

# 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, allí 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*

## **4. 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*

### **INTRODUCCIÓN**

El conocimiento de la biología y ecología de cualquier especie requiere de la integración de diversos aspectos básicos relativos a su reproducción, alimentación y crecimiento, además de los requerimientos ambientales que permiten su distribución y su interacción con otras especies. En ese sentido, estudiar los hábitos alimentarios a través del tiempo y el espacio es de suma importancia considerando que permite comprender el papel ecológico de la especie, algunas de sus relaciones con el ambiente que habita, sus requerimientos energéticos (Alava 2013) y además genera información necesaria para propósitos de conservación o para su manejo a través de biotecnologías, como es el caso de algunas especies que son susceptibles de cultivarse.

Particularmente para el caso de peces, el estudio del contenido estomacal es el método más común para determinar las preferencias alimentarias de una especie. En el caso de las truchas del género *Oncorhynchus*, los estudios sobre dieta y hábitos alimentarios son numerosos y con una larga trayectoria (Ricker 1930; Hess y Rainwater 1939; Leonard 1942; Ray et al. 2007, entre otros). Sin embargo, la mayoría de las publicaciones recientes están orientadas al mejoramiento de alimento artificial y su aprovechamiento por organismos confinados en sistemas de cultivo, sobre todo para la trucha arcoíris (*O. mykiss*) cuyo cultivo es uno de los más extendidos a nivel mundial, por lo que el aspecto nutricional se ha estudiado desde diversos enfoques y de manera exhaustiva (ver Número Especial 100, *Aquaculture* 1992; Yamamoto et al. 2002; Guzel y Arvas 2011, entre otros).

A nivel de contenido estomacal, los estudios para especies primordialmente dulceacuícolas del género *Oncorhynchus* son más limitados, aunque es importante señalar que algunos de ellos son muy completos no solo por detallar los contenidos estomacales y su variación, sino por describir la evolución de las ingestas a lo largo del día, permitiendo evaluar la actividad diurna relacionada con la alimentación. También, el tipo de dieta se ha relacionado con la presencia de presas, obtenidas por medio de arrastres bentónicos en forma simultánea a la captura de los ejemplares de trucha. Este tipo de estudios es hasta cierto punto común para las diferentes especies de trucha silvestre que de manera natural habitan en los EUA y Canadá (Angradi y Griffith 1990; Romero et al. 2005).

Para las especies de trucha nativa de México, el número de estudios es muy limitado, y en lo tocante a alimentación, reduciéndose a los trabajos publicados por Ruiz-Campos (1989) y Ruiz-Campos y Cota-Serrano (1992) sobre la trucha nativa de San Pedro Mártir (*O. mykiss nelsoni*), mientras que para las truchas nativas de la Sierra Madre Occidental (SMO), complejo íctico en el que se incluye *O. chrysogaster*, solo se ha identificado el trabajo realizado por Reyes-Valdez et al. (2006), que incluye a 14 poblaciones de trucha de distintas cuencas dentro de la SMO, desde la cuenca del río Yaqui al norte, hasta la del río Acaponeta en el sur. En su investigación encontraron hasta 96 taxa distintos en poco menos de 200 estómagos, lo que indica de cierta manera la diversidad de la dieta y la amplitud del

espectro alimentario en una región geográficamente compleja, pero de ambientes acuáticos con baja productividad primaria.

Esta variedad en la dieta también puede explicarse en función de la capacidad de la mayoría de peces para alimentarse de muchos grupos de plantas y animales que habitan tanto por arriba como por debajo de la superficie acuática, lo que les confiere cierto nivel de omnivoría o de hábitos alimentarios oportunistas, particularmente cuando la productividad local no es elevada y también en función de la densidad poblacional (Diehl 1992).

En el caso de los salmónidos, si bien caracterizados como carnívoros y más específicamente insectívoros (Lagler 1978), se ha observado una tendencia a la generalización relacionada con artrópodos, con una rápida adaptación al consumo de ítems análogos, aún fuera de su área de distribución natural, como se ha podido determinar para salmónidos que han sido introducidos al hemisferio sur cuando su distribución natural es exclusiva del hemisferio norte (Orellana 2010; Fierro et al. 2016).

En particular para las truchas mexicanas, se ha observado que grupos de insectos de los órdenes Diptera, Ephemeroptera y Hemiptera, son algunos de los más comúnmente identificados en la dieta. Algunos de estos insectos terrestres presentan etapas larvianas acuáticas, variando en proporción y tamaño dentro de los contenidos estomacales, muy posiblemente en función de su disponibilidad en el ambiente, pero también con relación al tamaño del pez (Reyes-Valdéz et al. 2006).

Pese a los avances en la investigación sobre truchas nativas mexicanas, los estudios relativos a su alimentación son aún insuficientes para determinar de manera definitiva sus preferencias y posible evolución ontológica, a consecuencia de limitaciones en cuanto al tamaño de muestra, distribución geográfica de los muestreos y temporalidad de los mismos. En ese sentido, el presente estudio contribuye a incrementar la información existente sobre los hábitos alimentarios de la trucha dorada mexicana en específico.

Así, el presente estudio relativo a la alimentación de *O. chrysogaster*, junto con otros que se incluyen en esta obra, busca generar una línea base que en el corto y mediano plazo permita contar con la información suficiente para garantizar que las especies de trucha nativa mexicana aseguren su permanencia, eliminando o al menos reduciendo significativamente el riesgo de extinción local y regional, ya que desde 1996 la especie está en situación Vulnerable según la REDLIST (Contreras y Almada 1996), situándose también como especie Amenazada de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre 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.

Adicionalmente, se quiere contribuir con información que promueva la producción e inclusive la propagación controlada de la especie, posibilitando su aprovechamiento no solo como una pesquería de subsistencia, sino a través de técnicas de cultivo basadas en un mejor conocimiento de la especie, por lo que es necesario ganar en experiencia sobre hábitos alimentarios y dieta de esta especie.

## MÉTODOS

Los ejemplares incluidos en el presente estudio proceden de 11 sitios localizados dentro de las cuencas de los ríos Fuerte, Sinaloa y Culiacán, en la Sierra Madre Occidental, en altitudes por arriba de los 2000 msnm (Fig. 1).

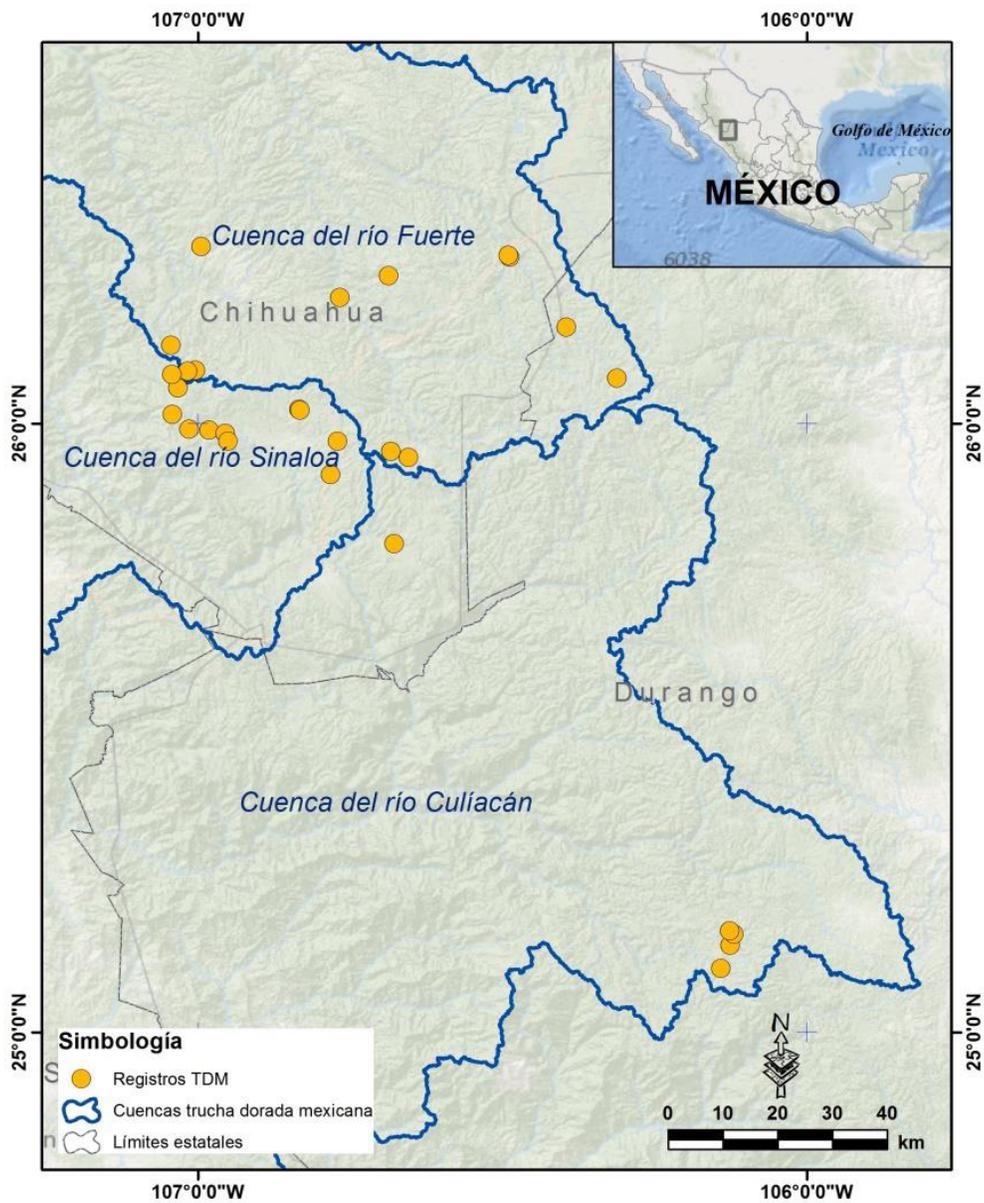


Figura. 1. Localización de los sitios de muestreo. Trucha dorada mexicana (TDM), *Oncorhynchus chrysogaster*.

El tamaño de muestra fue distinto en cada uno de los sitios explorados, como resultado de la vulnerabilidad de las truchas al arte de pesca, por lo cual puede ser un indicador de la densidad poblacional local. Todos los individuos se obtuvieron con el mismo método de captura, por medio de un equipo de electro-pesca (SMITH-ROOT, modelo 15-D POW), con generador operado con motor de gasolina, de hasta 350 W de potencia (Fig. 2).

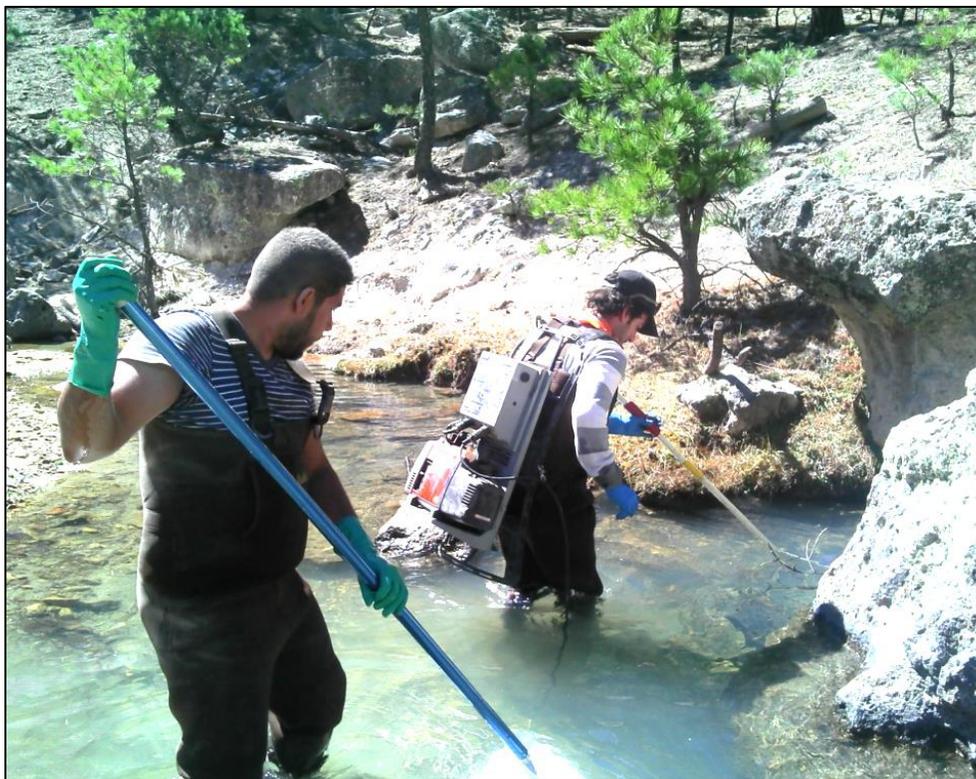


Figura. 2. Equipo de electropesca SMITH-ROOT y operación de captura de trucha dorada mexicana en arroyos de la Sierra Madre Occidental.

La operación de pesca con este equipo consiste básicamente en recorridos a contraflujo de la corriente, con duración aproximada de una hora, aunque dependiendo de los resultados de la captura el periodo pudo ampliarse o reducirse. Tanto al inicio del recorrido como al finalizar se registraron los datos de ubicación geográfica del sitio (latitud, longitud, altitud), utilizando equipo GPS modelo Garmin Rino 655t.

Los ejemplares capturados fueron procesados individualmente para obtener las medidas biométricas correspondientes a longitud total (cm), longitud patrón (cm), altura (cm) y peso (g). Asimismo se registraron otros datos biológicos no discutidos en el presente trabajo, excepto en algunos casos particulares.

Con respecto a las vísceras, se separaron las gónadas del tracto digestivo, el cual está integrado por la faringe, el estómago, los ciegos pilóricos y el intestino. En seguida, se separó el estómago para su posterior análisis, pesándolo en su totalidad y posteriormente diferenciando el peso del contenido, usando una balanza analítica OHAUS Explore Pro, con sensibilidad de  $0.1 \pm 0.05$  mg (Fig. 3).

Los estómagos fueron diseccionados, realizándose un lavado con alcohol y vertiendo el contenido en una caja de Petri. Para la posterior separación y clasificación de los componentes o ítems incluidos en el contenido estomacal, se siguieron criterios de afinidad morfológica. Dicha labor se realizó con el apoyo de un microscopio estereoscópico.

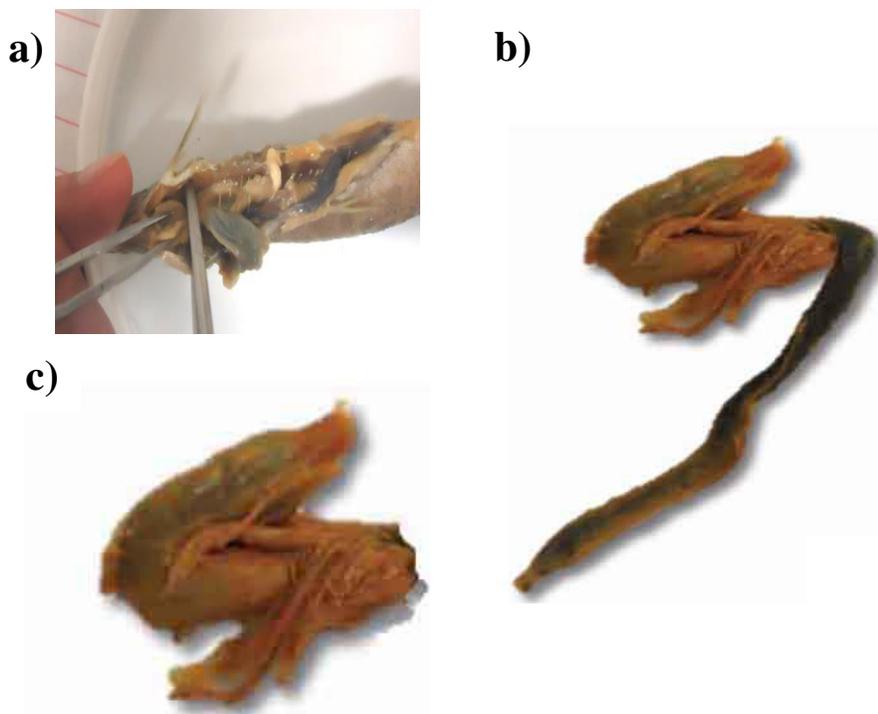


Figura. 3. a) Disección; b) separación de tracto digestivo; c) separación de estómago y extracción de contenido.

Para la identificación y catalogación de los ítems alimenticios se utilizaron diversas claves taxonómicas, principalmente las correspondientes a Merritt y Cummins (1978), Pennak (1978), Bouchard (2004) y Brusca (2003). Los restos fueron identificados hasta el mayor nivel taxonómico posible. Para aquellos casos donde no fue viable la identificación a un mayor nivel que permitiera una adecuada separación de categorías, se utilizaron los mismos identificadores con números consecutivos (e.g. Hemiptera1, Hemiptera2).

Una vez separados los contenidos, se determinó su peso (P), abundancia (N) y frecuencia de ocurrencia o aparición (FA), con los que posteriormente se determinó el índice de importancia relativa o IIR, descrito por Pinkas et al. (1971). Este índice incorpora a los indicadores anteriores como la proporción (expresada como porcentaje) del número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia o aparición (%FA).

La proporción numérica (%N) corresponde al registro del número de presas encontradas en cada estómago, por lo que se obtiene el total de presas de cada categoría con respecto al total de todos los estómagos. El de peso (%P) o gravimétrico consiste en la estimación del peso en estado húmedo de los ítem por separado, expresándose el valor como una proporción del total del contenido. Finalmente, el método de frecuencia (%FA) considera el registro del número de estómagos en los que aparece una categoría determinada, con respecto al total de estómagos analizados (Cailliet 1986; Hyslo 1980). Para la determinación del IIR se utilizó la ecuación, propuesta originalmente por Pinkas et al. (1971), sustituyendo el volumen por el peso por el volumen

$$\text{IIR} = (\%N + \%P) * \%FA$$

Finalmente se generó una base de datos que incluye un total de 21 campos que permiten identificar tanto al ejemplar analizado, como aspectos relativos a la localidad, biometrías, características generales del contenido estomacal, así como de los ítems identificados y su respectiva clasificación sistemática. Un resumen de esta base de datos se incluye a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los campos de la base de datos.

<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>
Clave	Identificador de cada ejemplar
Sitio	Localidad de muestreo
Cuenca	Sinaloa, Fuerte, Culiacán
Fecha	Fecha de captura
Sexo	Macho, hembra, indeterminado.
LT	Longitud total (cm), registrada desde la punta del hocico hasta el lóbulo de mayor longitud de la aleta caudal
LP	Longitud patrón o estándar (cm), registrada de la punta del hocico a la base posterior de la columna vertebral.
PT	Peso total del individuo (g)
PLI	Peso del estómago lleno (g)
PV	Peso del estómago vacío (g)
%LI	Porcentaje de llenado
Ítems	Catalogación <i>a priori</i> de las presas encontradas en el estómago.
Phylum	
Subphylum/Clase/Subclase	
Orden	Desglose de la clasificación de los ítems después de haber sido corregida con las claves y otras fuentes informativas.
Superfamilia	
Familia	
Estado de desarrollo	Fase del ciclo de vida de la presa
N	Número de presas de cada categoría
Peso (mg)	Peso de cada categoría en miligramos
Observaciones	Notas pertinentes acerca del contenido estomacal

## RESULTADOS

Se obtuvo un total de 429 individuos en 19 localidades muestreadas, con un tamaño de muestra variable entre 4 y 67 individuos y promedio de 22. Sin embargo, para propósitos del presente estudio solo fue posible analizar 148 ejemplares capturados en once localidades, distribuidas en las tres cuencas habitadas por la especie; seis sitios localizados dentro de la cuenca del río Sinaloa (80 individuos), tres en el río Culiacán (46 individuos) y dos en la cuenca del río Fuerte (22 individuos). Las localidades y el número de individuos correspondiente a cada uno de ellas se presentan en el Tabla 2.

Los ejemplares capturados presentaron tallas entre 6.5 y 19.4 cm de longitud total (LT), correspondientes a un intervalo de 5.7 - 15.8 cm de longitud patrón (LP), ambas dimensiones altamente correlacionadas entre sí ( $r = 0.99$ ). Por lo que toca al peso total, éste varió entre 2.32 y 46.07 g, obteniéndose estos valores a partir de los ejemplares preservados en alcohol, por lo que se asumen diferencias con los ejemplares en fresco. No es posible

determinar la magnitud de dichas diferencias, considerando que el peso en fresco se obtuvo con una balanza con registro mínimo de 2 g. Pese a ello, se ha podido determinar que en general se sigue una relación isométrica entre la longitud total y el peso total con una alta correlación ( $r > 0.9$ ).

Tabla 2. Relación de sitios de colecta y cuenca hidrológica a la que pertenecen, fecha de colecta, número total de individuos capturados y cantidad de organismos analizados para propósitos de determinación de contenido estomacal.

ID	Sitio	Cuenca	Fecha	Número de individuos	Individuos analizados
1	Río Verde	Fuerte	21/02/2013	19	
2	Arroyo del Agua	Fuerte	21/02/2014	67	
3	Arroyo La Quebrada	Fuerte	21/02/2014	41	
4	Arroyo San José	Fuerte	26/03/2014	25	16
5	Arroyo Las Cuevas	Fuerte	28/03/2014	23	
6	Arroyo Las Truchas	Fuerte	28/03/2014	15	
7	Arroyo El Manzano	Fuerte	29/03/2014	16	
8	Arroyo Momorita	Fuerte	28/05/2014	6	6
9	Arroyo Macheras	Sinaloa	27/03/2014	19	
10	Arroyo El Soldado	Sinaloa	28/03/2014	10	10
11	Arroyo La Osera	Sinaloa	28/03/2014	18	18
12	Arroyo Hondo	Sinaloa	29/05/2014	31	25
13	Arroyo Baluarte	Sinaloa	29/05/2014	22	3
14	Arroyo El Potrero	Sinaloa	30/05/2014	28	20
15	Arroyo San Miguel	Sinaloa	30/05/2014	4	4
16	A. Cueva de San Juan del Negro	Culiacán	18/02/2014	22	
17	Arroyo El Desecho	Culiacán	19/02/2014	24	18
18	Arroyo el Río 1	Culiacán	23/02/2014	22	16
19	Arroyo el Río 2	Culiacán	23/02/2014	17	12
TOTAL				429	148

Del total de ejemplares de la muestra analizada, el 49% correspondió a machos, con tallas (LT) que oscilaron entre 6.9 y 19.4 cm, con peso máximo de 41.4 g y para los cuales se registró un número máximo de 9 ítems por estómago y un promedio aproximado de 4 artículos por estómago. En el caso de las hembras, éstas representaron cerca del 30% del total de la muestra, con ejemplares cuya talla (LT) varió entre 7.9 y 18 cm y un peso máximo de 46.1 g. En promedio se registró un máximo de 12 y promedio de 5.4 componentes alimentarios por estómago. Finalmente, en los individuos para los que no fue posible establecer el sexo y que representaron el 21% de la muestra, se observaron tallas de 6.5 a 13.3 cm de LT y un peso máximo de 26.3 g. Como en el caso de los machos, el número promedio por estómago se acercó a 4 artículos.

#### *Espectro alimenticio*

Una vez que los estómagos fueron vaciados y su contenido registrado en peso, se obtuvo una variación de 0.06 a 1.97 g por estómago, en tanto que el peso del contenido de los mismos fue de 1.346 g como máximo y de 0.002 g como mínimo, representando desde < 1.0% hasta el 87.4% del peso total del estómago.

Con excepción de la materia particulada que, en función de su textura y contenido, fue clasificada como materia orgánica e inorgánica, además de otro contenido clasificado como restos vegetales y parásitos, todos los organismos contenidos dentro de los estómagos

analizados correspondieron a artrópodos, ya sea como organismos en diverso nivel de digestión o como partes de los mismos, que en algunos casos permitieron la identificación. La mayor parte de los organismos identificados como parte de la dieta de la trucha dorada mexicana, pertenecen a la clase Insecta, si bien se registraron algunos arácnidos (Tabla 3).

Tabla 3. Componentes de la dieta de trucha dorada mexicana *O. chrysogaster*.

Clase	Orden	Familia	
Arachnida	Araneae		
	Trombidiformes1		
	Trombidiformes2		
	Coleoptera		Dytiscidae
			Curculionidae
			Staphylinidae
			Simuliidae
			Ceratopogonidae
			Chironomidae
	Insecta	Diptera	Dixidae
Heptageniidae			
Ephemeroptera		Corixidae	
		Hebridrae	
		Notonectidae	
Hemiptera		Formicidae	
Hymenoptera			
Insecta (No ident.)			
Insecta (Restos)			
Lepidoptera		Geometridae	
	Orthoptera		
	Plecoptera		
Trichoptera		Helicopsychidae	
Materia inorgánica			
Materia orgánica			
Parásitos			
Restos vegetales			

### Contenido estomacal

Para el total de estómagos se encontraron diversos ítems, que en su mayoría fueron determinados hasta el nivel de orden y ocasionalmente hasta familia. Por lo anterior, los análisis que se presentan en este apartado tienen como unidad el nivel taxonómico Orden, excluyéndose algunos apartados como materia orgánica, restos vegetales o parásitos, que fueron determinados como parte de los contenidos estomacales.

Con la consideración anterior, se tiene un total de 12 categorías (incluyendo restos de insectos), destacando numéricamente la presencia de especímenes del orden Diptera 30.8% del total de 568 artículos alimentarios identificados, de los que 175 individuos correspondieron a este Orden. Los grupos que siguieron en orden de importancia son los insectos del Orden Ephemeroptera con el 28.7% (163 individuos), restos de insecto con el 14.7% y las demás categorías con menos del 10% cada una (Fig. 4).

Como ocurre frecuentemente, existen diferencias en cuanto a la importancia de un grupo de artículos alimentarios cuando se determina por peso, número de presas o frecuencia de aparición. Así, considerando la variable peso, el ítem con más frecuencia nuevamente corresponde a insectos, si bien en este caso más del 50% correspondió a restos

de este grupo animal, con limitadas posibilidades de identificarse a un mayor nivel taxonómico (Fig. 4).

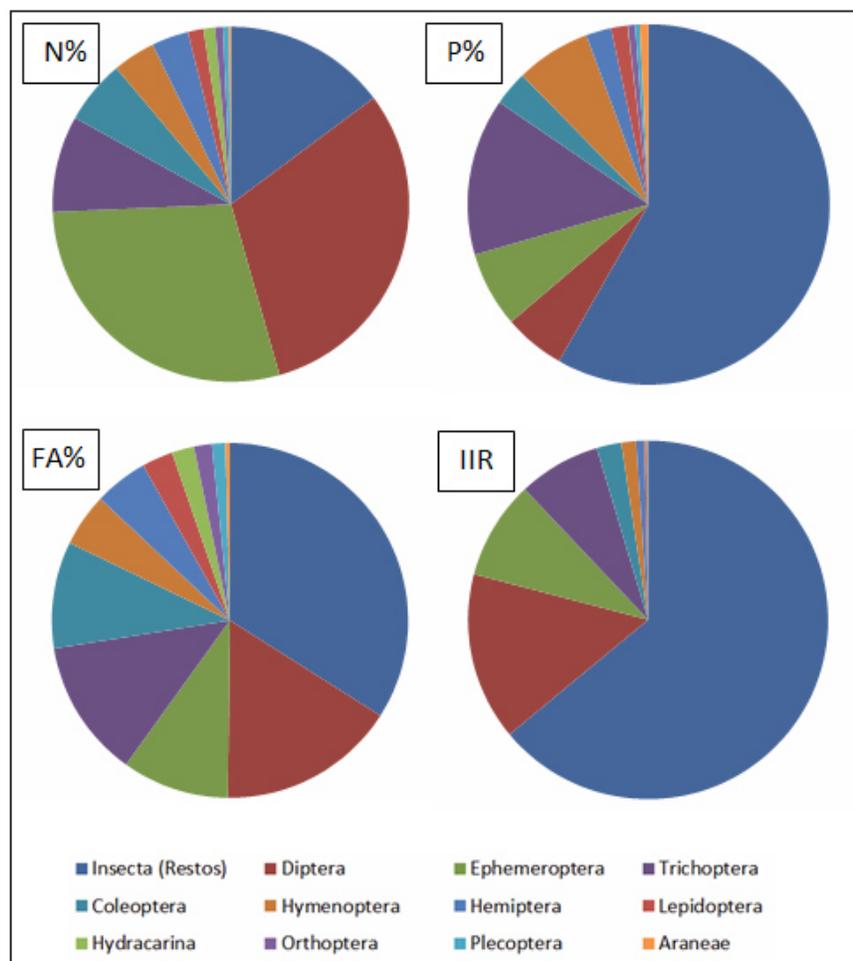


Figura. 4. Proporción Numérica (N%), por Peso (P%), Frecuencia de presencia (FA%) e Índice de importancia relativa (IIR), correspondientes al contenido estomacal del *O. chrysogaster* en la Sierra Madre Occidental.

Solo en el caso del orden Trichoptera se obtuvieron valores superiores al 10%, en tanto que para Ephemeroptera, Hymenoptera y Diptera, que fueron los grupos que siguieron en importancia por peso, solo alcanzaron valores entre 6 y 7%.

Con el método de frecuencia de aparición (FA%), también los restos de insecto representan la mayor parte de la ingesta con representación del 34.0% del total de presencias (247), mientras que Diptera representó el 16.2% (40), Trichoptera el 12.6% (31) y el resto de las categorías con menos del 10% del total de presencias (Fig. 4).

Finalmente, la integración de los valores anteriores en el índice de importancia IIR, también indica que para la temporada de estudio, correspondiente a invierno-primavera, la parte más importante de la dieta de estas truchas está representada por insectos cuyos restos difícilmente pueden ser asociados con algún grupo en particular, seguido por otros grupos de insectos plenamente identificados hasta el nivel de Orden, con individuos del Orden Diptera como el de mayor relevancia (Fig. 4).

Un resumen de los grupos más representativos para los hábitos alimenticios de la trucha dorada mexicana se presenta en el Tabla 4, indicándose la proporción que adquiere cada grupo por separado, de acuerdo al método de evaluación y conforme al IIR.

Tabla 4. Relación de sitios de colecta y cuenca hidrológica a la que pertenecen, fecha de colecta, número total de individuos capturados y cantidad de organismos analizados para propósitos de determinación de contenido estomacal.

<b>Categoría</b>	<b>N</b>	<b>N%</b>	<b>P</b>	<b>P%</b>	<b>FA</b>	<b>FA%</b>	<b>IIR</b>	<b>IIR%</b>
Insecta (Restos)	84	14.8	4337.5	58.3	84	97.7	7134.1	64.0
Diptera	175	30.8	407.3	5.5	40	46.5	1687.4	15.1
Ephemeroptera	163	28.7	505.2	6.8	24	27.9	990.2	8.9
Trichoptera	50	8.8	1048.9	14.1	31	36.1	825.1	7.4
Coleoptera	33	5.8	231.4	3.1	24	27.9	248.9	2.2
Hymenoptera	22	3.9	499.1	6.7	12	14.0	147.6	1.3
Hemiptera	19	3.4	168.3	2.3	12	14.0	78.2	0.7
Lepidoptera	8	1.4	109.2	1.5	7	8.1	23.4	0.2
Hydracarina	6	1.1	3.1	<0.1	5	5.8	6.4	0.1
Orthoptera	4	0.7	47.0	0.6	4	4.7	6.2	0.1
Plecoptera	3	0.5	31.8	0.4	3	3.5	3.3	<0.1
Araneae	1	0.2	57.5	0.8	1	1.2	1.1	<0.1
<b>Total</b>	<b>568</b>	<b>100.0</b>	<b>7446.3</b>	<b>100.0</b>	<b>247</b>	<b>287.2</b>	<b>11151.8</b>	<b>100.0</b>

## DISCUSIÓN

Del análisis general de los datos se confirma que la trucha dorada mexicana es una especie esencialmente insectívora, característica común de los salmónidos, tal como lo señala Lagler (1978). Sin embargo, el análisis del contenido estomacal de peces no solo es indicador de la diversidad de la dieta, sino que al mismo tiempo representa una mirada al ecosistema que habita esta especie, para un tiempo determinado; en este caso, durante el periodo comprendido entre finales de invierno e inicio de primavera.

Posiblemente por ser ésta una temporada del año con baja productividad, asociada a bajas temperaturas y un menor nivel de insolación, la diversidad de la dieta pueda ser menor que en otros periodos del año, aunque no hay antecedentes que lo confirmen para este grupo de especies nativas. Previo a los presentes resultados, solo el trabajo de Reyes-Valdez et al. (2006) ha documentado la presencia de cerca de 100 artículos alimentarios distintos, si bien la época del año es similar a la que aquí se reporta (abril a junio del 2001), incluyendo de manera integral al complejo de truchas de la Sierra Madre Occidental.

Con respecto a la trucha dorada mexicana y a partir del análisis de 60 estómagos, los mismos autores encuentran que los órdenes Hymenoptera (familia Formicidae y Vespoidea); Ephemeroptera (familia Leptophebiidae) y Hemiptera (familia Anthocoridae), son los más representativos de la dieta de esta especie, concluyendo que más del 50% de la misma la constituyen insectos acuáticos y cerca del 42% insectos terrestres, con solo cerca del 4% para insectos acuático – terrestres. También determinaron que la dieta observada para *O. chrysogaster* tiene cierta similitud con la dieta de truchas distribuidas al sur de la cuenca del río Culiacán, pero no con los grupos distribuidos más al norte, lo que indica cierto nivel de oportunismo alimentario, posiblemente asociado con la variabilidad ambiental asociada.

Este tipo de conducta alimentaria ha sido documentado por Cada et al. (1987) para dos especies de trucha, residentes de los montes Apalaches EUA, para la temporada

verano-otoño, concluyendo que son especies oportunistas y que su dieta llega a consistir de hasta un 50% de organismos de origen terrestre, en respuesta a la baja productividad de los arroyos y beneficiándose de la producción de origen terrestre.

En este estudio se determinó que los grupos que resultan presa natural preferente para la trucha dorada mexicana, pertenecen a los órdenes de insectos Diptera, Ephemeroptera y Trichoptera, independientemente de que la relevancia del artículo alimentario haya sido evaluada por número, frecuencia o peso y aún por la integración de estos indicadores en uno solo como es el caso del IIR. Vale la pena recordar que los principales grupos consumidos incluyen especies con fases acuáticas y estructuras blandas en etapas tempranas de su ciclo de vida. Por otro lado, también es importante resaltar que dos de los grupos presa reportados como preferentes en este estudio, no son de los más representativos en la dieta de la trucha dorada mexicana reportados por Reyes-Valdez et al. (2006), indicando una composición de insectos distinta debido posiblemente a los meses del análisis, en el presente estudio se analizan los meses de febrero, marzo y mayo, mientras que en el trabajo referido se estudió el periodo comprendido de abril a junio.

No es posible probar que exista preferencia por algún componente en particular y se consideran insectívoros generalistas, consumiendo lo que se encuentra a su alcance, ya sea acuático o terrestre, sin que se haya demostrado para otras especies una relación entre el tamaño de los peces y el de las presas (Reyes-Valdez et al. 2006). Aunque siempre existe la incertidumbre que una preferencia alimenticia puede darse a nivel de especie, inclusive variando con relación a su ciclo de vida, no obstante este nivel de identificación no fue alcanzado en el presente estudio.

La diferencia en cuanto al número de ítems encontrados en estómagos, fue mayor para hembras con relación a los machos y en función de la época del año, próxima a la temporada de desove. Esta diferencia pudiera asociarse con los requerimientos energéticos de las hembras para la producción de huevos.

Reconocemos que el presente estudio es limitado tanto en tiempo como sobre las características poblacionales de la especie (sexo, talla), ya que no hay un acceso regular y periódico a la zona de estudio. Sin embargo, este tipo de estudios intenta reducir esta restricción proporcionando información sobre sitios representativos de la presencia de esta especie y sobre su biología, permitiendo el diseño de un monitoreo más intenso que nos permita conocer más acerca de la especie y coadyuve a su conservación y manejo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen la colaboración de M. Trujillo G. y Noemi Bocanegra Castillo del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste en la preparación del material e identificación de los contenidos estomacales. El trabajo fue financiado por el proyecto de CONACYT Ciencia – Básica (CB-2010-01-152893). Para los muestreos en campo se contó con los permisos de pesca (SGPA/DGVS/02485/13, SGPA/DGVS/02968/14 y SGPA/DGVS/05052/15), expedidos por la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT.

## **REFERENCIAS**

Alava, P.I. 2013. Contenido estomacal del pez espada *Xiphias gladius* desembarcado en el Puerto de Santa Rosa, Provincia de Santa Elena, Ecuador. *Tesis de licenciatura*. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

- Angradi, T.R. and J.S. Griffith. 1990. Diel feeding chronology and diet selection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Henry's Fork of the Snake River, Idaho. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 47: 199-209.
- Bouchard, R.W. 2004. *Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest*. Water Research Center. University of Minnesota, St. Paul. USA.
- Brusca, R.C. and G.J. Brusca. 2003. *Invertebrates*. Sinauer Associates. USA.
- Cada, G.F., J.M. Loar and D.K. Cox. 1987. Food and feeding preferences of Rainbow and Brown trout in southern Appalachian Streams. *The American Midland Naturalist*. 117: 374-385.
- Cailliet, G.M., M.S. Love and A.W. Ebeling. 1986. *Fishes: A field and laboratory manual on their structure, identification and natural history*. Waveland Press. EUA. 194 p.
- Contreras-Balderas, S. and P. Almada-Villela. 1996. *Oncorhynchus chrysogaster*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T15317A4513112. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T15317A4513112.en>. Recuperado el 21 July 2016.
- Diehl, S. 1992. Fish predation and benthic community structure: the role of omnivory and habitat complexity. *Ecology*. 73: 1646-1661.
- Fierro, P., L. Quilodrán, C. Bertrán, I. Arismendi, J. Tapia, F. Peña-Cortés, E. Hauenstein, R. Arriagada, E. Fernández and L. Vargas-Chacoff. 2016. Rainbow trout diets and macroinvertebrates assemblages responses from watersheds dominated by native and exotic plantations. *Ecological Indicators*. 60: 655–667.
- Guzel, S. and A. Arvas. 2011. Effects of different feeding strategies on the growth of young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *African Journal of Biotechnology*. 10: 5048-5052.
- Hess, A.D. and J.H. Rainwater 1939. A method for measuring the food preference of trout *Copeia*. 3: 154-157.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*. 17: 411–429.
- Lagler, K.F. 1978. *Freshwater fishery biology*. Estados Unidos de América: W.M.C. Brown Company Publishers. Dubuque. Iowa. USA.
- Leonard, J.W. 1942. Some observations on the winter feeding habits of brook trout fingerlings in relation to natural food organisms present. *Transactions of the American Fisheries Society*. 71: 219-227.
- Merritt, R.W. and R.W. Cummins. 1978. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa. USA.
- Orellana, M.G.T. 2010. Evaluación de hábitos alimenticios de salmónidos escapados y asilvestrados de vida libre en ríos y lagos del sur de Chile. *Tesis Profesional*. Univ. Austral de Chile. 62 p.
- Pennak, R.W. 1978. *Fresh-water invertebrates of the United States*. USA. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Pinkas, L., S.M. Oliphant and L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish Bulletin*. 152: 1-105.
- Ray, B.A., T.R. Hrabik, M.P. Ebener, O.T. Gorman, D.R. Schreiner, S.T. Schram, S.P. Sitar, W.P. Mattes and C.R. Bronte. 2007. Diet and prey selection by Lake Superior lake trout during spring, 1986–2001. *Journal of Great Lakes Research*. 33: 104–113
- Reyes-Valdéz, 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. 125-137.
- Ricker, W.E. 1930. Feeding habits of speckled trout in Ontario waters. *Transactions of the American Fisheries Society*. 60: 64 – 72.
- Romero, N., R.E. Gresswell and J.L. Li. 2005. Changing patterns in coastal cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki clarki*) diet and prey in a gradient of deciduous canopies. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 62(8): 1797-1807.
- Ruiz-Campos, G. 1989. Repoblación natural por trucha arcoiris (*Salmo gairdneri nelsoni*) en un transecto del arroyo San Rafael, noroeste de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. *The Southwestern Naturalist*. 34(4): 552–556.
- Ruiz-Campos, G. y P. Cota-Serrano. 1992. Ecología alimenticia de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*) del arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. *The Southwestern Naturalist*. 37: 166-177.
- Yamamoto, T., T. Shima, H. Furuita and N. Suzuki. 2002. Influence of feeding diets with and without fish meal by hand and by self-feeders on feed intake, growth and nutrient utilization of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 214: 289–305.