

**E**n 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

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



CAPÍTULO VI	<b>FAUNA ACUÁTICA</b> 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	<b>HERPETOFAUNA</b> MARÍA DEL CARMEN BLÁZQUEZ-MORENO, PATRICIA GALINA-TESSARO Y ALFREDO ORTEGA-RUBIO	107
CAPÍTULO VIII	<b>AVIFAUNA</b> PATRICIA GALINA-TESSARO Y ARADIT CASTELLANOS VERA	129
CAPÍTULO IX	<b>MAMÍFEROS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA LA LAGUNA</b> GUSTAVO ARNAUD-FRANCO, SERGIO ÁLVAREZ-CÁRDENAS Y PATRICIA CORTÉS-CALVA	145
CAPÍTULO X	<b>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</b> PATRICIA CORTÉS-CALVA	163
CAPÍTULO XI	<b>DIETA, CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DEL CERDO ASILVESTRAO <i>SUS SCROFA</i> EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA LA LAGUNA</b> 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	<b>IMPLICACIONES DE LA PRESENCIA DEL CERDO ASILVESTRAO (<i>SUS SCROFA</i>) EN LA SIERRA LA LAGUNA</b> GUSTAVO ARNAUD-FRANCO, AURORA BRECEDA SOLÍS- CÁMARA, SERGIO ÁLVAREZ-CÁRDENAS Y AMAURY CORDERO-TAPIA	205

CAPÍTULO XIII	<b>DIVERSIDAD GENÉTICA EN SIERRA DE LA LAGUNA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO</b>	221
	CINTYA A. SEGURA-TRUJILLO, EDUARDO FELIPE AGUILERA- MILLER Y SERGIO TICUL ÁLVAREZ-CASTAÑEDA	
<b>SECCIÓN 2</b>	<b>EL AMBIENTE ABIÓTICO</b>	249
CAPÍTULO XIV	<b>RECURSOS GEOHIDROLÓGICOS</b>	251
	SAÚL CHÁVEZ LÓPEZ	
CAPÍTULO XV	<b>RECURSOS HÍDRICOS</b>	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	<b>SUELO Y EROSIÓN</b>	295
	YOLANDA MAYA-DELGADO	
CAPÍTULO XVII	<b>RECURSOS MINERALES, RECURSOS PÉTREOS</b>	303
	SAÚL CHÁVEZ-LÓPEZ	
<b>SECCIÓN 3</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	329
CAPÍTULO XVIII	<b>DIAGNOSIS DE LA DEFORESTACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN</b>	331
	FAUSTO SANTIAGO-LEÓN, MAGDALENA LAGUNAS- VÁZQUES Y ALFREDO ORTEGA-RUBIO	
CAPÍTULO XIX	<b>CONCLUSIONES</b>	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

**E**n 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 XVI

# Suelo y Erosión

Yolanda Maya-Delgado

### **Resumen**

Se hizo una reclasificación de las unidades cartográficas de los suelos de la REBIOSLA utilizando los datos físico-químicos reportados en estudios previos. De acuerdo con el sistema actual de clasificación de la FAO, los suelos dominantes fueron Leptosoles líticos. En un mapa de erosión generado a partir de la clasificación supervisada de imágenes satelitales numéricas de 1996, se pudo estimar que un poco más del 3% de la superficie de la REBIOSLA (3,540 ha) se encontraba erosionada. Se discuten las ventajas de la aplicación de nuevas tecnologías basadas en el análisis de información radiométrica para la estimación cuantitativa de la erosión y cobertura vegetal. Se plantean algunas recomendaciones con referencia a la conservación del suelo.

***Palabras clave:** Clasificación suelos y erosión. Reserva de la biosfera Sierra La Laguna.*

### **Abstract**

Using the physico-chemical data reported in previous studies, a reclassification of the REBIOSLA soil cartographic units was performed. According to the actual FAO classification system, the dominant soils were Lithic Leptosols. Using a map generated by the supervised classification of 1996 numeric satellite images, it was estimated that around of 3% of the REBIOSLA surface (3,540 ha) was eroded. The advantages of new technology tools based on radiometric information analyses for the quantitative estimation of soil erosion and vegetation cover is discussed. Some recommendations in reference to soil conservation are formulated.

**Key words:** *Classification soil and erosion. Biosphere reserve Sierra La Laguna.*

## Introducción

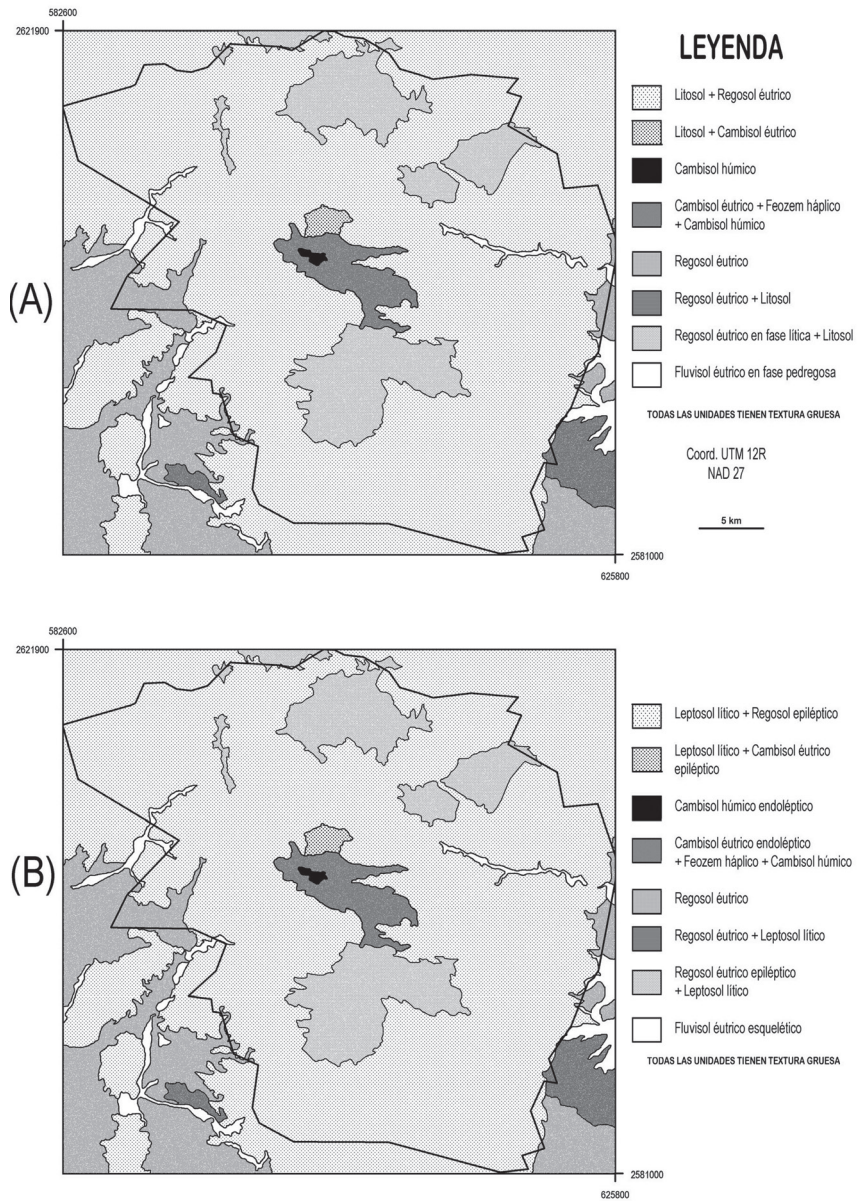
Antes del decreto de la REBIOSLA había muy poca información referente a los suelos de la región. La primera fuente en la que se mostraba la distribución espacial de las diferentes unidades de suelo fueron las cartas edafológicas publicadas por la Secretaría de Programación y Presupuesto y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, en escalas 1:1, 000,000 (SPP, 1981) y 1:250,000 (INEGI, 1985) respectivamente. Debido a la escala, estos estudios sólo proporcionaban información muy general sobre la zona.

Un estudio más detallado sobre los suelos de la sierra de la Laguna fue realizado por Maya (1988), cuyos resultados se presentan en la Fig. 1A. Ese estudio se realizó a partir de la interpretación de fotografías pancromáticas aéreas verticales escala 1:50,000, obtenidas por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en 1978, y con apoyo en la descripción morfológica de perfiles en campo y el análisis físico-químicos de muestras. La distribución espacial de las unidades de suelo se representó en un mapa escala 1:80,000.

Cabe señalar que tanto la cartografía de INEGI como el trabajo de Maya (1988) utilizaron el sistema de clasificación suelos FAO 68, modificado por CETENAL en 1970 (CETENAL, 1970), el cual ya no se utiliza en la actualidad.

En cuanto a la erosión, Morelos (1988), en su estudio sobre la vegetación de la sierra de la Laguna señaló que en 1978 ya existían problemas de erosión en la región. En su Mapa de Vegetación, generado por la interpretación de fotografías pancromáticas aéreas escala 1:50,000 de 1978, representó varias unidades de erosión, siempre asociada a diferentes tipos de vegetación. En la Fig. 2A se puede observar que dentro de la zona de la reserva identificó algunas unidades de erosión asociada a bosques de encino o bosques de encino-pino. En las unidades fuera de los límites de la REBIOSLA la erosión estaba asociada a selva baja caducifolia y a matorral xerófilo.

El objetivo del presente capítulo fue reunir y analizar la información publicada sobre suelos y erosión desde el momento del decreto de la REBIOSLA hasta la fecha, así como actualizarla en la medida de lo posible y proponer directrices de investigación a futuro.



**Figura 1.** Mapas Edafológicos: (A) Maya (1988), con el sistema de clasificación FAO 68 modificado por CETENAL en 1970; (B) actualización con el sistema de clasificación WRB 2000.



## **Metodología**

A partir de la información publicada por Maya (1988), se hizo una actualización del Mapa de Suelos utilizando el sistema de clasificación de suelos WRB 2000 (FAO, 2000). La actualización se hizo básicamente utilizando las descripciones morfológicas de los perfiles de suelo y los resultados de los análisis físico-químicos de las muestras colectadas.

Por otra parte se utilizó una subescena multibanda proveniente de la imagen Landsat Thematic Mapper P34 / R44 para realizar el inventario de la superficie de la REBIOSLA que en 1996 se encontraba erosionada. La subescena, tomada el 18 de septiembre de 1996 durante la temporada húmeda, tenía una resolución de 25 m. El polígono del límite de la reserva se obtuvo de la página web de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y con él se creó una máscara para extraer únicamente la superficie correspondiente a la REBIOSLA utilizando el SIG Idrisi 14.0 (Clark Labs., 2003).

Uno de los objetivos era estimar la superficie erosionada. Para ello se generó un mapa de Uso del Suelo por medio de una clasificación supervisada. Se aplicó un clasificador basado en el Teorema de Bayes. De acuerdo con el conocimiento que se tenía de la zona las clases elegidas fueron “arroyos”, “bosque”, “erosión”, “matorral” y “selva”. Una vez obtenido el mapa de Uso del Suelo se hizo una reclasificación y se obtuvo el mapa booleano de erosión.

## **Resultados**

### *Suelos*

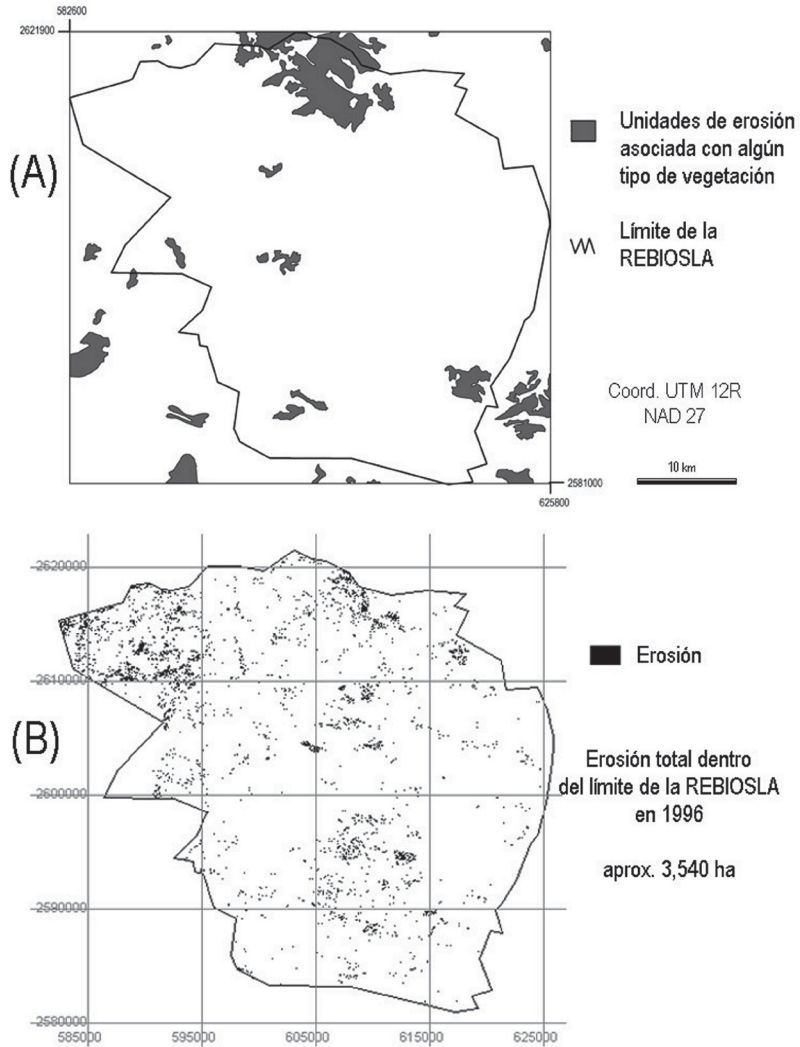
En la Fig. 1B se presenta el Mapa de Suelos actualizado con el sistema de clasificación de suelos WRB 2000. Aunque cambiaron los nombres de algunos de los grupos de suelo, se consideró que la delimitación de las unidades cartográficas era coherente con la nueva clasificación, por lo que se mantuvo.

### *Erosión*

En la Fig. 3 se presenta el resultado de la clasificación supervisada de la imagen satelital de 1996. De acuerdo con este mapa, en 1996 las zonas erosionadas en la REBIOSLA cubrían una superficie de alrededor de 3,540 ha (Fig. 2B), que era el equivalente a un poco más del 3 % de la superficie total de la REBIOSLA (108,230 ha).

En la Fig. 3 se puede apreciar también que varias unidades dentro de los límites de la reserva resultaron clasificadas como matorral. En el terreno se pudo comprobar que en estas unidades de “matorral” varios elementos arbóreos de la vegetación original habían sido

talados, que la vegetación era muy abierta y que eran abundantes los individuos de *Jatropha vernicosa* Brandege (lomboy rojo) y *Dodonaea viscosa* Jacq. (guayabillo), siendo ambas especies arbustivas indicadoras de perturbación dentro de la selva y el bosque, respectivamente.



**Figura 2.** Mapas de Erosión: (A) a partir de Morelos (1988); (B) mapa booleano de erosión, generado a partir de la clasificación supervisada de una imagen Landsat de 1996.

## Discusión

Resulta interesante que varios píxeles que se encuentran colindantes con áreas afectadas por la erosión y que deberían haber sido clasificados como bosque o selva baja caducifolia lo hayan sido como matorral. Esto se debió por una parte a la ausencia de elementos arbóreos, y por otra a la abundancia de especies como el lomboy rojo y el guayabillo, que son indicadoras de erosión. Con base en ello se podría considerar que, en conjunto, estas áreas representarían una condición de suelo en riesgo de erosión.

Los avances tecnológicos actuales han puesto a nuestro alcance herramientas como la percepción remota satelital, que ha dado lugar a una nueva generación de cartografía raster en la que es posible identificar micro-áreas que cumplen con determinados atributos. Sin embargo, es necesario considerar que no es posible comparar los mapas de erosión obtenidos por fotointerpretación con los generados por la clasificación de las imágenes satelitales.

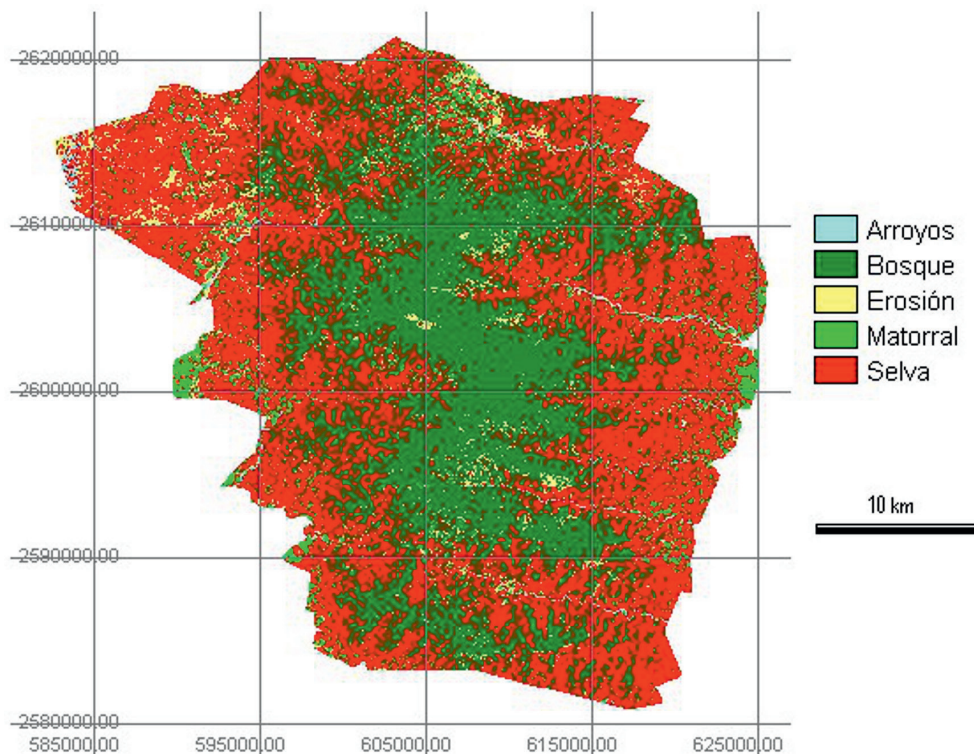


Figura 3. Mapa de Uso del Suelo, generado a partir de la clasificación supervisada de una imagen Landsat de 1996.

Debido al tamaño mínimo cartografiable ( $0.5 \text{ mm}^2$ ) y a la superficie que cubre la tinta al delimitar las unidades, durante la interpretación de fotografías escala 1:50,000 no es posible separar cada uno de estos pequeños parches de terreno erosionado. Es por eso que al realizar la fotointerpretación Morelos (1988) incluyó, como normalmente se hace, varios de estos parches en una sola gran unidad conteniendo una asociación de zonas erosionadas y vegetación. Es por ello que este tipo de unidades no son comparables con las generadas en la clasificación de una imagen satelital, en donde la unidad mínima a clasificar es el pixel, en este caso de 25 m, que en la fotografía aérea equivaldría a  $0.33 \text{ mm}^2$ .

### **Conclusión**

Debido al tiempo que toman los procesos edáficos, sería difícil encontrar diferencias morfológicas a solo poco más de dos décadas de que se realizó la descripción de los perfiles de suelo. Incluso a partir del análisis de la información espacial actual se pudo concluir que las unidades cartográficas habían sido adecuadamente delimitadas. Utilizando las mismas unidades de la cartografía previa fue posible hacer una actualización con el nuevo sistema de clasificación de suelos. Esta información será muy útil al tomar en cuenta que instituciones nacionales como la SEMARNAT y la CONABIO solicitan que los resultados de sus proyectos de investigación hagan referencia a los suelos de acuerdo a este nuevo sistema de clasificación.

Sobre la erosión del suelo, lo que se pudo concluir al tratar de contrastar los resultados de la interpretación de fotografías aéreas de 1978, previas al decreto de la reserva, con la clasificación supervisada de imágenes de satélite de 1996, fue que no era posible realizar una comparación objetiva. Sin embargo, ambos métodos proporcionan información valiosa del fenómeno, el primero cualitativa y el segundo cuantitativa, en el momento de su evaluación.

A partir del decreto de la REBIOSLA, la CONANP ha implementado regulaciones y programas de reforestación tendientes al combate y control de la erosión y a la conservación del suelo. De acuerdo con Quiñonez-Gómez (com. pers.), entre las acciones paralelas a la reforestación que han tenido buenos resultados está la exclusión al ganado y la construcción de estructuras para controlar el escurrimiento superficial; es muy recomendable continuar realizando todas estas acciones en conjunto. Se puede afirmar que indudablemente el decreto de 1994 ha sido favorable para la conservación del recurso suelo en la REBIOSLA.

## Agradecimientos

A la Lic. Tania Flores por la recopilación del material para edición, al D. G. Gerardo Hernández García por la maquetación y edición final de este capítulo y a la Maestra Diana Dorantes por su ayuda en la traducción del Abstract

## Literatura citada

- Clark Laboratories. 2003. Software IDRISI versión 14.0 (Kilimanjaro). Clark University. USA.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1970. Sistema de clasificación de suelos FAO-UNESCO 1968, modificado por CETENAL. Secretaría de la Presidencia. México.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2000. World reference base for soil resources. 94 World Soil Resources Reports. Italia.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1985. Carta Edafológica F12-2-3-5-6 San José del Cabo, escala 1:250,000. México.
- Maya, Y. 1988. Edafología. Pp. 53-65. 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.
- Morelos, S. 1988. La vegetación: una aproximación a través de la fotointerpretación. Pp. 69-81 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.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1981. Carta Edafológica La Paz, escala 1:1,000,000. México.

Para citar esta obra:

Maya-Delgado, Y. 2012. Suelo y erosión. 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. 295-302). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. 422 pp.