participación de Miguel Domínguez León y las participaciones de 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 on the Peninsula of California, México. *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.
- Brandege, T. S. 1892. Flora of the Cape District of Baja California. *Proceedings of the California Academy of Science*, 3: 8-182.
- Breceda, A., J. L. León de la Luz y L. Arriaga. 1994. Phytogeographic relationships of the tropical dry forest of Baja California Sur with the Sonoran Desert and the nearest tropical vegetation of mainland Mexico. *Memoires de la Societe de Biogeographie*, 3: 45-52.
- Carlquist, S. 1974. *Island Biology*. Columbia University Press. USA.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2003. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. México.
- Coria, R. 1988. Climatología. Pp. 45-52. In: La Sierra de la Laguna de Baja California Sur. En: L. Arriaga y A. Ortega (Eds). Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. México.
- DeBano, L., G. J. Gottfried, R. Hamre, C.P. Edminster, P. F. folliot y A. Ortega. 1994. Biodiversity and management of the Madrean Archipelago: the sky islands of southern United States and northwestern Mexico. U. S. Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station. General Technical Report RM-GTR-264. USA.
- Díaz, S. C., R. Touchan y T. W. Swetnam. 2001. A tree-ring reconstruction of past precipitation

- for Baja California Sur, México. *International Journal of Climatology* 21: 1007-1019.
- Eastman, R. J. 1996. IDRISI, A geographical and image processing software. Clark Labs, Clark University, Graduate School of Geography, USA.
- Gaston, K. J. y W. E. Kunin. 1997. Rare-common differences: an overview Pp. 12-29. En: *The Biology of Rarity: Causes and Consequences of Rare-Common Differences*. W. E. Kunin y K. J. Gaston (Eds). Chapman & Hall, UK.
- Gaston, K. J. 1999. Implications of interspecific and intraspecific abundance-occupancy relationships. *Oikos*, 86: 195-207.
- Grant, V. 1971. *Plant Speciation*. Columbia University Press. USA.
- Guertin, P. D., P. F. F. folliott y M. M. Fogel. 1988. Características fisiográficas e hidrológicas. Pp. 37-43. En: L. Arriaga y A. Ortega (Eds.), *La Sierra de la Laguna de Baja California Sur La Paz: Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur*. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1991. Carta Topográfica 1:250,000 Hoja San José del Cabo F12-2-3-5-6, México.
- Kent, M. y P. Coker, P. 1992. *Vegetation description and analysis: a practical approach*. John Wiley & Sons. UK.
- Lenz, L. W. 1996. *An Annotated Catalogue of the Plants of the Cape Region, Baja California Sur, Mexico*. The Cape Press. USA.
- León de la Luz, J. L. y A. Breceda. 2006. Using endemic plant species to establish priority conservation habitats in the Sierra de La Laguna Biosphere Reserve, Baja California Sur, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 15: 1043-1055.
- León de la Luz, J. L. y R. Coria. 1993. Additions to the Flora of the Sierra de la Laguna, Baja California Sur, Mexico. *Madroño*, 40: 15-24.
- León de la Luz, J. L., Domínguez, R. 1989. Flora of the Sierra de la Laguna, Baja California Sur, México. *Madroño*, 36: 61-81.
- León de la Luz, J. L., J. J. Pérez Navarro y M. Domínguez. 1999. Flora de la Región del Cabo, Baja California Sur, México. Serie Listados Florísticos de México, 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.
- May, R. M. 1975. Patterns of species abundance and diversity. Pp. 81-120. En: *Ecology and Evolution of Communities*. M. L. Cody y J. M. Diamond (Eds). Belknap Press. USA.

- Müeller-Dombois, D y H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons. USA.
- Ortega, A. 2000. The obtaining of biosphere reserve decrees in Mexico: Analysis of three cases. *International Journal of Sustainable Developmental World Ecology*, 7: 1-11.
- Pennington, R. T., M. Lavin y A. Oliveira-Filho. 2009. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 40: 437–457.
- Rabinowitz, D, S. Cairns y T. Dillon. 1986. Seven kinds of rarity. Pp. 182-204. En: *Conservation Biology*. M.E. Soule (Ed.). Sinauer Sunderland. USA.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México.
- Shreve, F y I. L. Wiggins. 1964. *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*, 2 vols. Stanford University Press. USA.
- Shreve, F 1937. The vegetation of the Cape Region of Baja California. *Madroño*, 4: 105-113.
- Stuessy, TF y M. Ono. 1998. *Evolution and speciation in islands plants*. Cambridge University Press. UK.
- Whittaker, R. H. 1975. *Communities and Ecosystems*. MacMillan Publishing Co. USA.
- Wiggins, I. L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. USA.

Para citar esta obra:

León-de La Luz, J. L., Domínguez-Cadena, R. y A. Medel-Narváez. 2012. La distribución de los vegetales endémicos en los hábitats de la reserva. 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. 55-71). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. 422 pp.