

# La Trucha Dorada Mexicana

**ARTURO RUIZ-LUNA  
FRANCISCO JAVIER GARCÍA-DE LEÓN**

**Editores**



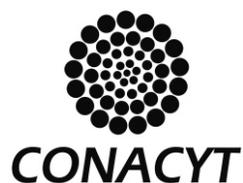
# **LA TRUCHA DORADA MEXICANA**

**ARTURO RUIZ-LUNA**

**FRANCISCO JAVIER GARCÍA-DE LEÓN**

**Editores**

---





**Primera edición: diciembre 2016**

**Derechos Reservados**  
**© 2016, Arturo Ruiz Luna y**  
**Francisco Javier García De León**  
**(Editores)**

**ISBN: 978-607-7900-26-9**

Impreso en México  
Printed in Mexico

La presentación y disposición en conjunto de LA TRUCHA DORADA MEXICANA son propiedad del editor. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito de los titulares correspondientes. Sin embargo, es posible copiar o descargar material para uso exclusivamente personal o educacional y no comercial. No se permite la remoción o alteración de la leyenda de Derechos de Autor o la que manifieste la autoría del material.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) y al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), las facilidades otorgadas para el desarrollo del proyecto “El paisaje genético, nuevo enfoque multiescala para el estudio de poblaciones de truchas nativas en situación de riesgo en la Sierra Madre Occidental” financiado por CONACYT Ciencia – Básica (CB-2010-01-152893). Este libro forma parte de los resultados de dicho proyecto.

La elaboración de esta obra colectiva es, además del esfuerzo de los autores y de las instituciones que representan, resultado del apoyo de diversas personas que tuvieron la disposición para ayudarnos en el trabajo de campo, ya sea por curiosidad, para transmitirnos un poco de su saber local o lo más importante, por que les interesa preservar su ambiente y recursos naturales.

De manera particular, se agradece la colaboración de los guías locales, Sixto Rodríguez Velázquez, Basilio Rodríguez Vizcarra, Vicente Rodríguez Vizcarra, Adan Leal “El Güero”, David Navar, Jorge Reyes, todos ellos del estado de Durango. De manera particular agradecemos a Ricardo Silva González “El Chalote” y también a Tomás Durán Moreno, Juan Apostol Espinoza Lazos y César E. Rascón Camuñez, del estado de Chihuahua. Asimismo, agradecemos el apoyo del Gobierno Municipal de Guanacevi, a través del Secretario del Ayuntamiento Luis Roberto Olivas Villaneva, así como a Javier Cruz Nieto de PRONATURA.

De igual manera extendemos nuestro reconocimiento al grupo binacional “Truchas Mexicanas”, impulsores de la investigación sobre truchas nativas mexicanas. Adicionalmente agradecemos a Brad Shepard, Carter Kruse, Jason Dunham y varios más, que hicieron posible la donación de un equipo de electropesca, básico para los muestreos más recientes.

Finalmente se agradece la valiosa colaboración de la M. en C. Nora Alicia Trelles Rios en la edición de textos, figuras y composición de formato de la presente obra.



## LISTADO DE AUTORES

- Abadía-Cardoso, Alicia Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Carr. Tijuana - Ensenada 3917, Col. Fraccionamiento Playitas. Ensenada, Baja California. 22860. México. *aabadia@uabc.edu.mx*
- Aguilar Zárate, Gabriela Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán, Av. Sábalo-Cerritos s/n. Mazatlán, Sinaloa, 82100. México. *gaguilar@ciad.mx*
- Arredondo-Figueroa, José Luis Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes. km 3, Carr. Jesús María-La Posta, Municipio de Jesús María. 20900. Aguascalientes, México. *arredondo60@hotmail.com*
- Barriga Sosa, Irene de los Ángeles Departamento de Hidrobiología. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco- 186. Col. Vicentina. Del. Iztapalapa, CDMX. 09340. México. *ibs@xanum.uam.mx*
- Betancourt Lozano, Miguel Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán, Av. Sábalo-Cerritos s/n. Mazatlán, Sinaloa, 82100. México. *mbl@ciad.mx*
- Camarena Rosales, Faustino Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Carr. Tijuana - Ensenada 3917, Col. Fraccionamiento Playitas. Ensenada, Baja California. 22860. México. *camarena@uabc.edu.mx*
- Cassio Madrazo, Erika Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Sigma 119. Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. 34220. México. *erikassio@gmail.com*
- Damas Aguilar, José Luis Dirección General Adjunta de Investigación en Acuicultura, Instituto Nacional de Pesca. Pitágoras 1320. Col. Sta. Cruz Atoyac. Del. Benito Juárez. CDMX. 03310. México,
- De los Santos Camarillo, Laboratorio de Genética para la Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Instituto

Anna Belia	Politécnico Nacional, 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS. 23096 México.
Dillman, Casey B.	Virginia Institute of Marine Science, Gloucester Point, VA, USA.
Escalante, Marco Alejandro	CEFE UMR 5175, CNRS – Université de Montpellier – Université Paul-Valéry Montpellier –EPHE. Laboratoire Biogéographie et écologie des vertébrés, 1919 route de Mende, 34293 Montpellier Cedex 5, France. <i>marko.escalante@gmail.com</i>
Espinosa Pérez, Héctor	Colección Nacional de Peces. Instituto de Biología, UNAM. Ciudad Universitaria, 3er Circuito Exterior s/n. Coyoacán, CDMX. 04510. México. <i>hector@unam.mx</i>
Falcón Rodríguez, José Luis	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Instituto Politécnico Nacional 195. Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, Baja California Sur. 23096. México
García-De León, Francisco Javier	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Instituto Politécnico Nacional 195. Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, Baja California Sur. 23096. México. <i>fgarciadl@cibnor.mx</i> .
Garza, John Carlos	Fisheries Ecology Division, Southwest Fisheries Science Center. National Marine Fisheries Service. Santa Cruz, CA; Institute of Marine Sciences, University of California, Santa Cruz, California, EUA.
George, Ana	Tennessee Aquarium Conservation Institute, Chattanooga, TN, USA.
Getino Mamet, Leandro Nicolás	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Instituto Politécnico Nacional 195. Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS. 23096. México. Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR – CONICET), Blvd. Brown 2915, U9120ACD, Puerto Madryn, Chubut, Argentina.
González Acosta, Adrián	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

Felipe	Instituto Politécnico Nacional. El Conchalito. La Paz, BCS. 23096. México. <i>aacosta@ipn.mx</i>
Hernández Guzmán, Rafael	Catedrático CONACYT - Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. San Juanito Itzicuaró s/n. Col. Nueva Esperanza, Morelia, Michoacán. 58330. México. <i>rhernandez.g@gmail.com</i>
Hernández Ramírez, César Israel	Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Sigma 119. Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. 34220. México.
Ingle de la Mora, Genoveva	Dirección General Adjunta de Investigación en Acuicultura, Instituto Nacional de Pesca. Pitágoras 1320. Col. Sta. Cruz Atoyac. Del. Benito Juárez. CDMX. 03310. México. <i>genovevaingle@yahoo.com.mx</i>
Lambarri Martínez, Christian	Colección Nacional de Peces. Instituto de Biología, UNAM. Ciudad Universitaria, 3er Circuito Exterior s/n. Coyoacán, CDMX. 04510. México.
Márquez, Federico	Instituto de Biología de Organismos Marinos. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Boulevard Brown 2915 (U9120ACD), Puerto Madryn, Argentina. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Boulevard Brown 3100, Puerto Madryn, Argentina.
Martínez Castro, Armando	Colección Nacional de Peces. Instituto de Biología, UNAM. Ciudad Universitaria, 3er Circuito Exterior s/n. Coyoacán, CDMX. 04510. México.
Medina Herrera, Elizabeth	Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Sigma 119. Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. 34220. México.
Moreno Sánchez, Juan Francisco	Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo

- Integral Regional Unidad Durango. Sigma 119. Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. 34220. México.
- Penaluna, Brooke E. Pacific Northwest Research Station. US Forest Service. 3200 SW Jefferson Way, Corvallis, OR, 97331. USA. *bepenaluna@fs.fed.us*
- Ramírez Huerta, Alejandro Luis Programa de Posgrado. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán, Av. Sábalo-Cerritos s/n. Mazatlán, Sinaloa, 82100. México.
- Reyes Valdez, Claudia Alejandra Bioforestal del Noroeste. Calle del Puerto 361. Col. Playa Ensenada, Ensenada, Baja California, 22880, México. *alechrysogaster@hotmail.com*
- Rodríguez Jaramillo, Carmen Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Instituto Politécnico Nacional 195. Col. Playa Palo de Santa Rita. La Paz, Baja California Sur. 23096 México.
- Ruiz Campos, Gorgonio Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Carr. Tijuana - Ensenada 3917, Col. Fraccionamiento Playitas. Ensenada, Baja California. 22860. México. *gruiz@uabc.edu.mx*
- Ruiz Luna, Arturo Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán, Av. Sábalo-Cerritos s/n. Mazatlán, Sinaloa, 82100. México. *arluna@ciad.mx*
- Sánchez González, Sergio Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Sánchez Ortiz, Eduardo Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Sigma 119. Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. 34220. México.

## PROLOGO

Fue un gran placer recibir la invitación para escribir este prologo. Me dio no solo la oportunidad de leer los estudios más recientes sobre las truchas Mexicanas, sino también la oportunidad para reflexionar sobre las truchas, su conservación, la naturaleza y biodiversidad, amistades, ciencia, relaciones internacionales, y el futuro. En el proceso, me sorprendió algo darme cuenta de la gran importancia que las truchas han tenido a lo largo de toda mi vida y su importancia mundial. Lo que sigue es entonces, mi historia personal con las truchas en lugares visitados con amigos muy especiales con quienes he convivido durante muchos años. Compartimos no solo experiencias memorables, sino también carreras y metas muy parecidas y ahora, este libro escrito y publicado por un grupo muy dedicado a todo lo que a mí me importa, con intención de divulgar al mundo la importancia de una de las más bellas especies de truchas, hasta ahora muy poco conocida.

Nací en el desierto Sonorense en Arizona, donde como niño pasé los veranos pescando trucha arco iris en las sierras del estado. Dedicaba mucho tiempo a la pesca con mosca y aprendí por experiencia y curiosidad, mucho sobre los invertebrados acuáticos y de la ecología acuática. Así que al matricularme al programa de licenciatura en Arizona State University, fue obvio declararme un estudiante de biología. Pero me fue difícil al principio dedicar tanto tiempo a los cursos básicos y tareas del laboratorio y a menudo escapé de mis clases huyendo a las montañas a explorar y pescar. Era mi pasión y en un *spring break* esa pasión me llevó junto con un amigo, a lo que fue mi primera visita a México, no a sus playas, sino a cruzar en mi vieja camioneta a la Sierra San Pedro Mártir, en el norte de Baja California. Una noche cenamos trucha arcoiris, pescada con lombrices de un arroyito entre los pinos. Pasaron muchos años antes de darme cuenta de que no fue trucha arcoiris común, como la que se cultiva y siembra como especie introducida por todo el mundo, sino era una trucha muy especial, endémica de esa sierra. Eso aprendí luego en un curso de pesquerías o de ictiología, que me introdujo también a la increíble diversidad de los peces del mundo, al conocimiento de los peces nativos del desierto y la gran problemática de su conservación, y mi pasión y *hobby* entonces empezaron poco a poco a convertirse en mi profesión.

A raíz de haber tomado esas clases clave, me despertó la conciencia para reconocer la importancia de la parte académica formal en mi futuro. Ya más dedicado y con algo de suerte, conseguí un trabajo de verano con el Servicio Forestal de los EUA. Con mi nuevo jefe y mentor del Servicio Forestal y dos mulas para llevar equipo de acampar, un equipo de electropesca, y una hielera llena de hielo seco, fuimos a hacer ciencia de campo. La meta era tomar muestras de una especie de trucha nativa y endémica (*O. gilae*) para estudios genéticos de su hibridización con una especie invasora – la introducida trucha arcoiris. Un tema aún prevalente en casi todas las actividades sobre conservación de truchas nativas y mencionado en varios capítulos de este libro.

Luego, pasé un par de años en Colombia trabajando en el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INDERENA), investigando las pesquerías del río Magdalena, radicado en un pueblito en una tierra súper caliente y húmeda. Para escapar del calor, a menudo visitaba a un amigo, experto en truchas, trabajando en una estación de cultivo de trucha arcoiris en Lago de Tota, a 3000 msnm en los Andes. Ahí vivía el pez graso (*Rhizosomichthys totae*), antes común, pero hoy seguramente extinto o casi extinto, debido en parte por lo menos, a la introducción de trucha arcoiris. Intentamos muchas veces atrapar

especímenes en las profundidades del lago, sin éxito. Esta historia me hace reflexionar sobre la magnitud del impacto adverso que tiene la trucha arcoiris, la cual se repite muchas veces en muchas partes de este planeta.

Luego, en mi curso de Maestría en Hidrobiología Aplicada en la Universidad de Londres, me impresionó la intensidad de manejo de recursos naturales en Gran Bretaña, allá conocí a una de las muchas estaciones de trucha arcoiris introducida en ese país. El curso destacó sus impactos, no tanto de la especie en sí misma, sino de los desechos que puedan afectar la calidad de agua para consumo humano, etc.

Regresando a casa, fui a visitar a mi profesor de licenciatura, el Dr. Minckley, quien inmediatamente me ofreció un trabajo. Implicó pasar mucho tiempo explorando toda la cuenca del río Yaquí colectando peces para un inventario de su estado de conservación. Ni pensé averiguar el salario antes de aceptar ese verdadero sueño de repente vuelto realidad. Entonces fue en el verano de 1978 que colecté mis primeros especímenes de ambas especies de truchas nativas de esa cuenca y un espécimen de trucha arcoiris introducida. Además, vi en la sierra de Chihuahua varias instalaciones de cultivos rústicos de trucha arcoiris, claramente con alta tasa de escape. Vi también los fuertes impactos de las prácticas forestales y de agricultura en las cuencas de tributarios del altiplano de Chihuahua y me enamoré de las grandes áreas remotas y las bellezas de la Sierra Madre Occidental (SMO), sus culturas y su gente tan amable y diversa.

Luego, con un trabajo en el Departamento de Caza y Pesca de Arizona y encargado de programas de peces nativos, desarrollé programas binacionales para la conservación de especies compartidas con el estado de Sonora. Aunque no estudiamos truchas en ese entonces, empezaron con este trabajo varias colaboraciones y amistades con biólogos mexicanos y de esas amistades eventualmente evolucionó el grupo binacional llamado Truchas mexicanas, citado en muchos capítulos de este libro, por la colección de muchas de las muestras iniciales usadas en algunos estudios expuestos en este libro.

La historia de cada quién dentro del grupo Truchas mexicanas es parecida a la mía. Conocemos toda la problemática de la conservación y la importancia de la biodiversidad. Ahora, por medio de nuestros esfuerzos, sabemos que México es dueño de gran parte de la diversidad global de este grupo económicamente importante, las truchas, y que esa diversidad importante para la economía global ahora se encuentra en grave peligro de extinción. Así aumenta nuestra pasión, que desde el principio ha sido siempre fuerte, tanto que la mayoría de nuestras salidas a la SMO fueron apoyadas, sobre todo, por nuestros propios bolsillos. Tomamos vacaciones de nuestros empleos para perseguir el *hobby* que compartimos –la exploración y descubrimiento científico. Desafortunadamente, siendo un grupo de científicos con una economía que depende de los trabajos profesionales y trabajando en sistemas diferentes en distintos países, en muy diferentes ambientes y perspectivas, la pasión mezclada con las diferencias a veces, generaron conflictos. Pero lo que siempre nos motivó y nos unió, fue la conservación de la diversidad biológica y sabemos que eso a fin de cuentas, depende de la humanidad. En este caso, específicamente de las poblaciones humanas de la SMO. Para ellos, aquí tenemos por primera vez en este libro, un resumen del conocimiento científico en español, escrito por la comunidad científica mexicana, que es, por fin mucho más accesible para la comunidad en general que lo que ha sido la literatura científica, ya casi todo en inglés y publicado en revistas inaccesibles. Este libro, entonces, servirá de fuente de la información básica que requieren no solo los que viven en las cuencas de los ríos con truchas nativas, sino también para los empleados de unidades de los gobiernos quienes requieren este conocimiento para asuntos

legales y logísticos que apoyan acciones locales. También es útil para los escritores de revistas populares, quienes ahora pueden difundir más efectivamente la ciencia a los que viven en la bella e importante SMO. Así, felicito a todos los autores de los capítulos de este libro y a los editores, por sus diversas contribuciones al conocimiento de la zona y una parte de la importante diversidad de truchas endémicas de México, así como por su pasión y dedicación a la conservación. Anticipo por medio de la publicación de este libro una acción acelerada para seguir avanzando en el conocimiento de esa riqueza biológica y más atención por parte de los diferentes niveles de gobiernos para su conservación en beneficio a largo plazo de la gente de la región y del país a quien pertenecen esas truchas únicas.

**Dean A. Hendrickson**  
**Curator of Ichthyology**  
**University of Texas Austin**  
**Department of Integrative Biology**  
**Biodiversity Collections**



# CONTENIDO

## Capítulo 1

1

### **La trucha dorada mexicana: estado actual, oportunidades de estudio y retos para el manejo y conservación de una especie endémica en riesgo**

---

*Arturo Ruiz-Luna, Francisco Javier García-De León*

## Capítulo 2

13

### **Caracterización paisajística e hidrológica de la Sierra Madre Occidental utilizando técnicas de Percepción Remota, Modelos Digitales de Elevación y Sistemas de Información Geográfica**

---

*Rafael Hernández-Guzmán, Arturo Ruiz-Luna*

## Capítulo 3

29

### **Historia evolutiva y biodiversidad genética de las truchas de la Sierra Madre Occidental**

---

*Alicia Abadía-Cardoso, Francisco Javier García-De León, John Carlos Garza*

## Capítulo 4

39

### **Análisis del contenido estomacal de la trucha dorada mexicana *Oncorhynchus chrysogaster* (Needham y Gard 1964) en los ríos Fuerte, Culiacán y Sinaloa, México**

---

*Arturo Ruiz Luna, Francisco Javier García de León*

Capítulo 5

53

**Dimorfismo sexual y periodo reproductivo de la trucha dorada mexicana, *Oncorhynchus chrysogaster* en los ríos Fuerte, Sinaloa y Culiacán**

---

*Francisco Javier García-De León, Leandro Nicolás Getino Mamet, María del Carmen Rodríguez Jaramillo, Sergio Sánchez González, Federico Márquez, Arturo Ruíz Luna*

Capítulo 6

73

**Relaciones biométricas y aspectos poblacionales de la trucha dorada mexicana *Oncorhynchus chrysogaster* en las cuencas de los ríos Fuerte, Sinaloa y Culiacán, México**

---

*Arturo Ruíz Luna*

Capítulo 7

87

**Relaciones biométricas comparativas de peso y longitud y longitud-longitud entre la trucha dorada mexicana (*Oncorhynchus chrysogaster*) y otras truchas nativas del noroeste de México**

*Gorgonio Ruiz-Campos, Claudia Alejandra Reyes-Valdez, Faustino Camarena-Rosales, Adrián Felipe González-Acosta*

Capítulo 8

97

**Predicción de la distribución geográfica de trucha dorada *Oncorhynchus chrysogaster* (Needham y Gard 1964) en los ríos Sinaloa y Culiacán, México**

---

*Arturo Ruíz-Luna, Rafael Hernández-Guzmán, Francisco Javier García-De León, Alejandro L. Ramírez-Huerta*

Capítulo 9

115

**Presencia de Compuestos Organoclorados Persistentes (COPs) en poblaciones de trucha dorada mexicana (*Oncorhynchus chrysogaster*), especie endémica de la Sierra Madre Occidental**

---

*Gabriela Aguilar Zárate, Arturo Ruiz-Luna, Miguel Betancourt Lozano*

Capítulo 10

125

**Introgresión genética de la trucha arcoíris exótica en poblaciones de trucha dorada mexicana**

---

*Marco Alejandro Escalante, Francisco Javier García-De León, Casey B. Dillman, Anna Belia De los Santos Camarillo, Ana George, Irene de los Angeles Barriga Sosa*

Capítulo 11

137

**Estrategias acuícolas para la conservación de trucha nativa: primeras experiencias**

---

*Irene de los Angeles Barriga Sosa, José Luis Arredondo-Figueroa, Genoveva Ingle de la Mora, Francisco Javier García-De León*

Capítulo 12

153

**Primeras gestiones para el cultivo de trucha nativa de la Sierra Madre Occidental: recolecta, determinación de identidad genética y reproducción**

---

*Alicia Abadía-Cardoso, José Luis Damas-Aguilar, José Luis Falcón-Rodríguez, Francisco Javier García-De León, John Carlos Garza, Genoveva Ingle de la Mora*

Capítulo 13

173

**La truticultura en México y sus implicaciones para las truchas nativas**

---

*Héctor Espinosa Pérez, Christian Lambarri Martínez, Armando Martínez Castro*

Capítulo 14

183

**Conservación de truchas del Pacífico**

---

*Brooke E. Penaluna*

Capítulo 15

189

**Caracterización Socioeconómica de la Actividad Truchícola  
en el estado de Durango: Un acercamiento para dimensionar  
su importancia**

---

*Erika Cassio Madrazo, Elizabeth Medina Herrera, Eduardo Sánchez Ortiz, César  
Israel Hernández Ramírez, Juan Francisco Moreno Sánchez*

Capítulo 16

203

**La política pública mexicana de truchicultura**

---

*Eduardo Sánchez Ortiz, Erika Cassio Madrazo, Elizabeth Medina Herrera*

# 1. Estado actual y perspectivas en la investigación de la Trucha Dorada Mexicana, un recurso poco conocido

---

*Arturo Ruiz-Luna, Francisco Javier García-De León*

Los niveles de impacto ambiental a los que se ha llegado como resultado de las actividades humanas, han obligado a considerar seriamente la conservación de la biodiversidad como una medida de supervivencia, volviéndose un imperativo a nivel mundial. Para ello se han emprendido diversas iniciativas internacionales, nacionales e individuales, donde se comprometen diversas acciones y acuerdos que involucran el conocimiento y la salvaguarda de la diversidad local, regional y mundial. Pese a estos esfuerzos, es evidente que la tendencia es hacia la homogeneización, es decir pérdida de diversidad de la biota terrestre y acuática, aun cuando se sabe que la biodiversidad sigue patrones heterogéneos de distribución espacial.

La homogeneización biótica aumenta conforme la población humana crece y se mueve, requiriendo de bienes y servicios, muchas veces introduciendo especies exóticas para satisfacer las amplias demandas de una sociedad en crecimiento. Esta homogeneización es mayor conforme las especies introducidas son más similares ecológicamente a las nativas, facilitando la expansión del rango de distribución de las primeras y reduciendo el de las segundas (Olden y Poff 2003; Olden et al. 2004).

En México, como en la mayor parte del planeta, los aspectos ambientales han sido relegados de las políticas públicas de desarrollo económico, favoreciendo prácticas no sustentables y que han atentado contra la diversidad biológica. Así, la deforestación, la agricultura y la ganadería extensiva, el represamiento de ríos y la pesca de arrastre, entre otras actividades, han sido prácticas que siempre han contado con el apoyo gubernamental, pues son fuente de empleo y de producción de bienes para autoconsumo y exportación. Esta tendencia tuvo cambios importantes a raíz de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, realizada en Rio de Janeiro, Brasil, en 1992, en la que se estableció el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB; <http://www.un.org/es/events/biodiversityday/convention.shtml>) con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Su visión general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible.

A raíz de esa cumbre política, se creó en México la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y se expidieron diversas leyes relacionadas con vida silvestre, desarrollo sustentable y conservación de recursos, para finalmente favorecer prácticas de cultivo y ganadería orgánicas, así como prácticas de pesca y acuicultura responsables, que actualmente rigen en el país (Anta Fonseca et al. 2008). Aún con sus limitantes, estas regulaciones junto con las presiones internacionales impuestas por el CDB han tenido un efecto positivo al racionalizar de alguna manera el proceso productivo nacional, reduciendo con ello las tasas de pérdida del capital natural, un concepto que surge a partir de la evaluación de la diversidad biológica existente en el territorio nacional (CONABIO 2008; Sarukhán 2012).

El reto de mantener activos importantes en dicho capital natural y con ello respaldar el bienestar humano y la generación de riqueza, tiene como base ineludible, el conocimiento científico confiable y de calidad sobre la diversidad biológica (Sarukhán et al. 2012). Con relación a lo anterior, en México la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como uno de los cinco objetivos estratégicos, la creación del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Sin embargo, a pesar de los avances en materia de información sobre la biodiversidad nacional, existen aún grandes vacíos derivados de la vasta extensión territorial y su gran diversidad biológica y ecológica (que hacen de México un país Megadiverso). Tal déficit en el conocimiento es seguramente el resultado de la escasa inversión en investigación y desarrollo tecnológico y en particular, de la investigación encaminada a la conservación y uso sustentable de esa megadiversidad.

No obstante, en la tarea de reducir este vacío de conocimiento, México ha privilegiado el estudio de especies o ecosistemas emblemáticos, muchos de ellos seleccionados con base en la opinión pública nacional e internacional, obviando en ocasiones importantes especies y ecosistemas de relevancia ecológica, evolutiva y hasta económica, que requieren de ser evaluados como parte de nuestros recursos soberanos y que además representan objetos de estudio de gran atractivo tanto académico como social.

En esa situación se ubican las especies de salmónidos que de manera natural se distribuyen en las partes elevadas de regiones montañosas de la sierra de San Pedro Mártir y la Sierra Madre Occidental (SMO) de México. Conocidos comúnmente como truchas, son peces de pequeño tamaño, que pocas veces superan los 15 cm y que actualmente se encuentran amenazados y en riesgo de extinción.

Siendo los salmónidos con distribución natural más austral y además con carácter endémico debido a su interesante origen evolutivo, estos peces representan un complejo de linajes genéticos únicos, que está en riesgo por diversas razones, teniendo como causa común las actividades humana que se desarrollan en la región que habitan.

Dado que como recurso pesquero su aporte a la economía es muy reducido, como resultado de su baja abundancia, tallas pequeñas y la escasa accesibilidad a los sitios que habita, el interés pesquero por esta especie es estrictamente local, de subsistencia y temporal (principalmente capturados para semana santa y durante la época de lluvias). Para los Rarámuris o Tarahumaras de Chihuahua, estas especies, conocidas en esta etnia como *apariques*, han sido fuente milenaria de proteína animal. Por razones semejantes, el conocimiento que se tiene sobre estas especies se ha concentrado en la documentación de su presencia en el noroeste de México y es prácticamente a finales del siglo pasado y principios del presente, cuando se ha puesto de manifiesto su importancia y se ha incrementado la información que sobre estos salmónidos existe, particularmente con la integración del grupo binacional México – EUA, Truchas Mexicanas (<http://truchasmexicanas.org/>).

Con base en los trabajos realizados por los integrantes de este grupo y otros especialistas interesados en el tema, se reconocen distintas formas del género *Oncorhynchus*, distribuidas en la región, con una subespecie de la trucha arcoíris de California (*O. mykiss nelsoni*) que habita en la sierra de San Pedro Mártir en Baja California, así como un complejo de especies ubicado en la SMO, donde destacan la trucha del río Conchos, que fue redescubierta recientemente por el grupo Truchas mexicanas y que estudios recientes indican un origen complejo. Asimismo es relevante la trucha dorada mexicana (*O. chrysogaster*, TDM), especie objeto de estudio de esta obra, que junto con *O.*

*mykiss nelsoni* son las únicas reconocidas para la ciencia y por tanto legalmente. Al norte y al sur de la distribución de la TDM, se ubica el resto de las especies que forman parte de este complejo de linajes, que requieren de su descripción científica formal, para posteriormente incluirse como especies amenazadas y ser sujetas de protección legal.

Considerando la importancia de estas especies y dadas las limitantes de información, se intenta abordar en esta obra el tema de la TDM en particular, al ser la única especie formalmente descrita dentro de las que habitan la Sierra Madre Occidental y para la que de manera específica se ha generado información a partir de proyectos financiados principalmente por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO) y la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA), entre otros. Estos apoyos han dado total autonomía a grupos mexicanos de investigación, permitiendo el estudio de recursos naturales con una agenda propia, integrada con objetivos de interés nacional.

Enmarcados en ese contexto, se incorporan aspectos que van desde lo relativo a los ambientes que albergan a la especie, su evolución histórica y lo básico en materia de biología (alimentación, reproducción, morfometría, distribución y diversidad genética), a otros temas que involucran relaciones con otros componentes del ecosistema (introgresión por especies exóticas, contaminantes), biotecnología, así como aspectos sociales y legales, que en conjunto serán de utilidad para que esta especie sea mejor conocida y observada como un activo importante del capital natural nacional y como un recurso que puede ser manejado y utilizado para beneficio de la comunidad, además de protegido.

Con todo esto, se reconoce que si bien han fructificado los esfuerzos para generar nuevo conocimiento sobre la TDM, quedan más preguntas que respuestas atendidas, lo que genera mayor interés por seguir estudiando estas especies, con mayor detalle, cubriendo periodos y regiones más amplias, que no dudamos aportarán no solo información sobre las truchas sino sobre su entorno, sus relaciones y su potencial como recurso económico, aprendiendo de su capacidad para evolucionar y adaptarse a ambientes adversos.

Por lo antes expuesto, ésta obra inicia con una caracterización del paisaje y el diseño de un modelo de drenaje mediante métodos modernos de sistemas de información geográfica. Los autores, Hernández-Guzmán y Ruiz-Luna resaltan en el capítulo 2, la importancia de describir el medio donde habita la especie como una necesidad importante para entender las causas que modifican el hábitat y su efecto sobre el balance hidrológico y, en última instancia, la disponibilidad de agua para las truchas. La SMO es una cadena montañosa con topografía accidentada y una alta diversidad de componentes ambientales, representa una gran riqueza natural, y mantiene un elevado nivel de naturalidad, particularmente en la vertiente occidental, en las zonas más elevadas, con regímenes climáticos más extremos, donde habitan las truchas objeto de nuestro estudio. Los autores comentan que la SMO se caracteriza por una extensa cobertura vegetal que cubre más del 75% de su extensión, con pendientes que van de suaves a moderadas y cuya red hidrológica abarca cerca de 200,000 km, principalmente de arroyos de 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> orden y en altitudes superiores a los 2000 msnm, que son los que primordialmente albergan a la TDM. Pese a estos significantes avances en el conocimiento del medio, lo autores también reflexionan sobre la necesidad de intensificar el muestreo de parámetros fisicoquímicos, la descripción del paisaje *in situ* y la interpretación de las relaciones con otros componentes del ecosistema, apoyados precisamente en las descripciones paisajísticas derivadas del análisis de imágenes de satélite cada vez más accesibles y con mayor resolución espacial, así como en modelos de distribución de la especie.

La evolución y la biología general de la TDM son analizadas en detalle en los capítulos del 3 al 8. La historia evolutiva y la diversidad de truchas mexicanas en relación a otras truchas en Norteamérica, así como entre las poblaciones en cuencas y arroyos diferentes de México representa la primera síntesis bibliográfica sobre el origen y evolución de la biodiversidad de las truchas mexicanas. Este tema es estudiado por Abadía-Cardoso et al. en el capítulo 3 y sintetizan la información sobre la historia evolutiva con un enfoque en los estudios genéticos, resaltan los detalles que faltan por entender y proponen áreas potenciales de investigación genética evolutiva en las truchas del Noroeste de México; también destacan la importancia de describir la biodiversidad en este grupo de truchas nativas, tanto a nivel biológico como taxonómico, indispensables para llevar a cabo esfuerzos de conservación y además, para entender los efectos previstos para otras truchas que enfrentan cambios climáticos.

Aunque ya Reyes-Valdez et al. (2006) proporcionaron datos sobre la dieta de las especies nativas de trucha descritas y no descritas del noroeste, Ruiz-Luna y García-De León presentan en el capítulo 4, un primer reporte sobre la composición de la dieta de la TDM en las tres cuencas que habita (Fuerte, Culiacán y Sinaloa), con un tamaño de muestra y distribución geográfica de gran amplitud. Los autores concluyen que la TDM es una especie insectívora generalista, consumiendo presas de naturaleza acuática o terrestre que estén a su alcance, aun cuando en dicho trabajo se generan conclusiones interesantes en asociación con la dieta consumida por hembras y machos, donde aparentemente las hembras consumen presas de mayor tamaño, conducta que puede estar asociada con la época reproductiva. Dado que la mayoría de los muestreos se realizaron durante la temporada de máximo desove, es necesario continuar con estos análisis abarcando un ciclo anual y comparativo entre cuencas, para comprender la dinámica espacio-temporal de la dieta de la especie en su ambiente natural.

Posteriormente, García-De León et al., en el capítulo 5 analizan el dimorfismo sexual mediante morfometría geométrica encontrando diferencias entre ambos sexos. Entre otros resultados, no se observó la típica curvatura presente en la mandíbula de otros salmónidos en la época de madurez sexual, aunque en términos generales la cabeza de los machos resultó con una apariencia más robusta y alargada que la de las hembras. Además determinaron que la TDM es una especie iteropara, sin embargo proponen que el ciclo de muestreo deberá extenderse tanto en tiempo como en espacio para mejorar el conocimiento sobre la fenología reproductiva de la TDM y determinar si las diferencias encontradas a nivel de cuenca son significativas o hay sincronía reproductiva en la especie independientemente de su ubicación geográfica.

Algunas relaciones biométricas que determinan las características poblacionales de la TDM fueron establecidas en el capítulo 6 por Ruiz-Luna, determinando que la TDM no supera en promedio los 12 cm de longitud total, con peso promedio ligeramente mayor a 15 g, siendo mayor en el caso de las hembras con respecto a los machos, un fenómeno que puede ser explicado por la estrategia de muestreo, asociado en su mayoría con el periodo de reproducción, de donde también se determinó que existe maduración gonádica tanto en machos como en hembras con tallas relativamente pequeñas. Otras diferencias encontradas sugieren variación del peso total entre cuencas, siendo las truchas de mayor peso las de la cuenca del río Sinaloa, pese a que el tamaño de muestra es similar por lo menos entre las cuencas del Fuerte y Sinaloa. Con respecto a la proporción de sexos, el autor observa una relación entre el número de hembras y machos muy cercana a la unidad, sin embargo a nivel de cuenca esta relación varió, siendo más numerosos los machos en el río Fuerte y

más numerosas las hembras en el río Culiacán. El autor sugiere se profundice en el estudio de estas diferencias a nivel de cuenca, las cuales pueden contribuir al entendimiento de los posibles impactos por efecto de cambios en el hábitat, información necesaria para una correcta programación de actividades de repoblación y optimización del cultivo de estas especies.

En el mismo sentido que el autor anterior, en el capítulo 7 Ruiz-Campos et al. analizan las relaciones biométricas de la trucha arcoíris de Baja California, la TDM y otras especies de la SMO. Los autores encuentran que en todos los casos la relación entre el peso y la longitud es típicamente isométrica, salvo en *O. mykiss nelsoni* que es alométrica negativa, aunque hay variaciones atribuibles a diferencias morfométricas entre las especies y posiblemente a la alimentación, pues algunas experiencias de cultivo de esta última especie demuestran que en cautiverio, puede pasar a una situación inversa, con crecimiento alométrico positivo.

La dimensión espacial en este tipo de estudios es un aspecto que se ha resaltado al constatar algunas diferencias biológicas importantes entre cuencas. El estudio de Ruiz-Luna et al. en el capítulo 8, sobre la predicción de la distribución geográfica de trucha dorada *Oncorhynchus chrysogaster* en los ríos Sinaloa y Culiacán pretende acotar este faltante. Por ejemplo, algunas de estas diferencias se evidencian desde la extensión que ocupan las áreas con potencial para hábitat de la TDM, por arriba de los 2000 msnm, que es significativamente mayor en las cuencas de los ríos Fuerte y Culiacán (Ruiz-Luna et al. 2013), aunque la fracción correspondiente a la del río Sinaloa presenta en general aptitudes para albergar a la especie. De hecho las campañas de muestreo han sido particularmente exitosas en la confluencia de las tres cuencas, mientras que al norte de la cuenca del río Fuerte no se han obtenido resultados positivos en las últimas campañas realizadas en los años 2014-2015, aun en sitios con registros históricos, lo que hace temer por una posible extinción a nivel local, que debe ser confirmada.

Sumado a los aspectos ambientales, debe reconocerse que la permanencia de la TDM y las otras truchas nativas de la SMO también está determinada por otras variables, originadas principalmente por las distintas actividades antrópicas realizadas en la región y aún fuera de ella; los resultados que presentan Aguilar et al. en el capítulo 9, con relación a compuestos organoclorados persistentes hallados en tejidos de TDM, son un ejemplo de ello. En dicho estudio, se determinó que aunque los residuos encontrados en el análisis tienen su origen en distintas fuentes de contaminación, corresponden esencialmente a sustancias aplicadas en desarrollos agrícolas, principalmente localizados en la planicie costera y que con toda probabilidad son transportados a las zonas altas después de que dichos compuestos son volatilizados a la parte alta de la atmosfera, para luego ser precipitados con la lluvia u otros fenómenos de deposición química. Lamentablemente no se cuenta con registros históricos del uso de plaguicidas, por lo que los resultados no han podido asociarse con alguna zona agrícola o cultivo en particular, lo que seguramente sería de gran utilidad para propósitos de buenas prácticas en el uso de estas sustancias. Sin embargo, para poder llegar a conclusiones definitivas se requiere de una muestra más amplia, que además incluya otras fuentes de medición de contaminantes como pudieran ser los componentes de la dieta en truchas, así como sedimentos, con lo que habría mayores posibilidades de identificar el origen de la contaminación y la elaboración de modelos de dispersión que permitan generar medidas de prevención y evaluación de riesgos.

Además de la amenaza de un incremento en la contaminación de los ríos en la SMO, no solo por la acción de la deposición de plaguicidas y residuales derivados de la industria

agrícola, sino también por una creciente actividad minera, las truchas nativas se encuentran en riesgo ante la transformación de su entorno. La deforestación, tanto legal como ilegal, para propósitos maderables, es una de las principales amenazas, que junto con los posibles efectos del cambio climático global son un reto para la sobrevivencia de estas especies acuáticas. Ante ese tipo de situaciones, con nuestras experiencias de campo pudimos percibir un cambio de actitud en la población local hacia una toma de conciencia sobre el impacto que las actividades forestales acarrearán, suscribiendo acuerdos con las autoridades en materia ambiental, para ejecutar obras de restauración, conservación, captación de agua y protección de la biodiversidad a través del pago por servicios ambientales.

Adicionalmente, se ha buscado la diversificación de actividades, fomentando el turismo y la acuicultura, como principales actividades alternas. Sin embargo, esto se ha hecho sin regulación por los diferentes niveles de gobierno, por lo que se ha favorecido la introducción de especies exóticas, particularmente de la trucha arcoíris, nativa de California EUA, incrementando el riesgo de extinción de la TDM.

Sobre este riesgo advierten claramente los estudios realizados por Escalante et al. en el capítulo 10. Estos autores manifiestan la existencia de introgresión genética de la trucha exótica sobre la TDM, es decir, la hibridación entre ambas especies, con la consiguiente pérdida de información genética de la trucha nativa. Esto está documentado particularmente en las cuencas del río Sinaloa y específicamente en el arroyo Aparique en el río Fuerte. En este último caso resulta paradójico que siendo *aparique* el término con el que los Rarámuris denominan a la trucha nativa, ésta se encuentre en riesgo de ser reemplazada por una especie exótica, como consecuencia de malas prácticas acuaculturales.

Por considerar como un riesgo inminente la presencia de trucha arcoíris en la zona, se acentúa la necesidad de regular la introducción de esta especie con controles estrictos, aunque se entiende la necesidad del desarrollo regional, al diversificar los sistemas de producción para evitar el agotamiento de otros recursos. Con ese fundamento, algunas instituciones nacionales se han preocupado por evaluar la factibilidad del cultivo de las truchas nativas mexicanas, en particular de la TDM y la trucha de San Pedro Mártir. Particularmente en esta obra se cuenta con dos trabajos que permiten entrever el potencial que tiene la TDM para propósitos de cultivo. Tanto Barriga-Sosa et al. en el capítulo 11, como Abadía-Cardoso et al. en el capítulo 12, resaltan de sus experiencias de cultivo de esta especie, que es viable alcanzar tallas comerciales (> 250 g), en periodos de aproximadamente 6 meses, algo en lo que no se confiaba dado el reducido tamaño de los ejemplares silvestres muestreados hasta la fecha. Particularmente en el caso de Barriga-Sosa et al., se alcanzaron tasas específicas de crecimiento muy similares a las reportadas para trucha arcoíris, lo que permite visualizar posibilidades de desarrollo para la región. Por su parte Abadía-Cardoso et al. llegan a conclusiones semejantes, validando en primer término la identidad genética de la TDM capturada en el río Fuerte y promoviendo la fertilización artificial en dos tiempos, que condujo a la eclosión de más del 75% de los huevos fertilizados.

Aunque algunos aspectos relacionados con la reproducción y la alimentación en cautiverio han sido resueltos por los dos grupos de investigación, siguiendo prácticas estándar de cultivo de la trucha arcoíris, aún quedan asuntos sin resolver como es el caso de la relación adecuada entre el número de machos y hembras, mostrando diferencias entre los dos grupos de investigación. Independientemente de esa discrepancia, coinciden en cuestionarse sobre otros aspectos relacionados con el cultivo, como es el caso de la obtención y maduración correcta de progenitores, la existencia de posibles enfermedades,

densidades de siembra y cultivo en distintas etapas de desarrollo y sobre las adaptaciones a aguas con distinta calidad. Por otro lado y dada la dificultad de reconocer las diferentes especies y sobre todo híbridos en los sistemas de ríos de la SMO, únicamente por su aspecto morfológico, los autores de ambos capítulos proponen métodos moleculares, usando marcadores del ADN mitocondrial y marcadores del ADN nuclear. Ambos métodos tienen ventajas y desventajas, no obstante si se carece de una base de datos completa para la comparación, su utilidad se vuelve limitada; por lo que los autores sugieren seguir investigando para completar esas bases de datos y así tener una herramienta molecular de gran utilidad en el cultivo de las truchas nativas mexicanas. Todas estas complicaciones deberán irse analizando en el futuro próximo para generar un cultivo exitoso, por medio del cual se garantice la eliminación de especies exóticas, y favorezca a las especies nativas, tanto para cultivo como para repoblación y sobre todo, que ofrezca posibilidades de desarrollo local, que permitan que la actividad se mantenga en niveles sustentables y sin merma de la biodiversidad.

Finalmente, debe considerarse que el cultivo de trucha arcoíris se encuentra apenas en etapa de desarrollo en la región y su impacto actual sobre la economía local no se conoce en detalle. Una etapa crucial para entender el grado de tecnificación de la truticultura en el noroeste de México es la inventarización de las granjas de cultivo, siendo este parte de los temas que abordan Espinosa et al. en el capítulo 13. Adicionalmente mencionan que el establecimiento de centros para el cultivo de trucha, aunque económicamente útil, es otro factor de riesgo para la diversidad acuática, especialmente donde existen poblaciones nativas de especies similares; por lo que se dan a la tarea de ubicar geográficamente esos centros usando sistemas de información geográfica tanto en México en general, como en la región del noroeste, donde habitan truchas nativas, en particular. Esta información seguramente servirá como un valioso instrumento para la gestión racional y conservación de la TDM.

Por su parte, Penaluna en el capítulo 14 propone que las actividades de manejo sustentable y conservación de las truchas del Pacífico deben incluir el mantenimiento de conectividad entre hábitats heterogéneos y maximización de los mismos, con protección de los hábitats a una escala mayor y conservación de las aguas de ambientes fríos, lo cual representa un reto ante la inminencia del cambio climático.

Evidentemente, el proceso de conservación va ligado a aspectos económicos y sociales y en ese sentido, Cassio et al. en el capítulo 15, realizan una caracterización socioeconómica de la actividad trutícola en el estado de Durango, efectuando algunas comparaciones con la actividad desarrollada a nivel nacional. Los autores identifican que este estado junto con Chihuahua y Sinaloa, que hospedan las localidades donde se tienen registros de TDM, cuentan con condiciones ideales para el cultivo de trucha, sin embargo su impacto a nivel nacional es escasamente significativo, produciendo en conjunto menos del 3% del total nacional. Con ese escenario, se dan las condiciones necesarias para un manejo adecuado de la truticultura en la región dentro de un marco de conservación de las especies nativas. El reto obviamente, comentan los autores, no es exclusivo en la parte ambiental y tecnológica, sino también extenderse a los aspectos sociales, que deben ser atendidos para apoyar el despegue de esta actividad, fortaleciendo los mecanismos requeridos para evitar, o al menos disminuir, la dependencia en cuanto a la provisión de huevos o crías y de alimento balanceado, dos áreas que pudieran fortalecerse a nivel regional con el apoyo institucional, grupos académicos locales y de inversión privada.

Asimismo es necesario crear nuevos canales de distribución que permitan una mejor programación de cosechas y producción.

Todos los aspectos contemplados arriba, es decir, el ambiental, el tecnológico, el social, e inclusive el económico, deben ser estrictamente regulados para evitar la anarquía o prácticas de producción y comercialización desleales, por lo que el aporte que ofrecen Sánchez et al. en el capítulo 16, es un loable intento de recoger y organizar en un documento, la diversidad de leyes, normas y regulaciones relacionadas con el cultivo de especies acuícolas, con énfasis en la truiticultura. De todo ello se desprende algo que ya se había comentado inicialmente, que existe un evidente esfuerzo por mejorar las condiciones de desarrollo, pero que adolece de la adecuada articulación para lograr el equilibrio con los aspectos ambientales y carece de todo tipo de normatividad con respecto al manejo específico de la TDM, promoviendo solo instrumentos generales de protección a especies nativas, dentro de los que la NOM-059-SEMARNAT-2010, es la única referencia concreta para esta especie. Concluyen estos autores que es evidente una tendencia importante en políticas públicas la promoción de la acuicultura, pero con mínima regulación relacionada con la protección de las especies nativas así como de la introducción de especies exóticas. Por lo anterior consideramos imprescindible que deben crearse normas que regulen la actividad pesquera y el manejo acuícola y conservación de las truchas nativas mexicanas que habitan las diferentes cuencas en la SMO y en particular la TDM, como aquellas establecidas para otros cuerpos de agua de México (DOF 2014; 2015).

En conclusión y considerando lo mencionado por Penaluna (capítulo 14), no hay historias de éxito total en los diversos intentos realizados por recuperar a cualquiera de las especies de truchas del Pacífico, dentro de las que se incluyen nuestras especies nativas, sin embargo cada historia ha dejado lecciones que debemos aprender para no repetir errores y al menos retrasar la disminución de las poblaciones de peces, que de acuerdo a la experiencia de los autores, se encuentran en riesgo en algunas de las localidades con registro histórico.

Como país comprometido con el desarrollo sustentable y la conservación de la biodiversidad, México debe aprender de las diversas experiencias que en materia de manejo y uso de salmónidos se han generado en diversos países del hemisferio norte, para evitar en lo posible el error de seguir introduciendo especies exóticas que atentan la subsistencia de estos salmónidos.

Como se ha mencionado de manera reiterativa en los diversos capítulos que conforman esta obra, es pertinente continuar con este tipo de estudios relacionados con nuestra riqueza natural, misma que debe ser protegida y aprovechada equitativamente. Por ello autores que participamos de esta experiencia, así como otros que se integran en grupos interinstitucionales como el de Truchas Mexicanas o de instituciones como el CIAD, CIBNOR, CICESE, UABC, UAM, UNAM e inclusive los centros de investigación de dependencias de gobierno, como es el caso del INAPESCA, consideramos que deben redoblar los esfuerzos para proteger el capital natural del país, siendo un requisito necesario que las instituciones de gobierno en sus tres niveles, de las que dependen estos recursos y en particular las que tienen que ver directamente con la protección y manejo de especies como la trucha dorada mexicana, se sensibilicen y apoyen estas iniciativas de investigación a fin de que no se conviertan en intentos aislados y se ponga en riesgo la supervivencia de estos peces y otros grandiosos recursos escasamente conocidos en la Sierra Madre Occidental, México.

## REFERENCIAS

- Abadía-Cardoso, A., F.J. García-De León y J.C. Garza. 2016. Historia evolutiva y biodiversidad genética de las truchas de la Sierra Madre Occidental. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 3.
- Abadía-Cardoso, A., J.L. Damas-Aguilar, J.L. Falcón-Rodríguez, F.J. García-De León, J.C. Garza y G. Ingle de la Mora. 2016. Primeras gestiones para el cultivo de trucha nativa de la Sierra Madre Occidental: colecta, determinación de identidad genética y reproducción. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 12.
- Aguilar, Z.G., A. Ruiz-Luna y M. Betancourt L. 2016. Presencia de Compuestos Organoclorados Persistentes (COPs) en poblaciones de trucha dorada mexicana (*Oncorhynchus chrysogaster*) especie endémica de la Sierra Madre Occidental. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 9.
- Anta Fonseca, S., J. Carabias, A. Díaz de León, C. Illsley, C. López, D. Robinson, E. Escamilla, F. Edouard, F. Ramírez, L. Merino, M. Chauvet, O. Ramírez, P. Álvarez, R. Obregón, S. Madrid, S. Purata y S. Ávila. 2008. Consecuencias de las políticas públicas en el uso de los ecosistemas y la biodiversidad. En: *Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO. México. pp. 87-153.
- Barriga-Sosa, I.A., J.L. Arredondo-Figueroa, G. Ingle de la Mora y F.J. García de León. 2016. Estrategias acuícolas para la conservación de truchas nativas: primeras experiencias. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 11.
- Cassio, M.E., E. Medina H., E. Sánchez O., C.I. Hernández R. y J.F. Moreno S. 2016. Caracterización socioeconómica de la actividad truchícola en el estado de Durango: Un acercamiento para dimensionar su importancia. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 15.
- CONABIO. 2008. *Capital natural de México, Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Vol. 1. 612 p.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2014. NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SAG/PESC-2014, Para regular el aprovechamiento de los recursos pesqueros en el embalse de la presa El Cuchillo-Solidaridad, ubicada en el Municipio de China, N.L.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2015. NORMA Oficial Mexicana NOM-036-SAG/PESC-2015, Pesca responsable en el Lago de Pátzcuaro ubicado en el Estado de Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros.
- Escalante, M.A., F.J. García-De León, C.B. Dillman, A.B. De los Santos C., A. George, I.A. Barriga S. 2016. Introgresión genética de la trucha arcoíris exótica en la trucha dorada mexicana. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 10.
- Espinosa, P.H., C. Lambarri M. y A. Martínez Castro. 2016. La truticultura en México y sus implicaciones para las truchas nativas. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 13.
- García-De León, F.J., L.N. Getino M., M.C. Rodríguez J., S. Sánchez G., F. Márquez y A. Ruiz-Luna. 2016. Dimorfismo sexual y periodo reproductivo de la trucha dorada mexicana, *Oncorhynchus chrysogaster* en los ríos Fuerte, Sinaloa y Culiacán. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 5

- Hendrickson, D.A., D.A. Neely, R.L. Mayden, K. Anderson, J.E. Brooks, F. Camarena-Rosales, R. Cutter, L. Cutter, A.B. De Los Santos C., G.W. Ernsting, H. Espinoza-Pérez, L.T. Findley, F.J. García-De León, A.L. George, J. Hatch, B.R. Kuhajda, K.E. Mayden, K. Mcnyset, J.L. Nielsen, F.W. Pfeifer, D.L. Propst, G. Ruiz-Campos, E. St. Clair, J.R. Tomelleri and A. Varela-Romero. 2006. Conservation of Mexican native trout and the discovery, status, protection and rediscovery of the Conchos trout, the first native. En: M.L. Lozano-Vilano and A.J. Contreras-Balderas (eds.). *Studies of North American Desert Fishes in Honor of E.P. (Phil) Pister, Conservationist*. Faculty of Biological Sciences, UANL. Mexico. pp. 162-201.
- Hernández-Guzmán, R. y A. Ruiz-Luna. 2016. Caracterización paisajística e hidrológica de la Sierra Madre Occidental utilizando técnicas de Percepción Remota, Modelos Digitales de Elevación y Sistemas de Información Geográfica. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 2.
- Olden, J.D. and N.L. Poff. 2003. Toward a mechanistic understanding and prediction of biotic homogenization. *American Naturalist*. 162: 442–460.
- Olden, J.D., N.L. Poff, M.R. Douglas, M.E. Douglas and K.D. Fausch. 2004. Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. *Trends in ecology & evolution*. 19(1): 18-24.
- Penaluna, B. 2016. Conservación de truchas del Pacífico. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 14.
- Reyes-Valdez, C.A., G. Ruiz-Campos, F. Camarena-Rosales and A. Varela-Romero. 2006. Diet composition of native trout (Salmonidae: *Oncorhynchus*) from the Sierra Madre Occidental, Mexico. En: Lozano-Vilano M.L. and A.J. Contreras-Balderas (eds.). *Studies of North American Desert Fishes in Honor of E.P. (Phil) Pister, Conservationist*. Mexico. Faculty of Biological Sciences. UANL. México. pp: 125-137.
- Ruiz-Campos, G., C.A. Reyes-Valdez, F. Camarena-Rosales y A.F. González-Acosta. 2016. Relaciones biométricas comparativas de peso y longitud y longitud-longitud entre la trucha dorada mexicana (*Oncorhynchus chrysogaster*) y otras truchas nativas del noroeste de México. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 7.
- Ruiz-Luna, A. 2016. Relaciones biométricas y aspectos poblacionales de la trucha dorada mexicana *Oncorhynchus chrysogaster* en las cuencas de los ríos Fuerte, Sinaloa y Culiacán, México. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 6.
- Ruiz-Luna, A., C.A. Berlanga-Robles, R. Hernández-Guzmán y M.A. Escalante-Sánchez. 2013. Modelación de la distribución de truchas nativas de la Sierra Madre Occidental y su relación con la estructura del paisaje adyacente. *Informe técnico final*. Proyecto CONABIO JM058. 49 p.
- Ruiz-Luna, A. y F.J. García-De León. 2016. Análisis del contenido estomacal de la trucha dorada mexicana *Oncorhynchus chrysogaster* (Needham y Gard 1964) en los ríos Fuerte, Culiacán y Sinaloa, México. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 4.
- Ruiz-Luna, A., R. Hernández-Guzmán, F.J. García-De León y A.L. Ramírez-Huerta. 2016. Predicción de la distribución geográfica de trucha dorada *Oncorhynchus chrysogaster* (Needham y Gard 1964) en los ríos Sinaloa y Culiacán, México. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 8.

- Sánchez O.E., E. Cassio M. y E. Medina H. 2016. La política pública mexicana de truchicultura. En: Ruiz-Luna A. y F.J. García-De León (eds.). *La trucha dorada mexicana*. Cap. 16.
- Sarukhán, J., J. Carabias, P. Koleff y T. Urquiza-Haas (redactores). 2012. *Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación*. CONABIO. México. 91 p.
- Vásquez-Gallegos, P. 2014. Maduración sexual de la trucha de San Pedro Mártir *Oncorhynchus mykiss nelsoni* evaluada mediante un método no invasivo. *Tesis de Maestría en Ciencias (Acuicultura)*. Centro Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California, México.