

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

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

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

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



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

BAJA CALIFORNIA SUR: AVANCES Y RETOS

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

Editores



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



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

Editores

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

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

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

Editores

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

IV

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

422 pág.: il ; 23 cm

© Derechos Reservados

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

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

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

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

Diseño Gráfico Editorial y Portada

D. G. Gerardo Hernández García

Revisión y cuidado de estilo

LAE. Tania Flores Azcárrega

Fotografías de Portada y contraportada

Ernesto Eliuth López Díaz

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

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

celular: (612) 1541766

Primera Edición: Enero 2013

ISBN:

Impreso en México
Printed in Mexico

Preparación de este documento:

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

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

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

Agradecimientos

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

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

Editores

ORTEGA-RUBIO ALFREDO

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

LAGUNAS-VÁZQUES MAGDALENA

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

BELTRÁN-MORALES LUIS FELIPE

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

AUTORES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CONTENIDO

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

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

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

XVIII

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

Prólogo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Gonzalo Halffter

Instituto de Ecología, A.C.

Xalapa, Veracruz

CAPÍTULO VI

Fauna Acuática

Alejandro M. Maeda-Martínez, Hortencia Obregón-Barboza,
Eduardo F. Balart, Gopal Murugan, Gorgonio Ruíz-Campos,
Lucía Campos-Dávila y Humberto García-Velazco.

Resumen

El presente capítulo trata sobre las especies de langostinos (Crustacea, Decapoda, Caridea) y peces (Teleostei) que ocurren en cuencas hidrológicas relacionadas con la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna (REBIOSLA), Baja California Sur, México. El polígono que limita geográficamente a la REBIOSLA abarca las secciones altas de nueve de las trece cuencas hidrológicas que conforman la Región del Cabo. Nueve especies morfológicas de crustáceos carideos se distribuyen en las cuencas de Todos Santos, Pescaderos (Oasis San Pedrito), Plutarco E. Calles, San José del Cabo y Santiago. Los peces registrados en estas cuencas suman un total de veintidós especies, dieciséis nativas y seis exóticas invasivas. La integridad biótica acuática en las secciones bajas e intermedias de cuatro de las cinco cuencas con registro de peces ha sido alterada con la presencia de dichas especies exóticas. Se recomienda desarrollar de manera inmediata un estudio para determinar el grado de invasión de exóticos en las cuencas altas dentro de la REBIOSLA, así como establecer medidas de control y protección integral para reducir su abundancia y evitar nuevas introducciones. Se espera que la información presentada en este capítulo coadyuve en la comprensión de la integridad ecológica de las cuencas hidrológicas relacionadas con la REBIOSLA y promueva el uso de organismos acuáticos nativos dentro de los programas de monitoreo como indicadores de la salud ambiental de la reserva.

Palabras Clave: *Carcinofauna. Ictiofauna. Especies nativas. Exóticas.*

Abstract

This chapter discusses species of fresh water prawns (Crustacea, Decapoda, Caridea) and fish (Teleostei) that occur in drainage basins related to the protected area, Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna (REBIOSLA) in Baja California Sur, Mexico. The REBIOSLA covers the upper section of nine of thirteen drainage basins within the Región del Cabo. Nine morphological species of caridean crustaceans are present in the basins of Todos Santos, Pescaderos (Oasis San Pedrito), Plutarco E. Calles, San José del Cabo, and Santiago. Additionally, there are twenty two species of fish present; sixteen are native and six are exotic. The integrity of the aquatic biota of the lower and intermediate sections of four of the five basins with fish has been altered by the presence of these exotic species. We recommend undertaking a survey to determine the extent of invasion of the exotic aquatic organisms in the upper sections of the basins within the REBIOSLA area and establish broad measures of control to reduce abundance of the exotics and protect it against new introductions. We hope that the findings described in this chapter contribute to understanding the ecological integrity of the drainage basins related to the REBIOSLA, and that they promote the use of native aquatic organisms in the monitoring programs as indicators of environmental health of the protected area.

Keywords: *Fresh water prawns. Fish. Native species. Exotic species.*

Introducción

En 1971 se estableció el Programa de la UNESCO sobre el Hombre y la Biosfera (MAB, por sus siglas en inglés) para promover no solamente una mejor comprensión del ambiente, sino también un mayor compromiso de la comunidad científica en la elaboración de políticas a favor de una gestión del uso racional de la biodiversidad y el desarrollo sostenible. Es así, que en el marco del MAB, nace el concepto de Reserva de la Biosfera para disponer de una herramienta de gestión de los sitios de mayor importancia para la conservación que tuviera en consideración tanto la diversidad biológica como el desarrollo económico.

Una de las aproximaciones contemporáneas que se han propuesto para coadyuvar en el alcance del desarrollo sostenible se basa en el estudio de la Integridad Ecológica. Integridad, en este contexto, es el término usado para describir la estructura y los procesos fundamentales que deben ser mantenidos o, en su caso, restaurados para conservar la calidad y la cantidad

de los recursos y servicios ambientales. La legislación ambiental mexicana involucra el concepto de Integridad Ecológica en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Diario Oficial de la Federación, 2012). Un tema de importancia fundamental en la comprensión de la Integridad Estructural de los ecosistemas es la biodiversidad. México se encuentra entre los primeros cinco países del orbe con mayor capital en términos de diversidad biológica y ecológica (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2012). Es por ello que nuestro país debe extremar las medidas necesarias para conservar dicho capital.

La cadena montañosa conocida como Sierra de La Laguna se encuentra ubicada en la Región del Cabo, al sur del estado de Baja California Sur, quedando políticamente compartida por los municipios de La Paz y Los Cabos. En el año de 1994 gran parte de dicha área montañosa fue decretada como Área Natural Protegida con el carácter de reserva de la biosfera con el nombre oficial de Reserva de la Biosfera “Sierra La Laguna” (REBIOSLA). La REBIOSLA cubre actualmente una extensión de aproximadamente cuarenta y ocho kilómetros de largo y un promedio de veinte kilómetros de ancho, con una superficie total de 112,437-07-25 hectáreas, con una zona núcleo y dos zonas de amortiguamiento (Diario Oficial de la Federación, 1994).

Los principales cuerpos de agua subterráneos, manantiales y arroyos de la Región del Cabo se deben a los escurrimientos de agua que se generan en las cuencas hidrológicas de la Sierra de La Laguna, ampliamente incluida en la REBIOSLA. La importancia de la Sierra de La Laguna y oasis aledaños en función de su biodiversidad ha sido reconocida de tal modo que forman parte de las 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias para la conservación propuestas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Arriaga Cabrera *et al.*, 1998).

Tanto en los estudios que sustentaron la propuesta para su decreto como área natural protegida en su carácter de REBIOSLA (Arriaga y Ortega, 1988), así como en la descripción de su Programa de Manejo (Diario Oficial de la Federación, 2003), los componentes de la Fauna Acuática se limitaron únicamente al registro y estudio de cuatro especies de anfibios, dos ranas (una de ellas exótica) y dos sapos (Álvarez Cárdenas *et al.*, 1988; Blázquez Moreno *et al.*, 2012). El presente capítulo trata sobre el estudio de las especies de crustáceos decápodos carideos (langostinos) y peces relacionadas con la REBIOSLA. Dichas especies se reportan en este trabajo con base en su registro documentado en las diversas cuencas hidrológicas de la Región del Cabo. Las cuencas hidrológicas son unidades biogeofísicas con alto grado de integridad funcional y, por su conectividad, son consideradas sistemas relativamente homogéneos aún cuando sus secciones (cuencas) altas, intermedias y bajas enfrenten condiciones y actividades humanas diferentes (Barrow, 1998).

Antecedentes

Sistema hidrológico continental de la Región del Cabo

La Sierra de La Laguna es un macizo montañoso con un relieve muy irregular debido a que geomorfológicamente se corta por profundos cañones orientados en dirección Este-Oeste, los cuales dan cauce a numerosos arroyos intermitentes. La Sierra de La Laguna se compone, de norte a sur, por varias serranías como la Sierra de la Victoria, Sierra La Laguna, Sierra de San Lorenzo y Sierra de San Lázaro (Arriaga y Ortega, 1988). El parteaguas de la Sierra de La Laguna dirige las escorrentías hacia dos vertientes, la del Pacífico que presenta una pendiente muy pronunciada y la del Golfo de California que es más suave y extendida.

De acuerdo a Arriaga y Ortega (1988), la Sierra de la Laguna incluye siete grandes cañones, cinco de ellos hacia la vertiente del Golfo (de norte a sur, los cañones de San Dionisio, La Zorra de Guadalupe, San Jorge, Agua Caliente y San Bernardo (Boca de la Sierra)) y dos hacia la vertiente del Pacífico (los cañones de Las Pilitas (Santa Inés) y La Burrera. Las mayores elevaciones se aproximan a los 2,200 metros sobre el nivel del mar (msnm) y en las partes altas se encuentran algunos valles o microcuencas; entre ellas sobresale una cuenca semi-cerrada de aproximadamente un kilómetro cuadrado de superficie conocida como el Valle de La Laguna (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2003).

A diferencia del resto del estado que presenta una precipitación media anual de 100 a 150 mm, la Región del Cabo recibe cantidades que oscilan entre 200 mm en la costa, hasta por encima de los 600 mm en las zonas altas; aproximadamente del 70 al 80 % de la precipitación ocurre durante el periodo de tormentas tropicales de verano, entre julio y octubre, siendo los meses de agosto y septiembre los que reciben la mayor cantidad de precipitación (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2003). La Sierra de La Laguna divide a dos grandes cuencas hidrológicas denominadas Arroyo Caracol-Arroyo Candelaria y La Paz-Cabo San Lucas; la primera forma parte de la Región Hidrológica Suroeste, Magdalena (RH3) y la segunda a la Región Hidrológica Sureste, La Paz (RH6) (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1996).

Basada en información de la Comisión Nacional del Agua, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2003) señala que de la REBIOSLA se derivan seis cuencas hidrológicas. La cuenca San Bartolo, cuyos cauces más importantes son San Bartolo y Buenos Aires. La cuenca Santiago, cuya corriente principal se denomina con el mismo nombre y se origina en la Sierra de La Laguna a una altitud del orden de los 1,000 msnm con desarrollo hacia el sureste, recibiendo en su recorrido los afluentes de San Dionisio, La Primer Agua y San Jorge hasta

su desembocadura en el Golfo de California. Sobre esta corriente se tienen construidas las presas de Agua Caliente y San Jorge, y en la población de Santiago se encuentra construido un bordo de protección. La cuenca San José cuya corriente principal es el Arroyo San José, nace en la Sierra San Bernardo a 1,550 msnm. En los primeros veintiocho kilómetros presenta dirección ligeramente al sureste, y posteriormente la corriente recibe afluentes importantes como los arroyos San Pedro, San Pablo, La Palma y San Lorenzo; después sigue su curso hasta desembocar en la bahía San José del Cabo tras sesenta y ocho kilómetros de recorrido.

La principal obra hidráulica es la presa San Lázaro, sobre el arroyo del mismo nombre. La cuenca Cañada Honda se forma por los arroyos La Muela y Grande (Santa Inés), donde se ubica una obra hidráulica importante, la presa General Agustín Olachea Avilés (Santa Inés), y cuyas corrientes desembocan en el Océano Pacífico. La cuenca Todos Santos, cuya corriente principal es el arroyo El Salado, tiene una longitud aproximada de veinticinco kilómetros desde su origen en una altitud de 1,000 msnm, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico en Punta Lobos. Otra corriente que cruza el poblado de Todos Santos se denomina La Reforma. La cuenca Pescadero, cuya corriente principal se origina en la Sierra San Bernardo, tiene su desarrollo hacia el suroeste en los primeros cinco kilómetros, siguiendo hacia el sur los siguientes dos kilómetros, para continuar el recorrido en dirección oeste-suroeste hasta su desembocadura en el Océano Pacífico.

Recientemente, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Diario Oficial de la Federación, 2007a, b) publicó los acuerdos por los que se da a conocer la disponibilidad media anual de las aguas superficiales y poligonales de las cuencas que forman parte de la región hidrológica número tres Baja California Suroeste y región hidrológica número seis Baja California Sureste. De ellas, trece cuencas hidrológicas corresponden a la Región del Cabo, de las cuales las de mayor relación con la REBIOSLA son: El Carrizal con un área de 437.5 km² desde el nacimiento del Arroyo El Carrizal, La Matanza con 445.2 km² desde el Arroyo Grande, Cañada Honda con 35.5 km² desde el Arroyo Cañada Honda, Todos Santos con 164.7 km² desde el Arroyo El Salado, Pescaderos con 377.4 km² desde el Arroyo Las Piedritas, Plutarco E. Calles con 486.5 km² desde el Arroyo San Jacinto, San José del Cabo con 1,649.5 km² desde el nacimiento del Arroyo San José, Santiago con 1,039.8 km² desde el Arroyo San Jorge, San Bartolo con 677.7 km² desde el nacimiento del Arroyo San Bartolo y Los Planes con 1,083.4 km² desde el Arroyo Los Encinos. La REBIOSLA comprende fisiográficamente quince sub-cuencas, nueve en la vertiente del Golfo y seis en la del Pacífico de las cuales las de mayor extensión son Los Tarayeses, San Dionisio y San Bernardo (Breceda, 2008).

Crustáceos decápodos carideos continentales de la Región del Cabo

Información científica publicada sobre crustáceos decápodos carideos (langostinos) de la Región del Cabo es escasa. En 1780, el sacerdote Jesuita Miguel Del Barco registró de la península de Baja California la presencia de camarones de agua dulce (León-Portilla, 1988). Sin embargo, el primer trabajo formal sobre crustáceos decápodos carideos de Baja California Sur fue el publicado por Lockington (1878), quien reportó una especie del género *Macrobrachium* procedente del Río Mulegé. Posteriormente Bouvier (1895) incrementó a tres el número de especies conocidas de *Macrobrachium* para la península. Holthuis (1952) confirmó la presencia de dichas especies en Mulegé, La Paz y San José del Cabo. Recientemente fue publicada la adición de tres especies de *Macrobrachium* para la península, registrando las seis especies morfológicas para la Región del Cabo (Hernández *et al.*, 2007a). Hobbs y Hart reportaron en 1982 la presencia de otro género de crustáceo decápodo carideo (*Atya*) en la península, con el registro de *A. ortmannioides* de La Paz y *A. margaritacea* de La Paz y San José del Cabo.

Peces continentales de la Región del Cabo

La fauna dulceacuícola nativa de la península de Baja California es reducida comparada con otras regiones de México, ya que está compuesta por siete especies: *Lampetra tridentata*, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, *Cyprinodon macularius*, *Fundulus parvipinnis*, *Fundulus lima*, *Gasterosteus aculeatus* y *Gobiosox juniperoserrai* (Minckley *et al.*, 2005). Todas las otras especies registradas corresponden a peces marinos que han sido capaces de penetrar y permanecer en aguas continentales y a especies dulceacuícolas exóticas (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Ruiz-Campos *et al.*, 2003).

El estudio de los peces de las cuencas hidrológicas de la península de Baja California inició formalmente con la publicación de Vaillant (1894) sobre *Fundulus lima* del oasis de San Ignacio, una especie vicaria endémica de la península. Evermann (1908) describió dos especies, *Salmo nelsoni* (actualmente reconocida como *Oncorhynchus mykiss nelsoni*) a partir de muestras del Río San Ramón o Santo Domingo en San Pedro Mártir, B. C. y otra, *Fundulus meeki* (que actualmente se reconoce como una sinonimia de *F. lima*) del oasis de San Ignacio en Baja California Sur. Follett (1960), en su revisión de los peces presentes en aguas continentales de la península, reportó la presencia de veintinueve especies nativas, de las cuales *F. lima* y *O. mykiss nelsoni* fueron las únicas especies endémicas registradas. Una característica notable de su lista es que la mayoría de los registros corresponden a

especies marinas que penetraron la boca de los esteros de Mulegé y San José del Cabo (Ruiz-Campos *et al.*, 2003). Entre las últimas adiciones a la ictiofauna dulceacuícola peninsular está la descripción de *Gobiesox juniperoserrai* por Espinoza-Pérez y Castro-Aguirre (1996), especie endémica del sur de la península y restringida a la Cuenca de Las Pocitas-San Hilario. Las dos especies endémicas, *F. lima* y *G. juniperoserrai* se consideran en peligro de extinción dentro de la NOM-059 (Diario Oficial de la Federación, 2010). Ruiz-Campos y Contreras-Balderas (1987) en su revisión ecológica y zoogeográfica de los peces continentales de la península reportan veintiocho especies de Baja California Sur, de las cuales veinticinco corresponden a especies nativas y tres a especies exóticas. Ruiz-Campos *et al.* (2003) registran diecinueve especies nativas y seis exóticas en su lista anotada de los peces dulceacuícolas de Baja California Sur. Ellos indican que zoogeográficamente la mayoría de las especies son de afinidad tropical (panámicas 63 %, anfiamericanas tropicales 16 % y circumtropicales 5 %) y de derivación ecológica marina (esporádicas 53 %, complementarias 26 %, vicarias 16 % y diadromas 5 %). Recientemente se registró el topote del Pacífico *Poecilia butleri* como especie exótica en dos esteros de la Bahía de La Paz (Palacios-Salgado *et al.*, 2011).

Para las cuencas hidrológicas de la Región del Cabo, Follett (1960) reportó quince especies de peces de San José del Cabo, catorce nativas y una exótica. La presencia de dos de las nativas en la parte baja de la misma cuenca fue confirmada por Castro-Aguirre (1978). Contreras-Balderas y Escalante-Cavazos (1984) en su capítulo de libro sobre la distribución e impactos de peces exóticos para México, mencionan la presencia de los pecílidos exóticos *Gambusia affinis* en San Antonio, San Bartolo y Todos Santos, *Poecilia reticulata* en Todos Santos y Cabo San Lucas y *Xiphophorus maculatus* en Todos Santos. Finalmente, Ruiz-Campos *et al.* (2012) adicionan la presencia de la especie exótica *Tilapia* sp. cf. *zillii* para la cuenca de San José del Cabo. Esto significa que no hay especies de peces dulceacuícolas endémicas en las cuencas hidrológicas de la Región del Cabo.

Metodología

Para la preparación del presente capítulo se aplicó la siguiente metodología:

1. La definición y delimitación de las cuencas hidrológicas de la Región del Cabo se basó en las determinadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Diario Oficial de la Federación, 2007a, b). Por lo tanto, de acuerdo con las poligonales publicadas se construyó el mapa hidrológico de la Fig. 1.
2. Para establecer la diversidad y distribución de las especies de crustáceos decápodos

carideos y peces registradas en cuencas hidrológicas relacionadas con la REBIOSLA (Tabla 1) se realizó en primer término una revisión de la literatura. En segundo lugar, se desarrolló una revisión de bitácoras de campo y un análisis taxonómico del material de crustáceos y peces procedentes de la Región del Cabo depositados en las colecciones del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La determinación taxonómica de los crustáceos se realizó con base en el trabajo de Hobbs y Hart (1982), en las claves para especies de *Macrobrachium* propuestas por Holthuis (1952), Wicksten (1989) y Hernández *et al.* (2007a), así como en las descripciones originales de las especies. La determinación y arreglo taxonómico de los peces se realizó con base en los trabajos de Jordan y Evermann (1896-1900), Álvarez del Villar (1970), Castro-Aguirre *et al.* (1999), Miller *et al.* (2005), Ruiz-Campos (2012), revisiones de grupos, así como en las descripciones originales de las especies.

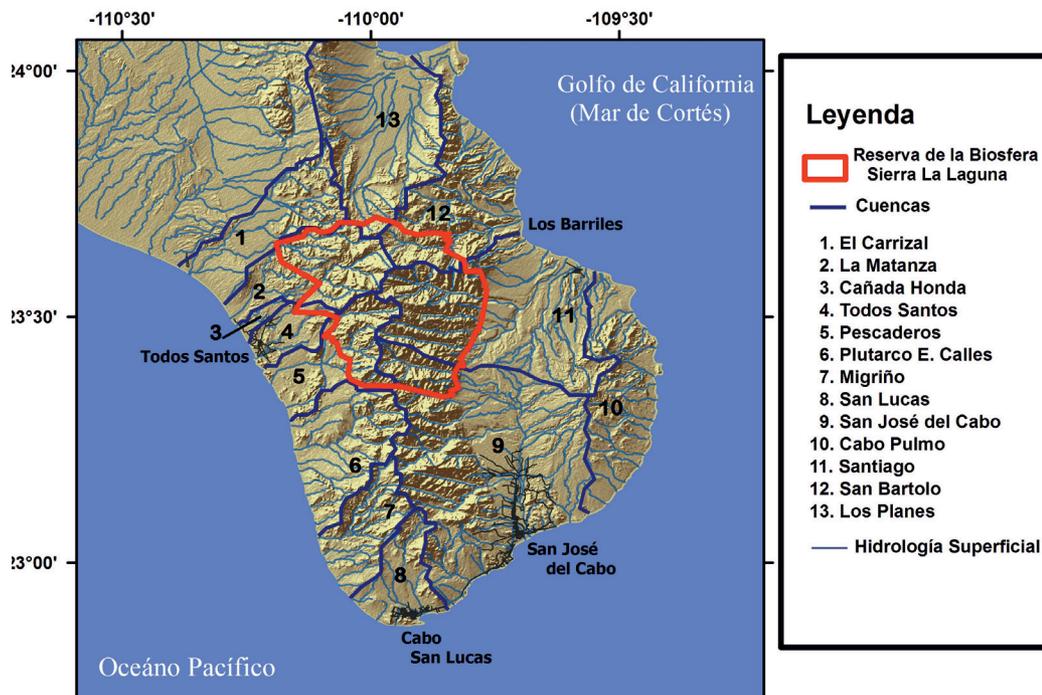


Figura 1. Mapa de la Región del Cabo de la península de Baja California, México, en el que se muestra el polígono limitrofe de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna y las áreas de trece cuencas hidrológicas de la región.

Tabla 1. Especies de crustáceos decápodos carideos y peces registradas en cuencas hidrológicas relacionadas con la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. A = cuenca alta, B = cuenca baja, E = especie exótica, I = cuenca intermedia, N = especie nativa. El número entre paréntesis corresponde a las siguientes referencias: 1. Follett (1960), 2. Castro-Aguirre (1978), 3. Hobbs y Hart (1982), 4. Contreras-Balderas y Escalante-Cavazos (1984), 5. Ruiz-Campos y Contreras-Balderas (1987), 6. Castro-Aguirre *et al.* (1999), 7. Ruiz-Campos *et al.* (2003), 8. Hernández *et al.* (2007a), 9. Ruiz-Campos *et al.* (2012) y 10. El presente estudio.

Taxa	Nombre común	Cuencas hidrológicas					Distribución en la cuenca
		Todos Santos	Pescaderos	Plutarco E. Calles	San José del Cabo	Santiago	
CRUSTACEA							
ATYIDAE							
<i>Atya margaritacea</i>	burrito				N (3)		B
<i>Atya</i> sp.	burrito	N (10)		N (10)			B, I
PALAEEMONIDAE							
<i>Macrobrachium americanum</i>	langostino	N (8, 10)	N (10)	N (8, 10)	N (8, 10)	N (8)	B, I
<i>Macrobrachium digueti</i>	langostino	N (10)	N (8, 10)	N (8, 10)	N (10)	N (8)	B, I
<i>Macrobrachium hobbsi</i>	langostino	N (10)	N (8, 10)	N (8, 10)	N (10)		B, I
<i>Macrobrachium michoacanus</i>	langostino	N (10)	N (10)	N (8, 10)	N (10)	N (10)	B, I
<i>Macrobrachium olfersii</i>	langostino	N (8, 10)	N (10)	N (8, 10)	N (8)	N (10)	B, I
<i>Macrobrachium tenellum</i>	langostino	N (8, 10)	N (8, 10)	N (10)	N (8)	N (10)	B, I
<i>Macrobrachium</i> sp.	langostino	N (10)		N (10)	N (10)		B, I
TELEOSTEI							
MUGILIDAE							
<i>Agonostomus monticola</i>	trucha de tierra caliente			N (10)	N (1, 10)	N (6, 10)	B, I
<i>Mugil cephalus</i>	lisa rayada				N (1)		B
<i>Mugil curema</i>	lisa blanca	N (10)	N (10)		N (1, 5)		B
POECILIIDAE							
<i>Gambusia affinis</i>	guayacón mosquito	E (4)			E (1, 10)	E (4, 10)	B, I, A
<i>Poecilia butleri</i>	topote del Pacífico	E (10)	E (10)		E (10)		B

continúa Tabla 1...

Taxa	Nombre común	Cuencas hidrológicas					Distribución en la cuenca
		Todos Santos	Pescaderos	Plutarco E. Calles	San José del Cabo	Santiago	
<i>Poecilia reticulata</i>	guppy	E (4,5,10)			E (5,7,10)		B
<i>Xiphophorus hellerii</i>	cola de espada	E (10)					B
<i>Xiphophorus maculatus</i>	espada sureña	E (4, 5)			E (10)		B
SYNGNATHIDAE							
<i>Pseudophallus starkesii</i>	pez pipa de río				N (1, 2)		B
LUTJANIDAE							
<i>Lutjanus argentiventris</i>	pargo amarillo				N (10)		B
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	pargo prieto	N (10)	N (10)		N (1, 5, 10)		B
GERREIDAE							
<i>Eucinostomus argenteus</i>	mojarra plateada				N (1)		B
<i>Eucinostomus currani</i>	mojarra tricolor	N (10)					B
<i>Eucinostomus gracilis</i>					N (1, 5)		B
<i>Gerres cinereus</i>	mojarra trompetera				N (1, 2)		B
CICHLIDAE							
<i>Tilapia</i> sp.cf. <i>zillii</i>	tilapia panza roja				E (9, 10)	E (10)	B, I, A
ELEOTRIDAE							
<i>Dormitator latifrons</i>	puyeki	N (10)			N (1, 5, 10)		B
<i>Eleotris picta</i>	guavina manchada	N (10)			N (1, 5)		B
<i>Gobiomorus maculatus</i>	dormilón manchado	N (10)	N (10)		N (1, 5, 7)		B
GOBIIDAE							
<i>Awaous tajascia*</i>	gobio de río				N (7)	N (7)	B, I

continúa Tabla 1...

Taxa	Nombre común	Cuencas hidrológicas					Distribución en la cuenca
		Todos Santos	Pescaderos	Plutarco E. Calles	San José del Cabo	Santiago	
<i>Awaous transaeneus</i> *	gobio reticulado	N (10)	N (10)	N (10)	N (1)	N (1)	B, I
<i>Gobionellus microdon</i>	gobio				N (5)		B
PARALICHTHYIDAE							
<i>Citharichthys gilberti</i>	lenguado tapadera				N (1)		B

* Especies nominales consideradas como la misma entidad por Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

Resultados y Discusión

El polígono que limita geográficamente la REBIOSLA abarca las secciones (cuencas) altas de nueve de las trece cuencas hidrológicas que conforman la Región del Cabo (Fig. 1). No se encontraron registros de crustáceos decápodos carideos y peces continentales de las cuencas El Carrizal y La Matanza. Para la cuenca San Bartolo sólo se tiene el registro del exótico *Gambusia affinis*, y para la cuenca Los Planes (Ojo de Agua La Rosita en San Antonio) únicamente tenemos el registro de los exóticos *G. affinis* y *Xiphophorus maculatus* (Contreras-Balderas y Escalante-Cavazos, 1984). Para éstas dos últimas cuencas no se encontraron registros de crustáceos decápodos. Las especies de crustáceos decápodos carideos y peces registradas en las cuencas de Todos Santos, Pescaderos (Oasis San Pedrito), Plutarco E. Calles, San José del Cabo y Santiago se enlistan en la Tabla 1. Un total de nueve especies morfológicas de crustáceos carideos se distribuyen en dichas cuencas, dos del género *Ahya* y siete del género *Macrobrachium*. Si bien hasta el momento tales especies han sido reportadas de las cuencas bajas e intermedias, es probable que a excepción de *M. tenellum* (especie que normalmente requiere de condiciones oligo-mesohalinas) las restantes se encuentran habitando pozas y manantiales de las cuencas altas dentro de los límites de la REBIOSLA.

Los peces registrados en las cinco cuencas suman un total de veintidós especies, dieciséis nativas y seis exóticas potencialmente invasivas (Tabla 1). Las formas exóticas pertenecen a dos familias no nativas para la península de Baja California; cinco especies de los géneros *Gambusia*, *Poecilia* y *Xiphophorus* pertenecen a la familia Poeciliidae y una (*Tilapia* sp. cf. *zillii*) a Cichlidae. Las especies *G. affinis* y *T.* sp. cf. *zillii* fueron introducidas en la Presa San

Lázaro localizada en la cuenca alta del arroyo San Lázaro, que es una corriente importante perteneciente a la cuenca San José del Cabo. Es probable, que debido a la conectividad propia de cada cuenca actualmente las seis especies exóticas prosperan en cuerpos de agua de las cuencas altas dentro de la REBIOSLA, mientras que el escenario original esperado era que las comunidades ícticas de las cuencas altas en la REBIOSLA estuviesen compuestas por especies autóctonas de tipo periférico como la trucha de tierra caliente (*Agonostomus monticola*) y los gobios del género *Awaous*.

En la actualidad es ampliamente reconocido que la degradación o destrucción de los hábitats y la introducción de especies exóticas son las principales causas de la pérdida de la biodiversidad y de la extinción de especies (Wilcove *et al.*, 1998). Desafortunadamente ambas causas, originadas por el hombre, provocan en nuestro país desde hace décadas, una crisis ambiental importante. De las de mayor preocupación se encuentra la introducción de especies invasoras a los cuerpos de agua continentales. Las comunidades nativas de crustáceos decápodos y peces de la península de Baja California se encuentran amenazadas por la presencia de crustáceos y peces exóticos. El decápodo de agua dulce *Procambarus clarkii*, conocido como acocil rojo, es una especie exótica invasora que ha venido dispersándose rápidamente de norte a sur por la península desde la cuenca del Río Colorado en Baja California, hasta el Oasis de San Ignacio en Baja California Sur (Hernández *et al.*, 2007b). Otro decápodo exótico, el acocil australiano *Cherax quadricarinatus*, ha sido introducido en Baja California Sur con fines de acuicultura (Hernández *et al.*, 2007a). Esta última especie es considerada invasiva y puede competir y desplazar a los crustáceos nativos de agua dulce (Williams *et al.*, 2001).

Otro caso importante son los peces africanos llamados tilapias, los cuales se han introducido y establecido con éxito en numerosas cuencas a lo largo de la geografía del país, incluida la península de Baja California (Ruiz-Campos *et al.*, 2003, 2012). La introducción de especies exóticas en la península es una práctica tan nociva como antigua. Ya para el año de 1960 Follett reportaba la presencia del primer pez exótico para la Región del Cabo, *G. affinis*, en San José del Cabo. A la fecha se contabilizan veintisiete especies de peces no nativos presentes en la península de Baja California (Ruiz-Campos *et al.*, 2012). En el Oasis de San Ignacio en el norte de Baja California Sur, la abundancia relativa de la sardinilla peninsular endémica *Fundulus lima* disminuyó de manera importante debido probablemente a la proliferación de peces exóticos, particularmente de la tilapia (Ruiz-Campos, 2000; Ruiz-Campos *et al.*, 2006).

Conclusión y Recomendaciones

La REBIOSLA abarca las secciones altas de nueve cuencas hidrológicas de la Región del Cabo. A la fecha no se tienen registros de formas nativas de crustáceos decápodos carideos y peces en cuatro de ellas: El Carrizal, La Matanza, San Bartolo y Los Planes. Nueve especies nativas de crustáceos carideos y dieciséis de peces se han registrado en las cuencas de Todos Santos, Pescaderos (Oasis San Pedrito), Plutarco E. Calles, San José del Cabo y Santiago. Se recomienda continuar con los estudios sobre fauna acuática en las cuencas de la Región del Cabo, de manera particular impulsar aquellos sobre crustáceos y peces habitantes de pozas y manantiales de las cuencas altas dentro de los límites de la REBIOSLA.

Las comunidades nativas de crustáceos decápodos y peces continentales de la Región del Cabo se encuentran amenazadas por la presencia de especies acuáticas exóticas invasivas. Para 1994, año en que fue decretada la REBIOSLA, ya existían varias especies exóticas en cuencas hidrológicas relacionadas con la reserva. De acuerdo con los resultados del presente estudio, la integridad biótica acuática en las partes bajas e intermedias de cuatro de las cinco cuencas con registro de peces ha sido alterada con la presencia de seis formas exóticas. Se requiere establecer de manera inmediata un estudio específico y determinar el grado de invasión en las secciones altas de estas cuencas, que son precisamente las que están incluidas dentro de la REBIOSLA. Asimismo, se requiere establecer medidas de control y protección integral para reducir la abundancia de tales peces exóticos y evitar nuevas introducciones. Estas medidas deben incluir jornadas de pesca mecánica selectiva, diseño y aplicación de métodos genéticos y educación ambiental. Tales acciones de protección y conservación deberán ser aplicadas a todas las cuencas hidrológicas de la Región del Cabo, especialmente a la cuenca Plutarco E. Calles por ser la única libre de peces exóticos.

Se espera que los resultados aquí presentados coadyuven en la comprensión de la integridad ecológica de las cuencas hidrológicas relacionadas con la REBIOSLA y que los organismos acuáticos sean incorporados dentro de los programas de monitoreo como parte de los indicadores de la salud ambiental de la misma reserva.

Agradecimientos

Al Dr. Alfredo Ortega Rubio por su consideración, interés y acertadas sugerencias al presente capítulo. Los nuevos datos sobre la distribución de los organismos acuáticos provienen de trabajos de campo realizados con apoyo de los proyectos “Phylogeography of the freshwater shrimp genus *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae) from the Baja California Peninsula,

México” (SEP-CONACYT 2006, clave 62359), “Evaluación de la abundancia y distribución de peces exóticos invasores en la cuenca de San José, Baja California Sur” (Convenio CIBNOR-Los Ángeles del Estero, A.C., 2006), y los proyectos 724-0 y PC4.9 del CIBNOR para el estudio de la ictiofauna de los oasis de Baja California Sur. Los permisos de recolecta de campo fueron otorgados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA.123.05.1532/2004, SAGARPA.123.05.1908/2006, DGOPA 07345.010910.4127), y por la Dirección de Planeación Urbana y Ecología del Gobierno del Estado de Baja California Sur (Oficio No. 673, 28.08.2006). Los autores agradecen a José Ángel Camacho, Luis Gerardo Hernández Moreno, Enrique Calvillo Espinosa, Horacio Bervera León, por el apoyo en los muestreos. Se agradece al Cuerpo Académico Estudios Relativos a la Biodiversidad de la Universidad Autónoma de Baja California y Red de Especies Exóticas de México SEP-PROMPEP (UANL-UABC-UMAR) por apoyo otorgado a uno de los coautores (GRC). Agradecemos al D. G. Gerardo Hernández García por la maquetación y edición de este capítulo, a la Lic. Tania Flores Azcárrega por la recopilación del material para edición, y a Ira Fogel por la edición en inglés del resumen.

Literatura citada

- Álvarez del Villar, J. 1970. Peces mexicanos (claves). Dirección General de Pesca e Industria Anexas. México.
- Álvarez-Cárdenas, S., P. Galina-Tessaro, A. González-Romero y A. Ortega-Rubio. 1988. Herpetofauna. Pp. 167-184. En: La Sierra de la Laguna de Baja California Sur. L. Arriaga y A. Ortega (Eds). Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. México.
- Arriaga, L. y A. Ortega. 1988. La Sierra de la Laguna de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. México.
- Arriaga-Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durán, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez (Coords). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias: fichas técnicas y mapa (escala 1:4,000,000). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Barrow C. J. 1998. River basin development planning and management: A critical review *World Development*, 26: 171-186.
- Blázquez-Moreno, M. C., P. Galina-Tessaro y A. Ortega-Rubio. 2012. Capítulo Herpetofauna. Esta Obra.

- Bouvier, E. L. 1895. Sur les palemons recueillis dans les eaux douces de la Basse-Californie par M. L. Diguet. Bulletin du Muséum de Histoire Naturelle Paris, 1: 159-162.
- Breceda, A. 2008. Espacio y naturaleza. Pp. 31-48. En: Remontando el Cañón de la Zorra: Ranchos y rancheros de la Sierra La Laguna. L. Castorena Davis y A. Breceda Solís (Ed). Instituto Sudcaliforniano de Cultura del Gobierno del Estado de Baja California Sur. México.
- Castro-Aguirre, J. L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran en las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Instituto Nacional de Pesca. México.
- Castro-Aguirre, J. L., H. Espinosa-Pérez y J. J. Schmitter-Soto. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Limusa. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2003. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. CONABIO, dos décadas de historia 1992-2012. México.
- Contreras-Balderas, S. y M. A. Escalante-Cavazos. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. Pp. 102-130. En: Distribution, biology, and management of exotic fishes. W.R. Courtenay y J.R. Stauffer (Eds). The Johns Hopkins University Press. USA.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994. Decreto por el que se declara como área natural protegida con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Sierra La Laguna, ubicada en los municipios de La Paz y Los Cabos, Estado de Baja California Sur. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2003. Aviso mediante el que se informa al público en general que ha concluido la elaboración del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, ubicada en los municipios de La Paz y Los Cabos, Estado de Baja California Sur. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2007a. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas La Purísima, Mezquital Seco, Santo Domingo, Bramonas, Santa Rita, Las Pocitas-San Hilario, Conejos-Los Viejos, Melitón Albañez, La Matanza, Cañada Honda, Todos Santos, Pescaderos, Plutarco E. Calles, Mígrino y El Carrizal, mismos que forman parte de la región hidrológica número 3 Baja California Suroeste. Órgano

- del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- Diario Oficial de Federación (DOF). 2007b. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas San Lucas, San José del Cabo, Cabo Pulmo, Santiago, San Bartolo, Los Planes, La Paz, El Coyote, Alfredo B. Bonfil, Tepentú, Loreto, San Juan B. Londo, Rosarito y Bahía Concepción, mismos que forman parte de la región hidrológica número 6 Baja California Sureste. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres, Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, Lista de especies en riesgo. México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2012. Decreto por el que se reforma la fracción IV del artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- Espinoza-Pérez, H. y J. L. Castro-Aguirre. 1996. A new freshwater clingfish (Pisces: Gobiesocidae) from Baja California Sur, México. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 95: 120-126.
- Evermann, B. W. 1908. Description of a new species of trout (*Salmo nelsoni*) and a new cyprinodont (*Fundulus meeki*) with notes on other fishes from lower California. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 21: 19-30.
- Follett, W. I. 1960. The freshwater fishes. Their origins and affinities. *Systematic Zoology* 9: 212-232.
- Hernández, L., G. Murugan, G. Ruiz-Campos y A. M. Maeda-Martínez. 2007a. Freshwater shrimp of the genus *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae) from the Baja California peninsula, México. *Journal of Crustacean Biology*, 27: 351-369.
- Hernández, L., A. M. Maeda-Martínez, G. Ruiz-Campos, G. Rodríguez-Almaraz, F. Alonzo-Rojo y J. C. Sainz. 2007b. Geographic expansion of the invasive red crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Crustacea: Decapoda) in México. *Biological Invasions*, 10: 977-984.
- Hobbs, H. H. y C. W. Hart. 1982. The shrimp genus *Atya* (Decapoda: Atyidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 364: 1-143.
- Holthuis, L. B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. Occasional Paper Allan Hancock Foundation, 12: 1-332.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1996. Estudio hidrológico del estado de Baja California Sur. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, Aguascalientes, México. 206 pp.
- Jordan, D. S. y B. W. Evermann. 1896-1900. The fishes of North America and Middle America. Bulletin of the United States National Museum, 47: 1-3313.
- León-Portilla, M. 1988. Historia natural y crónica de la antigua California. Adiciones a la noticia de Miguel Venegas (edición, notas preliminares y apéndices). Instituto de Investigaciones Históricas. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Lockington, W. N. 1878. Notes on Pacific coast Crustacea. Bulletin of the Essex Institute, 10: 159-165.
- Miller, R. R., W. L. Minckley y S. M. Norris. 2005. Freshwaters fishes of Mexico. The University of Chicago Press. USA.
- Minckley, W. L., R. R. Miller, C. D. Barbour, J. J. Schmitter Soto y S. M. Norris. 2005. Historical ichthyogeography. Pp. 24-47. En: R.R. Miller, W.L. Minckley y S. T. Norris (Eds), Freshwaters fishes of Mexico. The University of Chicago Press. USA.
- Palacios-Salgado, D. S., A. Ramirez-Valdez y G. Ruiz-Campos. 2011. First record and establishment of an exotic molly (*Poecilia butteri*) in the Baja California Peninsula, Mexico. California Fish and Game, 97: 98-103.
- Ruiz-Campos, G. 2000. Threatened fishes of the world: *Fundulus lima* Vaillant, 1894 (Fundulidae). Environmental Biology of Fishes, 59: 20.
- Ruiz-Campos, G. 2012. Catálogo de peces dulceacuícolas de Baja California Sur. Primera edición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México.
- Ruiz-Campos, G., F. Camarena-Rosales, S. Contreras-Balderas, C.A. Reyes-Valdez, J. De La Cruz-Agüero y E. Torres-Balcazar. 2006. Distribution and abundance of the endangered killifish, *Fundulus lima* (Teleostei: Fundulidae), in oases of central Baja California peninsula, México. The Southwestern Naturalist, 51: 502-509.
- Ruiz-Campos, G., J. L. Castro-Aguirre, S. Contreras-Balderas, M. L. Lozano-Vilano, A. F. González-Acosta y S. Sánchez-González. 2003. An annotated distributional checklist of the freshwater fish from Baja California Sur, Mexico. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 12: 143-155.
- Ruiz-Campos, G. y S. Contreras-Balderas. 1987. Ecological and zoogeographical check-list of the continental fishes of the Baja California peninsula, Mexico. Proceedings of the Desert Fishes Council, 17: 105-117.

- Ruiz-Campos, G., S. Contreras-Balderas, A. Andreu-Soler, A. Varela-Romero y E. Campos. 2012. An annotated distributional checklist of exotic freshwater fishes from the Baja California Peninsula, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 216-234.
- Vaillant, L. L. 1894. Sur une collection des poissons recueillie en Basse Californie et dans le Golfe par M. León Diguët. *Bulletin de la Société Philomathique de Paris*, 3: 69-75.
- Wicksten, M. K. 1989. A key to the Palaemonid shrimp of the eastern Pacific region. *Bulletin of Southern California Academy of Sciences*, 88: 11-20.
- Wilcove, D. S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips y E. Losos. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience*, 48: 607-616.
- Williams, E. H., L. Bunkley-Williams, C. G. Lilyestrom y E. Ortiz-Corps. 2001. A review of recent introductions of aquatic invertebrates in Puerto Rico and implications for the management of nonindigenous species. *Caribbean Journal of Science*, 37: 246-251.

Para citar esta obra:

Maeda-Martínez, A. M., H. Obregón-Barboza, E. F. Balart, G. Murugan, G. Ruiz-Campos, L. Campos-Dávila y H. García-Velazco. 2012. Fauna acuática. 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. 89-106). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. 422 pp.