

PESQUERÍAS CONTINENTALES DE MÉXICO

Instituto Nacional de Pesca

M. en C. Raúl Adán Romo Trujillo
Director General

Dr. Marco Linné Unzueta Bustamante
Director General Adjunto de Investigación en Acuicultura

Biól. Luis Francisco Javier Beléndez Moreno
Director General Adjunto de Investigación Pesquera en el Atlántico

Dr. Abraham Fernando Navarrete del Próo
Director General Adjunto de Investigación Pesquera en el Pacífico

PESQUERÍAS CONTINENTALES DE MÉXICO

MA. TERESA GASPAR-DILLANES
DANIEL HERNÁNDEZ-MONTAÑO
(*compiladores*)

Pesquerías Continentales de México
Ma. Teresa Gaspar-Dillanes y Daniel Hernández-Montaña (compiladores)

Revisión editorial: Leticia Huidobro Campos, Elaine Espino Barr,
Cecilia E. Ramírez Santiago.
Corrección de estilo: Lurdes Asiain Córdoba.
Diagramación: Olivia Hidalgo Martín.
Diseño de Portada: Éctor Sandoval.
Elaboración de mapas: José Luis Falcón Rojo.
Fotografías de interiores: Topiltzin Contreras MacBeath,
Ma. Teresa Gaspar-Dillanes, Daniel Hernández Montaña, Rosa María Lorán,
Claudio Osuna Paredes y Armando T. Wakida Kusunoki.
Fotografías de portada: Ma. Teresa Gaspar y Rigoberto Beltrán.

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de abril de 2013, en Ediciones de la Noche, calle Madero núm. 687, Guadalajara, Jal. C.P. 44100. Tel. 01 (33) 38251301. www.edicionesdelanoche.com

La reproducción parcial o total de esta publicación, ya sea mediante fotocopias o cualquier otro medio, requiere la autorización por escrito del representante legal del Instituto Nacional de Pesca.

Primera edición, 2013

D.R. © 2013, Instituto Nacional de Pesca
Pitágoras núm. 1320, Col. Santa Cruz Atoyac,
C.P. 03310, Delegación Benito Juárez, México, D.F.
<http://www.inapesca.gob.mx>

ISBN: 978-607-8274-04-8

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Contenido

La pesca continental	9
<i>Ma. Teresa Gaspar-Dillanes y Daniel Hernández-Montaño</i>	
Presa Lic. Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa	15
<i>Ma. Teresa Gaspar-Dillanes, Víctor I. González-Gallardo y Emilio Romero-Beltrán</i>	
Lago de Chapala, Michoacán y Jalisco	35
<i>Ezequiel Arredondo-Vargas, Claudio Osuna-Paredes, Carlos Meléndez-Galicia, Claudia de Jesús-Avendaño y Daniel Hernández-Montaño</i>	
Presa José Ma. Morelos “La Villita”, Michoacán y Guerrero.	53
<i>Ezequiel Arredondo-Vargas, Claudio Osuna-Paredes Carlos Meléndez-Galicia, Claudia de Jesús-Avendaño y Daniel Hernández-Montaño</i>	
Presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero.	67
<i>Carlos Meléndez-Galicia, Andrés Arellano-Torres Ezequiel Arredondo-Vargas, Claudio Osuna-Paredes y Daniel Hernández-Montaño</i>	
Lago de Catemaco, Veracruz	93
<i>Rosa María Lorán-Núñez, Antonio Jesús Valdez-Guzmán, Francisco Rolando Martínez-Isunza y Ma. Teresa Gaspar-Dillanes</i>	
Literatura citada	119

La pesca continental

Ma. Teresa Gaspar-Dillanes
Daniel Hernández-Montaña

La pesca en aguas continentales es una fuente importante de proteína animal para gran parte de la población mundial. En el año 2011, la captura de pesquerías continentales ascendió a 11.5 millones de toneladas métricas, equivalentes a 12.7% de la captura de pescado mundial, producción que es mayormente consumida de manera directa por los seres humanos (FAO, 2012). Las pesquerías que se desarrollan en las aguas continentales constituyen parte integral del desarrollo socioeconómico de las regiones que cuentan con algún tipo de cuerpo de agua, representando alternativas inmediatas y accesibles para un amplio segmento de la población, especialmente en las zonas rurales de difícil acceso.

En México los diversos lagos y presas han participado históricamente en el desarrollo económico de las muchas regiones establecidas alrededor de estos. De acuerdo al uso de cada uno de estos cuerpos de agua se ha observado que algunos han sufrido cambios en el equilibrio natural de sus hábitats de una manera muy acelerada (FAO, 1998), enfrentando problemas como alta demanda sobre recursos limitados, que conlleva a la sobreexplotación; deterioro ambiental resultante de actividades humanas (deforestación, contaminación, introducción de especies, entre otras); falta de incentivos económicos para los pescadores, debido a las condiciones prevalecientes de pobreza en zonas circundantes a los embalses así

como captura de especies de bajo valor comercial y, pesca ilegal a pesar de los esfuerzos en la regulación pesquera (FAO, 2002).

El agua dulce en México presenta una disponibilidad anual *per capita* de 5 000 m³ aproximadamente, por lo que es uno de los países con riqueza media en este recurso. Los recursos hidráulicos en México, están constituidos por ríos, lagos, lagunas, aguas subterráneas, así como por el agua de lluvia. El mayor aporte de agua se obtiene de los ríos, siguiendo en orden de importancia las presas, los mantos acuíferos, los lagos y lagunas.

Con relación a los usos del agua en México, el mayor volumen que se consume se destina al riego agrícola (83%), abastecimiento de agua a las poblaciones (12%), abastecimiento de las industrias (3%) y acuicultura (2%). La demanda de agua ha aumentado con el desarrollo económico y con el incremento de la población.

La importancia de la actividad pesquera en ríos, lagos y humedales con relación a otras formas de producción primaria como la agricultura, ha sido variable en las últimas décadas. Por una parte, la construcción de presas ha permitido la práctica de la pesca en zonas donde no era tradicionalmente importante, representando una opción de empleo y alimentación para los habitantes de la región.

La creciente demanda de agua y de los servicios que ésta puede proporcionar incrementa la competencia por este recurso y provoca la explotación de embalses y la construcción de presas. Los responsables de la ordenación de la pesca continental rara vez controlan el recurso base de la actividad que han de ordenar (FAO, 1997, 1998). Por esta razón, el uso del agua para la práctica de la pesca y la acuicultura debe partir de dos puntos fundamentales:

- Debe considerarse al agua como un recurso de disponibilidad limitada.
- En la planificación de la actividad se debe tener en cuenta el efecto del uso del agua por otros sectores en la propia actividad y los de ésta en la de otros usuarios.

Por lo anterior, la investigación destinada a apoyar las actividades pesqueras en aguas continentales debe proporcionar al tomador de decisiones la información no sólo del desenvolvimiento de la propia actividad pesquera

y acuícola sino también, como parte fundamental, debe considerar los dos puntos mencionados arriba.

Para los fines de este documento, podemos distinguir tres modalidades de explotación de un cuerpo de agua continental con fines pesqueros y acuícolas (FAO, 2008):

- La pesca para consumo humano (de subsistencia): Actividad que tiene como primer objetivo la alimentación de los pescadores, sus familias y sus comunidades, y se basan en la captura artesanal de especies silvestres, nativas o introducidas en la que no hay intervención para aumentar la producción natural.
- La pesca o actividades acuícolas con fines comerciales (producción acuícola extensiva o semiintensiva): Actividad que se practica de manera parcial o completa, en donde los pescadores obtienen una parte importante de sus ingresos anuales, la comercialización de los productos sostienen parcial o totalmente economías locales e incluso regionales. Normalmente se optimizan mediante repoblaciones periódicas o utilizando técnicas de cultivo, como jaulas flotantes.
- Pesca deportivo-recreativa: Esta práctica, que no necesariamente involucra consumo, es generalmente ejercida por turistas que vienen de centros urbanos fuera de la región. En general, es operada por agentes privados (agencias de turismo, clubs de pesca), que tienen sede fuera de la región. Sin embargo, esta actividad también tiene el potencial de involucrar y beneficiar las comunidades locales, proveyendo trabajo y buenas remuneraciones. Se optimiza mediante siembras de especies de interés para los aficionados y la promoción de torneos una vez que los individuos alcancen las tallas deseadas.

Estas modalidades de pesca no son mutuamente excluyentes; sin embargo, debe mencionarse que puede existir cierto grado de competencia entre ellas y que su coexistencia debe ser objeto de planeación cuidadosa. Para explotar un cuerpo de agua en cualquiera de las tres modalidades, mencionadas arriba, se requiere tener información sobre diferentes aspectos, desde los más generales relativos al estado del cuerpo de agua en su cuenca hidrológica hasta muy particulares como, por ejemplo, la evolución de tallas y especies en las captura.

Las tres modalidades se refieren a actividades pesqueras, aclarando que no son las únicas que se pueden proponer para el mejor aprovechamiento del cuerpo de agua. Otros usos que se pueden dar solos o combinados con otras actividades son: ecoturismo, donde se puede practicar por ejemplo la pesca deportiva con actividades recreativas promovidas por las comunidades locales; agricultura y ganadería; uso doméstico del agua o para riego; generación de energía eléctrica, entre otras.

En México, el sector pesquero continental ha sufrido una serie de transformaciones a lo largo de los años. Pasando por la instauración de centros federales de producción de crías, la organización y capacitación de pescadores, la inversión privada (nacional y extranjera), la construcción de presas, el impulso a la investigación, la explotación de nuevas especies y el desarrollo e implementación de instrumentos normativos para la administración de los recursos (Rojas-Carrillo y Fernández-Méndez, 2006).

La mayoría de las presas construidas en las últimas cinco décadas, además de impulsar el desarrollo agropecuario, la generación de energía eléctrica y el control de avenidas, han favorecido el establecimiento de importantes pesquerías de agua dulce basadas en la explotación y comercialización, principalmente de tilapia, bagre, carpa, lobina, trucha arco iris y charal, con un volumen de producción en el año 2011 de 87 348 t (Fig. 1), el cual representó 5.26% de la producción pesquera nacional y un valor aproximado de 2 000 millones de pesos, es decir, 11.3% del valor total de la producción nacional en ese año (SAGARPA, 2012). La pesca continental da sustento a un importante número de familias, todas ellas habitantes de las zonas donde generalmente las oportunidades de empleo son escasas, evitando su migración hacia la ciudad.

Olmos (1990) señala que México cuenta con 613 presas y 95 lagos que suman 708 embalses epic Continentales, en su mayoría con pesquerías derivadas de la acuicultura. Del total de embalses, sólo 24 sobrepasan 10 000 ha de superficie, significando aproximadamente 70% de la superficie total. La Carta Nacional Pesquera (DOF, 2000a) indica la existencia de aproximadamente 13 936 cuerpos de agua que cubren una superficie de más de 1 100 ha. Su tipología está dada por el clima, relieve, hidrología, tipo de suelo y características del agua; estos distintos ambientes del país ofrecen un escenario distinto para el aprovechamiento pesquero y acuícola.

El número de especies de peces en el país, es de aproximadamente 2 171, un poco más de 500 corresponden a especies nativas que se

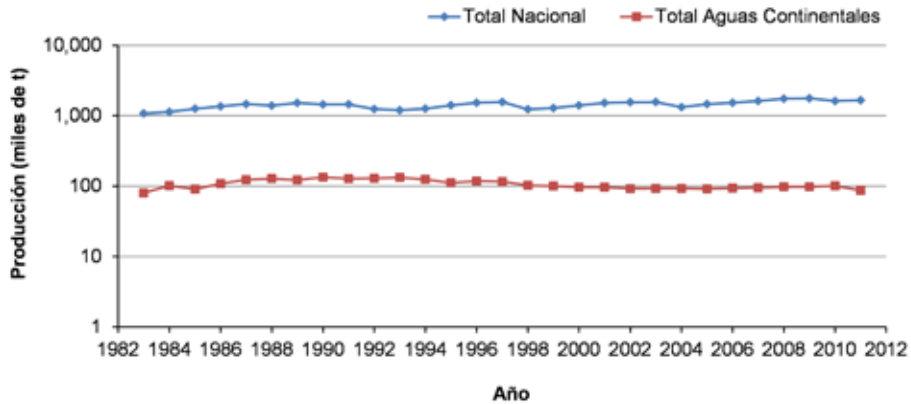


FIG. 1. Producción pesquera total y en aguas continentales mexicanas (1983-2011).

distribuyen en los cuerpos de agua dulce del país (lagos, ríos, presas, cenotes, arroyuelos) (Espinosa *et al.*, 1998). Pero, de estas especies dulceacuícolas, en la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2000a) se señala que únicamente 55 están sujetas a explotación en las pesquerías continentales, a pesar de esa diversidad de cuerpos de agua y sobre todo de la diversidad de especies dulceacuícolas, las pesquerías más importantes son de especies introducidas como tilapia, bagre y carpa.

En términos económicos la pesca y la acuicultura no son actividades preponderantes como las que representan los otros usos que se le dan a los embalses, sin embargo, para las comunidades ribereñas que dependen de estas actividades en los diferentes cuerpos de agua del país, la importancia es altísima, no sólo como fuente de alimento sino también como parte fundamental de los aspectos socioeconómicos y políticos de la comunidad.

Esta obra presentada por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) se constituye por cinco capítulos que en conjunto ofrecen conocimiento científico y teórico sobre la situación de la pesca en embalses altamente productivos a nivel nacional. Cada embalse con características geológicas, ecológicas y ambientales particulares, así como particularidades en materia pesquera como son: la composición de especies, el estado de los recursos, las medidas de manejo y los aspectos socioeconómicos. Así, se presentan los Lagos de Chapala y de Catemaco y las presas Gustavo Díaz

Ordaz “Bacurato”, José Ma. Morelos “La Villita” y Adolfo López Mateos “El Infiernillo”. Las técnicas limnológicas y de biología pesquera consideradas en el libro sirven para monitorear el estado de los embalses respecto a calidad de agua, atributos poblacionales y su posible relación entre sí con la finalidad de proporcionar puntos de referencia y recomendaciones para el manejo de los recursos de importancia económica en estas regiones.

Presa Lic. Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa

Ma. Teresa Gaspar-Dillanes
Víctor I. González-Gallardo
Emilio Romero-Beltrán

Los sistemas lacustres de Sinaloa son principalmente lagos artificiales contruidos por el hombre, formados por el represamiento de los ríos, son de singular belleza e importancia económica, biológica y científica por la diversidad de sus recursos, albergan actividades recreacionales, forestales y ganaderas así como pesca comercial y deportiva; constituyen refugio de flora y fauna silvestre, reservorios para agua potable y riego, además son reguladores en el ciclo hidrológico.

Sinaloa cuenta con 11 cuencas hidrológicas y el mismo número de grandes presas cuya capacidad de almacenamiento es de 15 000 millones de metros cúbicos de agua (Mm³). Este recurso se utiliza tanto para riego agrícola como para generar energía eléctrica. Por el mal estado de la infraestructura hidráulica y por la evaporación, se estima que se pierde entre 40% y 50% del recurso almacenado. El 85% del agua se consume en las actividades agropecuarias, 12% se demanda en las ciudades, 2% lo consume la planta industrial y 1% restante en otros usos.

El Instituto Nacional de Pesca en la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2000a) para el estado de Sinaloa enlista 15 presas entre 65 y 12 000 ha de capacidad, así como 18 diques con capacidad entre 2 ha y 684 ha, en los

cuales se pesca tilapia, bagre y lobina; además incluye las fichas de los embalses Adolfo López Mateos “Humaya”, Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, José López Portillo “El Comedero”, Josefa Ortiz de Domínguez, Miguel Hidalgo y Costilla “El Mahone” y Luis Donaldo Colosio “Huites” en las cuales se incluyen los indicadores de la pesquería y medidas de manejo. La presa Huites también cuenta con una Norma Oficial Mexicana para la regulación de las actividades pesqueras (DOF, 2000b).

En los embalses de Sinaloa existe una creciente actividad pesquera, aunada a las actividades deportivo-recreativas enfocadas en la pesca deportiva de lobina negra, la cual ha permitido el establecimiento de empresas prestadoras de servicios turísticos, como en la presa Ing. Aurelio Benasini Vizcaíno “El Salto”, ubicada entre la ciudad de Culiacán y el puerto de Mazatlán.

La presa Lic. Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato” se construyó para el aprovechamiento del río Sinaloa, el riego de tierras agrícolas y generación de energía eléctrica, además de disminuir el peligro de inundaciones de áreas productivas y poblados aledaños. La presa se construyó entre 1982 y 1986. Se encuentra ubicada en las cercanías del poblado de Bacurato, municipio de Sinaloa de Leyva, Sinaloa. Geográficamente se localiza entre las coordenadas extremas $25^{\circ} 51' 28.8''$ N y $107^{\circ} 54' 26.4''$ W; $26^{\circ} 00' 09.6''$ N y $107^{\circ} 52' 47.0''$ W (Fig. 1) y la elevación es de 296.6 msnm.

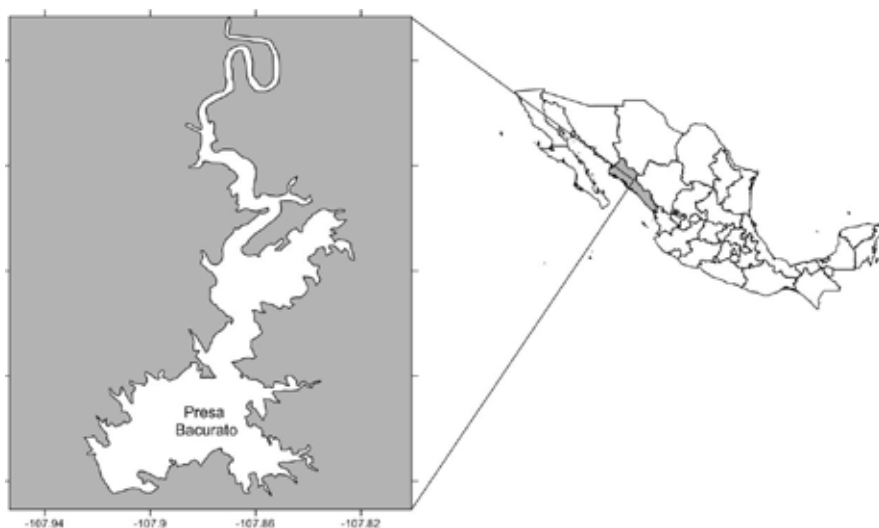


FIG. 1. Localización de la Presa Lic. Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa.

La superficie del embalse lleno en su totalidad es de 14 164 ha y al nivel más bajo de 11 331 ha; cuenta con una capacidad total de almacenamiento de 2 900 Mm³ de agua, de los cuales 190 Mm³ son para depósito de azolves, 1 610 Mm³ son destinados al riego y a la generación de energía eléctrica, para el control de avenidas se utilizan 1 100 Mm³. Los principales beneficios son el riego de 112 000 ha y la generación media anual de 247 millones de KWH. La cortina del embalse es del tipo "materiales graduados", la altura máxima es de 116 m y la longitud de 860 m (CNA, 2003).

De acuerdo al INEGI (1995), el embalse se encuentra en la región Hidrológica 10, denominada Sinaloa, que abarca la cuenca del río Sinaloa y forma parte del proyecto hidráulico de mayor trascendencia en el noroeste del país denominado Sistema Hidráulico del Noroeste (SHINO); el cual pretende la transferencia de agua del norte de Nayarit y sur de Sinaloa para el riego de tierras con capacidad agrícola en el norte de Sinaloa y sur de Sonora. El proyecto contempla presas de almacenamiento, derivadores, áreas de riego y obras de intercomunicación, permitiendo un incremento en la superficie de cultivo de 940 000 ha, de las cuales 10% corresponden al estado de Nayarit, 30% a Sonora y 60% a Sinaloa.

La cuenca posee una superficie total de 12 499.74 km² de los cuales 8 280.12 km² se encuentran dentro del estado de Sinaloa; donde la precipitación media anual es de 799.37 mm. La corriente superficial de mayor importancia es el río Sinaloa, que tiene su origen en la Sierra Madre Occidental al sur de la población de Guadalupe y Calvo, Chihuahua, al unirse numerosos arroyos, dando origen al arroyo Mohinora, al río Santo Domingo y río Basonapa, recibiendo entonces el nombre de río Petatlán, aguas debajo de la confluencia del río Basonopita pero a la altura del poblado de Tohayana cambia su dirección hacia el suroeste y de aquí en adelante se le denomina río Sinaloa. Durante su recorrido recibe varios tributarios, entre estos los arroyos Los Molinos y San José de Gracia que hacen unión al desembocar en la presa Bacurato. Posteriormente pasa por las poblaciones de Bacubirito y Sinaloa de Leyva, en la zona baja recibe la confluencia del arroyo de Cabrera por la margen derecha y del arroyo de Ocoroni en la ciudad de Guasave, para seguir su curso y desembocar en el Golfo de California. El distrito de riego 063 se localiza en la parte baja de la cuenca con una superficie de 100 125 ha. En los municipios de Sinaloa de Leyva y Guasave, los cultivos principales son maíz, sorgo, trigo, algodón, frijol, hortalizas y árboles frutales (CNA, 2003).

El clima en la región donde se ubica el embalse es tropical lluvioso, seco estepario muy cálido y frío semiseco. La temperatura media anual es de 24 °C con una máxima de 44 °C y una mínima de 0.5 °C; la precipitación pluvial promedio es de 608 mm y los vientos dominantes fluyen en dirección suroeste con velocidad de dos metros por segundo (García, 1988). El territorio está cubierto por vegetación característica de la selva baja caducifolia, con algunas pequeñas zonas en el extremo oriental que cuentan con bosques de encino y pino. En la región existen conejo, venado, armadillo, coyote, víbora de cascabel, coralillo y diversas aves.

Características limnológicas

Se presentan las características de la calidad del agua de acuerdo a los estudios realizados por Romero *et al.* (2009).

Temperatura

La temperatura del agua en la presa Bacurato, guarda una estrecha relación con la temperatura ambiental a través de un ciclo anual. El perfil vertical de la temperatura en los meses que comprenden la primavera, el verano y el otoño presenta una estratificación térmica bien marcada, es decir, una capa superior más caliente que permite la circulación horizontal del agua y una capa profunda con temperaturas más bajas. En cambio, durante el invierno la temperatura de la columna de agua se presenta más homogenizada y más fría, lo que permite la mezcla de ambas capas de agua. En verano, los pescadores del embalse reducen el tiempo entre la captura y recolecta del producto, como una medida para evitar que la temperatura del agua afecte la calidad de los productos de la pesca.

Concentración y saturación de oxígeno disuelto

El embalse muestra una gran homogeneidad, manifestándose principalmente como un sistema oxigenado, pero hay un ligero aumento en las áreas cercanas al río Sinaloa. Los valores promedio de oxígeno disuelto en la columna de agua del embalse pueden variar; la capa superior (epilimnio) hasta 10 m de profundidad en los meses que comprenden de

primavera a otoño puede permanecer oxigenada, sin embargo, en las zonas más profundas (hipolimnio) se crean condiciones hipóxicas (ausencia de oxígeno). Por otra parte, durante el invierno la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua es más homogénea.

Potencial de hidrógeno (pH)

Los valores de pH registrados en el embalse se encuentran dentro del intervalo ideal para el desarrollo de la vida acuática, es decir, entre 6 y 9 unidades. Valores más altos o más bajos a éstos tienen repercusiones importantes en los peces, incluso pueden ocasionarles la muerte (Boyd, 1990). Las pequeñas fluctuaciones del pH registradas en el embalse, pueden ser resultado de los cambios en la actividad fotosintética del fitoplancton y de otras plantas acuáticas, así como a la cantidad y composición de éstas. Algunos grupos de fitoplancton como las cianobacterias crean condiciones de pH elevado debido a la disminución del carbono inorgánico lo cual a su vez, favorece su desarrollo sobre otras especies (Alonso-Rodríguez *et al.*, 2004).

Sólidos disueltos totales y transparencia del agua

Los valores medios de sólidos disueltos totales en el embalse son más altos durante la primavera y verano y más bajos en otoño e invierno. La explicación puede estar dada por el aumento de la abundancia del plancton en las primeras estaciones con respecto a las últimas. En el sentido vertical, los valores más altos se presentan en las áreas donde hay conexión con el río, esto es explicable debido al aporte considerable de materiales disueltos y suspendidos que ingresan a través del río procedente de la parte alta de la sierra y al color verde del agua. Los valores de transparencia del agua son más bajos en las mismas zonas de conexión, debido al mayor aporte de material terrígeno.

Nutrientes

El comportamiento de los nutrientes en primavera, verano y otoño presenta mayor concentración a medida que aumenta la profundidad mientras que en el invierno tienden a ser más homogéneos en la columna de agua. Esto

se explica por la descomposición de la materia orgánica (fitoplancton y zooplancton) que al morir se precipita hacia el fondo del embalse, reincorporando los elementos nutricionales como el fósforo y el nitrógeno entre otros, por efecto de la actividad microbiana. En el invierno, al darse el proceso de circulación vertical del agua, debido a la homogenización de la temperatura, los nutrientes son distribuidos en toda la columna de agua.

Clorofila a

Con base a la concentración de Clorofila a, se considera a la presa Bacurato como un embalse “eutrófico”, cuya turbidez es producida por algas y se presenta un ligero agotamiento del oxígeno disuelto. La eutrofización es el proceso de enriquecimiento en las aguas con nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo que estimula la producción primaria acuática y en sus manifestaciones más graves conduce a la proliferación de algas visibles, espumas y un mayor crecimiento de algas macrófitas bentónicas sumergidas y flotantes (Vollenweider, 1992). La muerte y sedimentación de plantas provoca el aumento de la DBO de los sedimentos, lo cual tiende a reducir los niveles de oxígeno disuelto.

Situación actual del ambiente acuático

El objetivo de la construcción de la presa Bacurato fue la utilización del agua para riego agrícola y la generación de energía eléctrica, actualmente en el embalse se ha desarrollado una importante pesquería de agua dulce donde las principales especies que se aprovechan comercialmente son: la tilapia, el bagre y la lobina. Comparando los promedios de las variables hidrológicas analizadas con el requerimiento óptimo para el cultivo de estas especies se observa que la calidad del agua del embalse reúne los principales requisitos para su óptimo desarrollo (Tabla 1).

TABLA 1

Criterios de calidad de agua para el cultivo de tilapia, bagre y lobina, comparados con los valores medios registrados en la Presa Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa

Variable hidrológica	promedio	ANZECC (2000)	*tilapia	*bagre	**lobina negra
Temperatura [°C]	25.4	26-28	22-30 óptimo 15-42 tolerancia	24-29 óptimo 22-32 tolerancia	26.6-27.7 óptimo 16-32 tolerancia
Oxígeno disuelto O ₂ (mg/l) superficial	4.0-6.7	>5.0	5.0 óptimo 1.0 tolerancia	<5.0	5-8 óptimo 3.0 mínimo
pH	7.97	6.5-9.0	6.5-9.0	7.5 óptimo 6.5- 8.5 tolerancia	6.8-7.5
Amonio NH ₄ (mg/l)	0.16	0.0-0.3	<0.1	0.1	0.1
Nitrito NO ₂ (mg/l)	0.004	0.06-0.25		<4.6	
Nitrato NO ₃ (mg/l)	0.07	<300			
Ortofosfatos PO ₄ (mg/l)	0.04	<0.2			
Sólidos disueltos totales (mg/l)	49.9	<80	15-200		

*INP (2000), ** SEPESCA (1998).

Características taxonómicas y biológicas de los recursos pesqueros

Las especies con importancia pesquera que se registran en la presa Bacurato son:

Familia Clupeidae

Dorosoma smithi (Hubbs y Miller) sardina

Familia Ictaluridae

Ictalurus punctatus (Rafinesque) bagre

Familia Centrarchidae

Micropterus salmoides (Lacépède) lobina negra

Familia Cichlidae

Oreochromis aureus (Steindachner) tilapia

Cichlasoma beani (Jordan) mojarra verde o criolla

Familia Clupeidae

Los clupéidos son peces generalmente pequeños, plateados y fácilmente reconocibles por su quilla de escudetes (escamas espinosas y duras) a lo largo del vientre y por su boca pequeña, que con frecuencia tiene dientes pequeños y finos. Otras características incluyen una sola aleta dorsal localizada sobre la mitad del cuerpo; aleta caudal bifurcada; generalmente una aleta anal corta; aletas pélvicas abdominales debajo de la aleta dorsal; aletas pectorales bajas en el costado inmediatamente detrás de la cabeza y aletas sin espinas. Se encuentran en la mayoría de ambientes de poca profundidad, incluyendo aguas dulces, esteros salobres, ambientes costeros protegidos y arrecifes oceánicos. Habitan en todos los mares tropicales y de aguas frías. La mayoría forman cardúmenes que pueden incluir cientos o miles de individuos. La dieta principal para la mayoría de los clupéidos la constituye el zooplancton, frecuentemente crustáceos.

Dorosoma smithi sardina



Es una especie pelágica de agua dulce, que se distribuye en el noroeste de México, en la llanura costera del Pacífico, desde el río Yaqui hasta el arroyo

San Francisco (tributario de Marismas Nacionales) al sureste de Acapona, Nayarit. Habita ríos y arroyos, en aguas quietas, se le encuentra en varios embalses de Sonora (Hendrickson *et al.*, 1980) y Sinaloa (El Salto, Bacurato, El Comedero) como especie forrajera para la lobina negra (Gaspar-Dillanes *et al.*, 2004, 2009, 2011 y 2012). Es filtradora de plancton, muy poco se conoce sobre sus hábitos reproductivos, pero se cree que son similares a las especies del género. Las tallas registradas en la presa Bacurato van de 13.5 cm a 18.5 cm de longitud total (Lt), con media de 15.54 cm de Lt y peso de 18 g a 46 g con media de 29.2 g (Gaspar-Dillanes *et al.*, 2011).

Familia Ictaluridae

Los miembros de esta familia se distribuyen desde el sur de Canadá hasta Belice y Guatemala. La mayoría de las especies se encuentran en los Estados Unidos y sólo pocas en México y parte de Centroamérica. Esta familia puede ser reconocida por sus ocho barbas en la cabeza (una de éstas en cada nostrilo) y una aleta adiposa de longitud variable. Muchas especies de esta familia son importantes como alimento y en la pesca deportiva.

Ictalurus punctatus bagre de canal



Es un pez demersal de agua dulce que habita en los ríos caudalosos, en presas y en lagos con aguas claras y sombreadas, prefiriendo ambientes con buena oxigenación (Aguilera, 1986); se le encuentra en lugares de climas templados con temperaturas de 10 °C a 32 °C. Es una especie omnívora que se alimenta de pequeños peces, de crustáceos como acociles, de almejas y caracoles, así como insectos acuáticos y pequeños mamíferos.

Aguilera (1986) y Pillay (1997) mencionan que desova al final de la primavera y durante el verano, de marzo a julio, dependiendo de la temporada y la región geográfica, periodo en que la temperatura del agua debe estar entre 21 °C y 29 °C. Es de fácil reproducción dado que se adapta a diversas condiciones ambientales. Su cuerpo es alargado y comprimido lateralmente. Tiene hábitos nocturnos. Se presenta en las pesquerías, así como también en cultivos.

De acuerdo con Gaspar-Dillanes *et al.* (2011), las tallas registradas en la presa Bacurato van de 18.5 cm a 58.5 cm de *Lt*, con media de 36.9 cm de *Lt* y peso de 40 g a 2.67 kg con media de 610.3 g; la reproducción se realiza de abril a junio y la talla mínima de primera madurez (L_{50}) en las hembras es menor a 38.0 cm de *Lt*. En cuanto a la estimación de la talla de de primera captura (*Lc*) con redes de 3.5 plg es de 37.5 cm de *Lt*.

Familia Centrarchidae

Esta familia de peces se distribuye en Norteamérica, pero se ha introducido a muchas áreas. Construyen nidos y presentan cuidado parental por el macho. Tiene importancia en la pesca deportiva y se ha utilizado en experimentos fisiológicos y ecológicos.

Micropterus salmoides lobina negra



Es un pez dulceacuícola, bentopelágico que habita climas templados con temperaturas que van de 10 °C a 32 °C. Habita lagos con vegetación y estanques, así como ríos; se le encuentra en zonas de mediana profundidad donde la oxigenación es buena y la temperatura del agua se mantiene sin

gran variación durante el día. Los sitios favoritos de la lobina son aquellos que le brinden protección y alimentación y estos pueden ser entre árboles, maleza acuática, muelles, islas o montículos rocosos y todo aquello con cambios bruscos de profundidad (Page y Burr, 1991).

Es muy voraz, en etapa juvenil consume insectos y peces pequeños; cuando adulto se alimenta de peces, cangrejos, ranas, entre otros, algunas veces presenta canibalismo. No se reproducen cuando la temperatura es menor que 5 °C o mayor que 37 °C. Desova desde abril a julio en aguas más frías, siendo la temperatura ideal para la reproducción entre 20 °C y 22 °C. Forma parte de algunas pesquerías comerciales y también se cultiva pero sobre todo se usa en la pesca deportiva para lo que ha sido introducida ampliamente. En la presa Bacurato se encuentran organismos de hasta 64.0 cm de *Lt*, en las hembras se registró una L_{50} de 36.5 cm de *Lt* y el periodo de reproducción ocurre de diciembre a junio (Gaspar-Dillanes *et al.*, 2011).

Familia Cichlidae

Los cíclidos son una familia de gran éxito evolutivo que poseen diversidad de formas y características únicas haciendo de ésta una de las familias más grandes de vertebrados; en su mayoría son de agua dulce. Constituida por cerca de 1 300 especies distribuidas en África, India, Medio Oriente, Madagascar y América. Se caracteriza por presentar la línea lateral interrumpida en un tramo anterior-superior y otro posterior-inferior y por poseer una narina a cada lado de la cabeza. Existen especies con longitud total menor a 6 cm y otras que superan 80 cm. La conducta reproductiva es variada y sumamente compleja, desde formas polígamas, donde las hembras o machos llevan las larvas y huevos en la boca hasta formas monógamas que ponen los huevos sobre sustrato y ambos padres cuidan la puesta y las crías.

Oreochromis aureus tilapia azul

Pertenece al grupo de peces de origen africano que habita mayoritariamente en regiones tropicales del mundo, donde se dan las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento. Sus extraordinarias cualidades, como crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades, adapta-



ción al cautiverio, aceptación a una amplia gama de alimentos, resistencia a enfermedades, carne blanca de calidad y amplia aceptación, han despertado gran interés comercial en la acuicultura mundial.

Es un pez bentopelágico, que puede vivir tanto en aguas dulces como salobres, e incluso puede acostumbrarse a aguas poco oxigenadas; habita en temperatura desde 8 °C hasta 30 °C (Trewavas, 1983). Se encuentra distribuida por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica y el sudeste Asiático. Antes considerado un pez de bajo valor comercial, hoy su consumo, precio y perspectivas futuras han aumentado significativamente. Su éxito adaptativo se debe a que es omnívora y a que se reproduce varias veces durante el año sobre todo en marzo y junio en zonas someras y fangosas (Rosas, 1982).

El macho fertiliza los huevos depositados por la hembra en el suelo y luego ésta los recoge y los incuba en su boca hasta que eclosionan (Jiménez, 1999). Puede desovar tres o más veces durante el año produciendo de 1 500 a 4 300 huevos; los que eclosionan entre los tres y cinco días y la hembra cuida las larvas de ocho a 10 días después de la eclosión. Son organismos omnívoros con preferencia hacia el detritus y los restos de plantas vasculares (Jiménez-Badillo y Nepita-Villanueva, 2000). Se ha convertido en una especie muy comercial en las pesquerías en donde también se le usa como carnada y también se emplea en la acuicultura.

En la presa Bacurato esta especie es la más importante en las capturas comerciales, alcanzando tallas de más de 45 cm (Gaspar-Dillanes *et al.*, 2011). Se reproduce todo el año, pero con picos máximos en abril y sep-

tiembre; la talla mínima de primera madurez (L_{50}) estimada en esta presa para la tilapia fue de 27 cm y la de primera captura (L_{c50}) con las redes que los pescadores utilizan (4 plg a 5 plg de luz de malla) va de 27 cm a 31.2 cm (Gaspar-Dillanes *et al.*, 2011).

Cichlasoma beani mojarra verde



Es una especie bentopelágica que habita en arroyos de aguas claras a turbias en sustratos de arena, barro, piedra, sin vegetación a profundidades de 2 m (Miller *et al.*, 2005). Prefiere climas tropicales con temperaturas promedio de 23 °C a 25 °C. Los adultos buscan refugiarse en arroyos protegidos por arbustos o que están entre las rocas; de febrero a junio se capturan juveniles, el valor máximo conocido es 21.2 cm de longitud patrón (L_p) (Miller *et al.*, 2005).

En las capturas realizadas por los pescadores de la presa Bacurato es poco frecuente, debido a ello no se le comercializa. Las tallas registradas por Gaspar-Dillanes *et al.* (2011) van de 20.9 cm a 23.2 cm de Lt. García-Lizarraga *et al.* (2011) señalan que en la presa Aguamilpa, Nayarit, el pico principal de reproducción es de abril a junio, y la talla de primera madurez fue de 18.9 cm, sin embargo, no encontraron una correlación significativa entre la temperatura del agua y el porcentaje de individuos parcialmente maduros, maduros o desovados.

Situación actual de los recursos pesqueros

Captura histórica

Las actividades pesqueras en la presa Bacurato se realizan por temporada, la cual generalmente inicia en agosto para terminar en febrero del siguiente año. La especie objetivo es la tilapia con 88.5% de la producción pesquera, las especies asociadas son el bagre con 7.3% y la lobina negra con 4.2% del total (Fig. 2); la lobina negra también es la especie objetivo en la pesca deportiva que se realiza en el embalse.

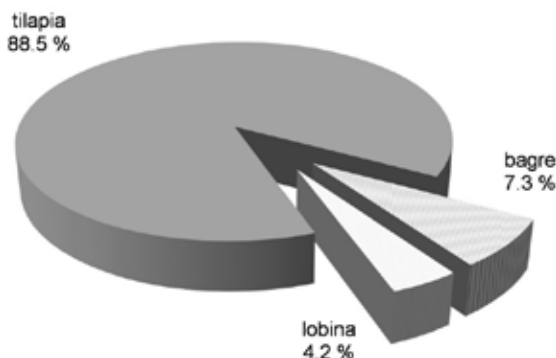


FIG. 2. Producción pesquera promedio (1998-2010) por especie en la Presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa.

El histórico de producción muestra que en la temporada 1999-2000 se registró la producción más alta con 1 497.4 t, posteriormente en la temporada 2001-2002 se tuvo la producción más baja con 491.7 t (Fig. 3); a partir de esa temporada la producción se mantuvo entre 885.6 t y 1 156.6 t; sin embargo, a partir de la temporada 2008-2009 la producción ha descendido, ya que para 2009-2010 sólo se registraron 683.1 toneladas.

Producción y siembra de alevines

La Federación de Cooperativas de la Presa Bacurato a través de la "Integradora de la Presa Bacurato" posee un área en la cual ha construido estanquería para el mantenimiento de reproductores de tilapia, a partir de los

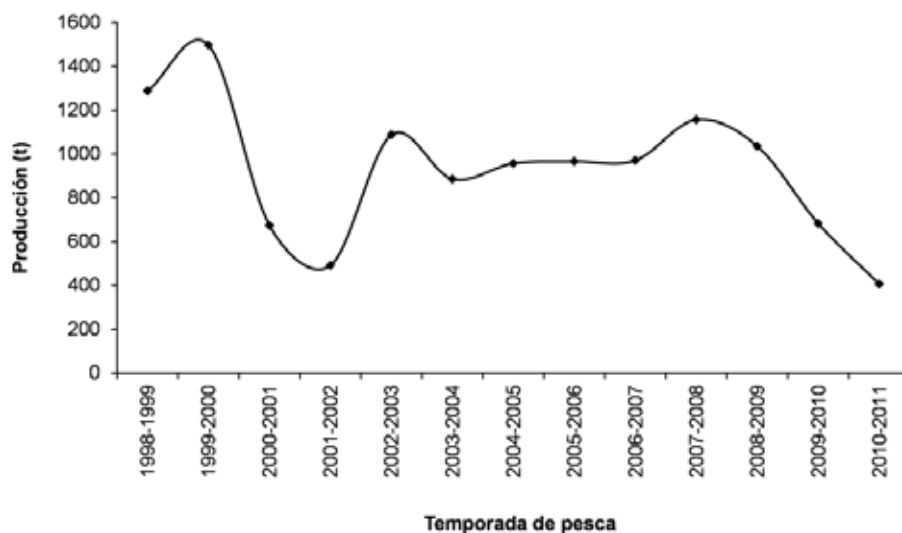


FIG. 3. Producción pesquera por temporada de pesca en la Presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa (Temporada 2010-2011, datos preliminares).

cuales obtienen los alevines que posteriormente son sembrados en el embalse de la presa Bacurato; el histórico de estas siembras se muestra en la *figura 4*.

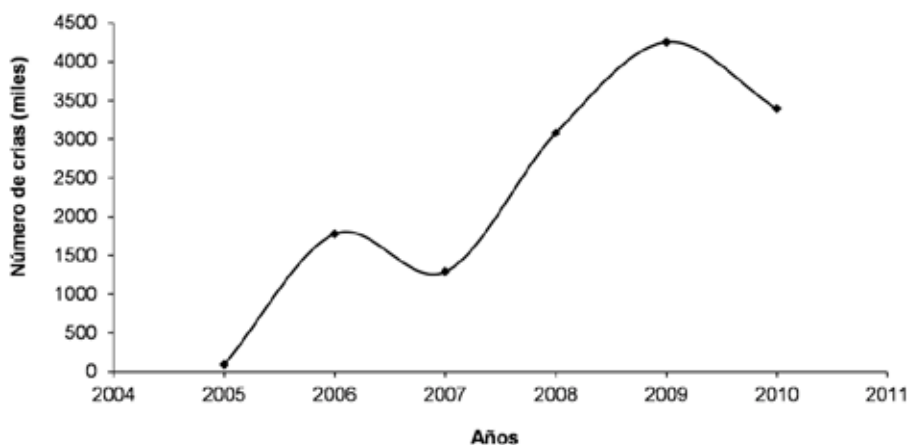


FIG. 4. Histórico de siembra de alevines de tilapia (*Oreochromis aureus*) sembrados en la Presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa.

Esfuerzo pesquero

La presa Bacurato se construyó entre 1982 y 1986. En ese periodo el recién creado Departamento de Pesca y posteriormente la Secretaría de Pesca, a través de su Dirección General de Organización y Capacitación Pesquera se dieron a la tarea de organizar a los pescadores en Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP). Bajo este esquema y ante la pérdida de tierra de cultivo o abrevadero por la inundación del vaso de la presa, en 1983 se conforman tres Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera con integrantes de las localidades afectadas por la construcción: Bacurato con integrantes de la localidad que le da nombre; Bacubirito en las mismas condiciones de la anterior; Vasobuena que se integra con habitantes de las dos localidades anteriores, de La Higuera, La Huerta y algunas otras aledañas. Por último, entre 1993 y 1995 se conformó la SCPP Chicorato. En la actualidad, el esfuerzo pesquero es de 136 pescadores, 136 embarcaciones, 136 motores fuera de borda y 1 360 redes agalleras de 4.5 plg y 5.0 plg de luz de malla.

Las cuatro organizaciones pesqueras están incorporadas en la Federación de Cooperativas Pesqueras de la Presa Bacurato, quien se encarga de llevar a cabo la comercialización del producto, siembra de crías en el embalse y compra al mayoreo de los materiales necesarios para realizar la actividad (gasolina, paño para redes, entre otros insumos). La Federación, a través de la empresa denominada “Desarrollo Integral de Bacurato”, conocida como “Integradora”, cuenta con instalaciones de servicios donde se ubica la estanquería, el laboratorio de reproducción, la fileteadora y la empacadora, así como la fábrica de hielo.

Descripción de las actividades pesqueras

En la presa Bacurato la captura de tilapia se realiza con redes agalleras en forma pasiva, es decir, el pescador tiende las redes por la tarde en las zonas donde su experiencia le indica que es favorable para la captura nocturna y al amanecer revisan las redes para recoger la captura y llevarla a las zonas de acopio que se ubican en la ribera del embalse.

Para la captura se usan lanchas de fibra de vidrio de tonelaje neto entre 0.360 y 1.200, pero en su mayor parte de 0.840 t, con motor fuera de borda de 25 hasta 85 caballos de fuerza. Las artes de pesca autorizadas son redes



de enmalle, también llamados “chinchorros agalleros” de 50 m de longitud, 5 m de caída o altura, con luz de malla de 112.5 mm, que equivalen aproximadamente a 4.5 plg. Beltrán *et al.* (2007) realizaron un diagnóstico pesquero y socioeconómico de la presa, el cual propuso a la Federación una serie de acciones encaminadas a un mejor manejo de la pesquería. A partir de esto, como parte de la organización es la Federación quien establece las estrategias de pesca: talla para la comercialización, que implica determinada abertura de malla del paño usado en las redes y sobre todo la instrumentación de la cuota de captura.

Estimación de biomasa

A partir de la información de captura y esfuerzo se construyó un modelo de biomasa dinámico (Hilborn y Walters, 1992). Los parámetros iniciales que describen el desempeño de la pesquería se muestran en la *tabla 2*:

TABLA 2
Parámetros que describen la pesquería de la Presa Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa

r	0.80
k	5 400
q	0.000197

El ajuste del $CPUE$ observado y calculado se realizó utilizando una función de minimización de la suma de cuadrados, mediante métodos numéricos de optimización por iteraciones newtonianas (Fig. 5).

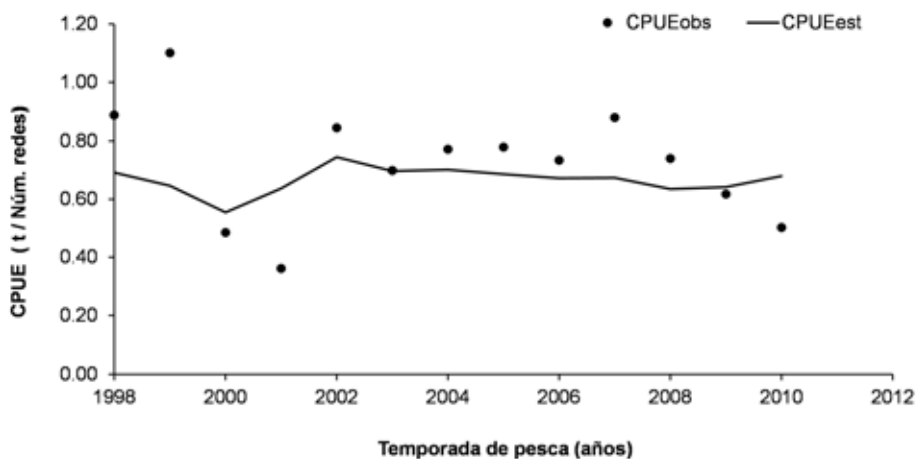


FIG. 5. Ajuste de CPUE en las temporadas de pesca de 1998 a 2010 de la pesquería de tilapia de la Presa Gustavo Díaz Ordaz “Bacurato”, Sinaloa.

Como Puntos de Referencia se calcularon el esfuerzo al máximo Rendimiento (2 030 redes) y la captura al Máximo Rendimiento (1 080 t anuales). La biomasa en equilibrio calculada para que la pesquería presente un buen desempeño fue B_{opt} : 2 700 toneladas.

Estrategias de manejo

Reglamentación vigente

En el embalse se aplica una veda voluntaria para la protección de la época reproductiva de la tilapia, de abril a agosto. La Carta Nacional Pesquera (DOF, 2010) incluye la ficha del embalse, en la que hay información sobre las especies objetivo de la pesca comercial, las unidades de pesca, el uso del embalse, los indicadores de la pesquería, el esfuerzo pesquero y los lineamientos y estrategias aplicables en la pesquería. Además de esto, en el embalse no existe otro tipo de reglamentación, las acciones propuestas por Beltrán *et al.* (2007) han sido más bien convenios de buena voluntad entre los pescadores comerciales, prestadores de servicios turísticos y pescadores deportivos.

Propuestas de manejo

Beltrán *et al.* (2007) presentaron un Plan de Manejo Pesquero (PMP) para la Presa Bacurato, el cual se elaboró con financiamiento de la Fundación Produce-Sinaloa. En este PMP se presenta el siguiente esquema de manejo pesquero para el embalse:

- Cuota de captura por pescador: 400 kg/pescador/mes.
- Periodos de pesca: 20 días de pesca por diez de descanso (10 días pesca/5 días descanso/10 días de pesca/5 días de descanso). Durante los días de descanso deberán retirar las redes.
- Periodo de veda para la tilapia: del 1 de mayo al 31 de agosto.
- Para la captura de tilapia utilizar únicamente redes de 4.5 y 5.0 pulgadas.
- No se deberá aumentar el esfuerzo pesquero (10 redes/pescador, que serían cinco redes de 4.5 plg y cinco redes de 5 plg).
- Fomentar la producción de alevines de tilapia para posteriormente sembrarlos en la presa.
- La lobina negra sólo en pesca incidental.
- Practicar en la pesca deportiva la captura y la liberación de los ejemplares.
- La Federación de Cooperativas es responsable de realizar la inspección y la vigilancia en el embalse.

Este PMP debe llevarse a las instancias que lo validarán, además de que la CONAPESCA deberá instrumentar la Norma Oficial Mexicana del embalse. En ambos instrumentos se deberán incluir las estrategias de manejo y aprovechamiento de los recursos pesqueros, regulando tanto la pesca comercial, como a los pescadores deportivos y prestadores de servicios turísticos.

Comercialización

Para la comercialización, la federación cuenta con la infraestructura que le permite entregar el producto directamente en el Mercado de Pescados y Mariscos de la Viga, en la ciudad de México, donde tiene convenida la venta con el propietario de una bodega. Este proceso es igual para los 136

socios de las cuatro SCPP que participan de la extracción pesquera en la presa Bacurato y que se resume en la *figura 6*.

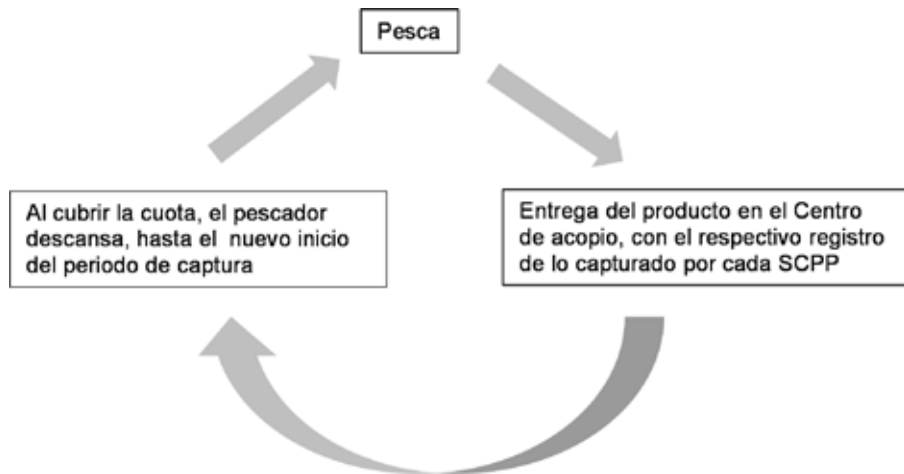


FIG. 6. Diagrama de las actividades pesqueras en la Presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa.

Lago de Chapala, Michoacán y Jalisco

Ezequiel Arredondo-Vargas
Claudio Osuna-Paredes
Carlos Meléndez-Galicia
Claudia de Jesús-Avendaño
Daniel Hernández-Montaña

El cuerpo de agua natural más grande de México es el Lago de Chapala, y la actividad pesquera que en él se desarrolla es de las más importantes del sector en Jalisco, con una producción aproximada de 8 000 t para el año 2010, que representó aproximadamente 50% de la captura total en el estado de Jalisco; la parte correspondiente al estado de Michoacán también tiene una producción considerable. El lago da empleo a casi 2 000 pescadores registrados en 81 organizaciones, en ambos estados.

El Lago de Chapala, al igual que la mayoría de los cuerpos de agua del país, presenta graves problemas que inciden en la actividad pesquera, pues además de la sobreexplotación generada por un aumento indiscriminado del esfuerzo pesquero, sufre un alto grado de degradación por la presencia de metales pesados que ocasiona graves enfermedades a su población piscícola, extracción de agua y serios niveles de azolvamiento, aunados a la presencia de gran cantidad de nutrientes que generan la sobrepoblación del lirio acuático y de diferentes tipos de algas.

El Lago de Chapala se encuentra entre los estados de Jalisco y Michoacán, en la región occidental de México. Cuenta con 1 080 km² el 90% se localiza en el oriente de Jalisco y 10% en Michoacán. Se ubica dentro de los paralelos 20° 07' y 20° 21' N y los meridianos 102° 40' 45" y 103° 25' 30" W y a una altitud de 1 524 msnm.

El Lago de Chapala (Fig. 1) está considerado como el embalse natural de mayor extensión en el país y ocupa el número 68 en la escala mundial, el 48 en América del Norte y el tercero en tamaño en Latinoamérica. Sobre la ribera están situadas las poblaciones de Chapala, Ajijic, San Juan Cosalá, El Chante, Jocotepec, Ocotlán y La Barca. Este vaso lacustre es parte de una cuenca mayor, la del Lerma-Chapala-Santiago, que es una de las de mayor extensión de México y muy importante por la cantidad de ciudades con más de 100 000 habitantes que dependen de ella, así como las actividades económicas que se desarrollan en esa región. Esta cuenca hidrográfica sostiene a más de 8 millones de personas, 3 500 industrias diversas, 750 000 ha de tierras de riego y 14 ciudades con poblaciones de más de 100 000 habitantes. En la cuenca del Lerma están asentadas las ciudades de Toluca, Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes y Guadalajara.



FIG. 1. Ubicación geográfica del Lago de Chapala, Michoacán-Jalisco.

El clima se considera como semiseco, con invierno y primavera secos, y semicálido sin estación invernal bien definida. La temperatura media anual es de 19.9 °C, y tiene una precipitación media anual de 810.9 mm con régimen de lluvias en los meses de junio, julio y agosto. Los vientos dominantes son en dirección Este. El promedio de días con heladas al año es de 4.1.

La vegetación es selva baja, compuesta por pastizales y matorrales; destacan el pino, el encino, el roble, el cedro, el tabachín, el sauce, el grangeno, el nopal, el palo dulce, el huizache, la campanilla, la casirpe, el madroño, el saucillo, el tepame, el chaparral y árboles frutales como mango y aguacate.

La fauna la forman: venados, coyotes, zorros, zorrillos, conejos, garzas, víboras de cascabel y especies piscícolas como el pescado blanco, el charal, la carpa, la mojarra, el bagre y la tilapia.

La mayor parte del suelo tiene un uso agrícola, y la tenencia de la tierra en su mayoría corresponde a la pequeña propiedad.

Características limnológicas

El Lago de Chapala es un cuerpo de agua somero cuya profundidad media se encuentra entre 2.25 m y 3.30 m y, como en todos los cuerpos de agua de tipo cálido, la dinámica hidrológica está determinada por las temporadas de lluvia y secas que influyen directamente en la corrientes de agua que conforman el lago y que condicionan sus características fisicoquímicas.

Con relación a la transparencia, ésta muestra valores por debajo de 0.40 m durante todo el año, factor que depende de la entrada de materiales provenientes del río Lerma, principal afluente del lago y de los desechos de las comunidades aledañas al mismo.

Perfiles de temperatura y oxígeno disuelto

La temperatura promedio anual de 25.8 °C permite clasificar a este lago como cuerpo de agua cálido y, de acuerdo con los patrones de circulación observados con los perfiles de temperatura y oxígeno, como polimíctico cálido continuo, lo que significa que la masa de agua circula constantemente

a lo largo del año y las aguas están bien mezcladas en todos los estratos. Lo anterior es notorio por la gran extensión de este cuerpo de agua y porque es bastante somero.

Como resultado de esta circulación, la oxigenación en toda la columna es buena y sólo en el fondo de la zona más profunda se pueden encontrar valores bajos de oxígeno relativamente notorios, lo que indica que existe una acumulación de materia orgánica proveniente del Lerma y de la cuenca de drenaje. La materia orgánica se distribuye en el fondo, donde se generan procesos oxidativos que conllevan una demanda de oxígeno, además de que disminuyen los valores de pH por la generación de CO_2 (Vallentyne, 1978; Wetzel, 1983; Andrews *et al.*, 1986); sin embargo, esta carga no es significativa y el abatimiento de oxígeno no es importante y por otro lado, la constante circulación contribuye a mantener oxigenada esta zona, por lo que los problemas de abatimiento de este elemento no son trascendentes.

Caracterización físico-química

Los valores de pH estuvieron dentro de un intervalo que va de 8.15 a 9.3 de promedio mensual; este factor es muy homogéneo en todo el cuerpo de agua debido a la constante circulación, y sólo en el fondo de la zona más profunda llega a descender ligeramente (0.2 a 0.3) lo que refleja algunos procesos oxidativos.

El contenido iónico indica que se trata de un cuerpo de agua muy alcalino y permanece constante a lo largo del año; los valores promedio mensuales de alcalinidad total mínimos son de 240.0 mg/l de CaCO_3 en octubre, y máximos de 281.0 mg/l en junio, la mayor parte de la alcalinidad está dada por el bicarbonato (HCO_3), pero hay presencia de carbonatos (CO_3) la mayor parte del año, lo que explica los valores de pH altos. De acuerdo con la clasificación propuesta por Sawyer y McCarty (1978), las aguas pueden clasificarse como duras; la dureza total presenta un valor promedio máximo de 201.0 mg/l y un mínimo de 171.0 mg/l. En cuanto al contenido en iones, la conductividad se incrementa cuando inicia la temporada de lluvias y decrece ligeramente al terminar ésta. Es evidente que estas variables están determinadas por la entrada de agua proveniente del río Lerma, principal afluente del lago, que al comenzar la temporada de lluvias incrementa su carga de sólidos disueltos.

Nutrientes

Formas inorgánicas de nitrógeno

Entre los compuestos nitrogenados, el que se encuentra en mayores concentraciones es el amonio, aunque solamente durante los meses secos; también hay que considerar que este compuesto es el principal producto final de la descomposición realizada por las bacterias heterótrofas en la materia orgánica. Asimismo, en la degradación se forman compuestos nitrogenados intermedios, pero éstos raramente se acumulan, lo que explica los bajos niveles de nitrito y nitrato encontrados.

Como ya se mencionó, la entrada de materia orgánica origina procesos de descomposición, con la consiguiente liberación de amonio; además el agua que entra al lago proveniente del Lerma contiene una concentración importante de este compuesto que contribuye a aumentar sus niveles, si bien a partir del mes de julio estas concentraciones decrecen significativamente.

Fósforo

Con respecto a los compuestos fosforados, tanto el ortofosfato disuelto como el fósforo total presentan valores muy altos en la laguna durante todo el ciclo anual, por lo que las concentraciones de clorofila *a* también llegan a alcanzar valores altos. De tal forma que con respecto a la biomasa, el embalse es muy productivo. De acuerdo con los criterios establecidos por Vollenweider en 1983 (Olvera, 1992), se podría clasificar este cuerpo de agua como eutrófico cuando los valores de fósforo total están por encima de 0.030 mg/l, condición presente en el lago, lo que se corrobora con sus valores de clorofila dentro del intervalo eutrófico ya que el promedio anual es de 36.7 mg/m³. Las altas concentraciones de fósforo dentro del lago permiten pensar que este elemento no es el principal factor limitante de la productividad, pero tal vez sí lo sea el nitrógeno, cuyas concentraciones no pueden considerarse altas. De acuerdo con Wetzel (1983), cuando se supera la limitación de fósforo con aguas con altas proporciones de este elemento, se puede producir un aumento continuo de la fotosíntesis hasta que el siguiente anión, el nitrógeno, llega a ser limitante.

Características taxonómicas y biológicas de los recursos pesqueros

Se ha determinado o ratificado la existencia de una amplia diversidad de peces (Miller *et al.*, 2005) que abarca tanto a las especies nativas como a las introducidas o exóticas.

Familia Petromyzontidae

Lampetra spadicea Bean lamprea de Chapala

Familia Cyprinidae

<i>Algansea popoche</i> (Jordan y Snyder)	popocha
<i>Algansea tincella</i> (Valenciennes)	pupo del valle
<i>Hybopsis calientis</i> (Jordan y Snyder)	carpita amarilla
<i>Yuriria alta</i> (Jordan)	carpa blanca
<i>Yuriria chapalae</i> (Jordan y Snyder)	carpa de Chapala
<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus)	carpa dorada
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus	carpa común
<i>Cyprinus carpio specularis</i> Gronow	carpa espejo
<i>Cyprinus carpio rubrofusculus</i> Lacépède	carpa barrigona

Familia Catostomidae

Scartomyzon austrinus (Bean) matalote chuime

Familia Ictaluridae

<i>Ictalurus dugesii</i> (Bean)	
= <i>Ictalurus ochoterenai</i> (De Buen)	bagre del Lerma
<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque)	bagre de canal

Familia Atherinopsidae

<i>Chirostoma arge</i> (Jordan y Snyder)	charal del verde
<i>Chirostoma consocium</i> Jordan y Hubbs	charal del rancho
<i>Chirostoma chapalae</i> Jordan y Snyder	charal de Chapala
<i>Chirostoma jordani</i> Woolman	charal
<i>Chirostoma labarcae</i> Meek	charal de La Barca
<i>Chirostoma lucius</i> Boulenger	pescado blanco de la laguna
<i>Chirostoma promelas</i> Jordan y Snyder	pescado blanco boca negra
<i>Chirostoma sphyraena</i> Boulenger	pescado blanco de Chapala

Familia Poeciliidae

Poecilia reticulata Peters guppy

<i>Poeciliopsis infans</i> (Woolman)	guatopote del Lerma
<i>Xiphophorus helleri</i> Heckel	cola de espada
Familia Goodeidae	
<i>Allophorus robustus</i> (Bean)	chehua
<i>Allotoca dugesii</i> (Bean)	tiro chato
<i>Chapalichthys encaustus</i> (Jordan y Snyder)	pintito de Ocotlán
<i>Goodea atripinnis</i> Jordan	tiro
<i>Skiffia bilineata</i> (Bean)	tiro de dos rayas
<i>Skiffia lermæ</i> Meek	tiro olivo
<i>Skiffia multipunctata</i> (Pellegrin)	tiro pintado
<i>Xenotoca variata</i> (Bean)	pintada
<i>Zoogonecticus quitzeoensis</i> (Bean)	picote
Familia Centrarchidae	
<i>Lepomis macrochirus</i> Rafinesque	mojarra de agallas azules
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacépède)	lobina negra
Familia Cichlidae	
<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner)	tilapia

La pesca comercial es de tipo multiespecífico y se basa fundamentalmente en 15 especies, de las cuales nueve son nativas (Tabla 1):

TABLA 1
Especies nativas e introducidas de la pesca comercial
del Lago de Chapala, Michoacán-Jalisco

Nombre común	Nombre científico	Origen
charal de rancho	<i>Chirostoma consocium</i>	Nativa
charal del Verde	<i>C. arge</i>	Nativa
charal	<i>C. jordani</i>	Nativa
charal de Chapala	<i>C. chapalae</i>	Nativa
charal de La Barca	<i>C. labarcae</i>	Nativa
pescado blanco boca negra	<i>C. promelas</i>	Nativa
pescado blanco del Lago de Chapala	<i>C. sphyraena</i>	Nativa
pescado blanco de la laguna	<i>C. lucius</i>	Nativa
bagre del Lerma	<i>Ictalurus dugesii</i>	Nativa
bagre de canal	<i>I. punctatus</i>	Introducida
carpa común	<i>Cyprinus carpio communis</i>	Introducida

TABLA 1 (continuación)

Nombre común	Nombre científico	Origen
carpa barrigona	<i>C. c. rubrofusca</i>	Introducida
carpa espejo	<i>C. c. specularis</i>	Introducida
carpa dorada	<i>Carassius auratus</i>	Introducida
tilapia	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida

Evaluación pesquera de las principales especies sujetas a explotación

Oreochromis aureus tilapia



La tilapia es originaria de África, su cuerpo es comprimido lateralmente y cubierto de escamas. Dentro de sus áreas originales de distribución ha colonizado hábitats muy diversos: arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y profundos o con rápidos, lagos profundos, lagos pantanosos, lagunas dulces, salobres o saladas, alcalinas, estuarios y lagunas costeras. Estos peces tienen la posibilidad de adaptarse a las aguas salobres y e incluso pueden llegar a vivir en agua marina, lo que es una gran ventaja para su cultivo. También soportan cambios de temperatura, si bien esencialmente viven en aguas de zonas bajas tropicales con temperaturas entre 20 °C y 25 °C, se les puede cultivar en temperaturas bajas, entre 10 °C y 15 °C.

La reproducción en las tilapias no representa problemas, pues pueden tener varias generaciones durante el año, y el cultivador obtiene sus peces sin necesidad de habilidades especiales o tecnologías muy avanzadas. Lo único que se debe cuidar durante el crecimiento es la cantidad de espacio y alimento por individuo para evitar el enanismo. Es importante considerar

de qué está construido el fondo, debido a que el macho cava hoyos donde las hembras depositan sus huevos y él los fertiliza; estos hoyos pudieran complicar la recolección de individuos.

Es una especie omnívora con preferencia hacia el detritus y los restos de plantas vasculares (Jiménez-Badillo y Nepita-Villanueva, 2000).

Osuna *et al.* (2010) determinaron que en el Lago de Chapala, la captura se basa en las tallas de 12.0 cm a 32.0 cm de longitud patrón, con peso entre 68.6 g y 1.36 kg. La población de tilapia presenta una relación alométrica; se reproduce casi todo el año con picos reproductivos durante los meses de marzo, septiembre y octubre.

La talla de primera captura es de 15.54 cm de longitud patrón y la tasa de crecimiento $k = 0.42 \text{ año}^{-1}$, alcanzando una longitud máxima de $L_{\infty} = 27.95 \text{ cm}$ Lp.

La población de tilapia en el Lago de Chapala presenta una mortalidad natural $M = 0.88$, una mortalidad total $Z = 3.8$ y una mortalidad por pesca $F = 2.92$, por lo que la tasa de explotación es $E = 0.77$ e indica que el recurso ha rebasado los niveles óptimos de explotación.

De acuerdo con el modelo de rendimiento (B-H), la pesquería de tilapia registra un rendimiento por recluta de 108.0 g, con una edad de primera captura de 1.53 años.

La mortalidad por pesca máxima es de 2.91; conforme un criterio precautorio, el esfuerzo que se debe aplicar es $F_{0.1} = 2.0$, lo que significa bajar la presión de pesca 31%, esta medida puede mejorar el rendimiento económico de los usuarios.

Cyprinus carpio carpa común

Posee un cuerpo robusto, poco comprimido y ligeramente curvado en el vientre. Cubierto por escamas gruesas, aleta dorsal y anal con espina aserrada en la parte anterior (característica de esta especie), por lo regular con barbas, dientes faríngeos. Alcanza los 60 cm y un peso de 9 kg. Es de color verdoso oliva en el dorso y vientre blanco-amarillento.

Es una especie originaria de Asia, que fue introducida en Europa durante los siglos XI y XII. Alrededor del año 1831, los inmigrantes llegados a Estados Unidos la introdujeron en el río Hudson. En México las referencias de introducción de la especie para acuicultura datan de la década de 1960, proveniente de Brasil.



Tomada de: <http://www.israquarium.co.il/Fish/IsraelFish/Cyprinus%20carpio%20carpio.html>.

Vive en aguas templadas y alcanza su madurez sexual entre los 18 meses y dos años de vida, dependiendo de la temperatura de la región. Es un desovador parcial, tiene dos o tres desoves en intervalos de 14 días. Su fecundidad relativa es de 100 000 huevos a 300 000 huevos por kilogramo de peso, si bien hay reportes de hembras con fecundidad de 400 000 huevos a 600 000 huevos por individuo.

Es un pez omnívoro, con predominancia bentófago. Por su forma de alimentación, basada en la remoción de sedimentos, incrementa la turbidez en el medio, pudiendo causar serios problemas en el sistema.

En el Lago de Chapala se reporta la presencia de: *Cyprinus carpio*, *C. c. rubrofusus*, *C. c. specularis* y *Carassius auratus*; sin embargo, la presencia de la carpa común es predominante. Para esta carpa, Osuna *et al.* (2010) obtuvieron los siguientes parámetros poblacionales: la captura se basa en las tallas de 16.0 cm a 48.0 cm de longitud patrón, con un peso entre 129.5 g y 2.205 kg, por lo que al aplicar el modelo de crecimiento se obtuvo una $L_{\infty} = 45.8$ cm L_p , la tasa de crecimiento fue de 0.26 año^{-1} y la talla de primera captura utilizando ambos sexos es de 22.7 cm de longitud patrón.

La población de carpa presentó una mortalidad natural $M = 0.62$, una mortalidad total $Z = 0.96$ y una mortalidad por pesca $F = 0.34$. Por lo que la tasa de explotación es $E = 0.35$ e indica que el recurso está debajo de los niveles óptimos de explotación.

La pesquería de carpa está registrando un rendimiento por recluta de 171.0 g, con una edad de primera captura de 2.1 años.

Chirostoma spp. charal



El charal es un pez pequeño (de 6 cm a 12 cm), delgado, comprimido lateralmente, cubierto de escamas, con una banda plateada en los flancos; cabeza larga y aplanada, hocico romo, boca chica con dientes y protráctil, labios gruesos, 17 branquiespinas; tiene dos aletas dorsales. Los adultos son zooplancófagos, forman grupos con decenas de individuos, no tiene instintos paternos, es ovíparo de fecundación externa, su época de desove es en primavera.

Se le encuentra en las aguas lénticas del altiplano mexicano, como son Laguna de Yuriria, Lago de Pátzcuaro, Lago Cuitzeo, Lago de Zirahuén, Lago de Chapala, entre otros. Además, se ha introducido en cientos de cuerpos de agua dulce del país. Es un pez propio de aguas lénticas, semi-cálidas, tolera ciertos grados de turbiedad, aguas duras y con pH de 7.2 a 8.2 con 4 cc a 8 cc de oxígeno por litro.

Los charales adultos y maduros sexualmente se retiran de las áreas tróficas y se reúnen en unidades reproductivas formadas por dos a tres hembras y de cinco a ocho machos, y pueden ser por decenas o centenas. Las áreas de desove tienen piedras cubiertas por algas filamentosas, que después del desove y la eyaculación quedan cubiertas de huevos. A una temperatura de 24 °C, la incubación dura 72 h y la bolsa vitelina se reabsorbe en tres a cinco días. El huevo es fijo, esférico amarillo, mide 1 mm, tiene filamentos interovulares. Una hembra promedio pone alrededor de 600 huevos.

En sus primeras etapas de desarrollo se alimenta con los organismos más pequeños que forman el zooplancton, y según van creciendo el tamaño de los organismos que captura es mayor, por ejemplo: copépodos, protozoarios, rotíferos, larvas de insecto, etc. El charal adulto se puede

considerar como carnívoro primario zooplanctófago. Es depredado por el pescado blanco y otros peces ictiófagos.



En el Lago de Chapala se tienen registradas cinco especies de charal: *Chirostoma chapalae*, *C. labarcae*, *C. arge*, *C. jordani* y *C. consocium*; sin embargo, ante la dificultad de identificarlos a simple vista, las evaluaciones se realizan grupalmente, de ahí que Osuna *et al.* (2010) determinaron que la captura de charal se basa en las tallas de 5.0 cm a 10.0 cm de longitud patrón, con un peso entre 1.2 g y 10.8 g. La relación longitud-peso indica que esta especie tiene un crecimiento alométrico. El charal se reproduce prácticamente todo el año, 50% de la frecuencia acumulada muestra que la talla de primera captura es de 6.7 cm Lp.

La tasa de crecimiento del charal en el Lago de Chapala es de $k = 0.46$ año⁻¹, alcanzando una longitud máxima $L_{\infty} = 14.35$ cm Lp. La población de charal presentó una mortalidad natural $M = 1.12$, una mortalidad total $Z = 3.26$ y una mortalidad por pesca $F = 2.13$, por lo que la tasa de explotación resultante es $E = 0.65$ e indica que el recurso se encuentra por encima de los niveles óptimos de explotación. De acuerdo con el modelo de rendimiento (B-H), la pesquería de charal está registrando un rendimiento por recluta de 1.57 g, con una edad de primera captura de 0.93 años.

Ictalurus spp. bagre

La cabeza presenta ocho barbillones, dos nasales, dos maxilares, y otros cuatro en la barbilla; piel desnuda sin escamas; tienen una espina en la parte anterior de las aletas dorsal y pectorales, la dorsal con unos seis radios blandos; no tienen dientes en el palatino. Se distribuyen en ríos y lagos de América del Norte, desde el sur de Canadá hasta Guatemala.

Ictalurus dugesii



Tomada de: <http://www.planetcatfish.com/forum/viewtopic.php?f=10&t=11542&sid=bbd3521462abc3db8deefd6f2895b465>

Ictalurus punctatus



Tomada de: <http://fish.dnr.cornell.edu/nyfish/Ictaluridae/channelcatfish.html>

El bagre es más activo en las horas nocturnas y habita en aguas muy lén-ticas y pozas profundas; sin embargo, el bagre de canal (*I. punctatus*) pre-fiere las corrientes. Los bagres son omnívoros y se alimentan con insectos, peces y algunos vegetales del fondo.

En el Lago de Chapala están presentes dos especies: el bagre del Lerma (*I. dugesii*) y el bagre de canal (*I. punctatus*), especie introducida. En el lago se capturan de diferentes tallas, siendo las más frecuentes entre 17.5 cm y 24.5 cm Lp, con peso entre 94.0 g y 244.0 g, pero en el lago se han captu-rado organismos que superan los 48.0 cm Lp y 2 300 g de peso.

Situación actual de los recursos pesqueros

Capturas históricas

En los últimos años, el aumento en el esfuerzo pesquero ha generado problemas de sobreexplotación y, por consiguiente, se han reducido los

volúmenes de captura; en los años 2010 y 2011 se observó un marcado decremento en los niveles de captura (Fig. 2), decayendo de casi 16 000 t en 2009, a aproximadamente 8 000 t en 2010 y menos de 4 000 t en 2011.

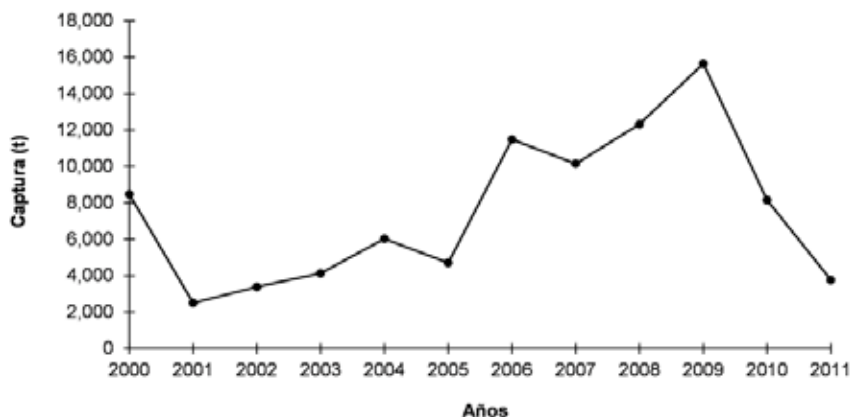


FIG. 2. Producción pesquera en el Lago de Chapala, Michoacán-Jalisco.

Empero, se debe considerar que existe un subregistro de aproximadamente 70%, por lo que ese decremento no debe de ser tan marcado. La tilapia (*Oreochromis spp.*) es la principal especie sujeta a explotación, seguida de la carpa y el charal.

Esfuerzo pesquero

El esfuerzo en pescadores y de artes de pesca ha ido en constante crecimiento; así, en 1982 se registraron 4 600 redes operando en el lago, para 1998 se estimaron aproximadamente 37 000 artes de pesca, y ya para el año 2006 se calcula la existencia de $80\,600 \pm 1\,038$ artes de pesca en ambas entidades federativas. Este factor ha provocado que la tasa de captura vaya en disminución, pues ya se rebasó el rendimiento óptimo que se puede obtener de este lago. Por medio de cálculos realizados por Hernández *et al.* (2005) se determinó que el esfuerzo óptimo al RMS es de 27 000 artes de pesca.

De acuerdo con los registros oficiales de la CONAPESCA, y con el trabajo realizado por Hernández *et al.* (2005), el recurso del Lago de Chapala es

explotado por 1 803 pescadores de ambas entidades federativas (1 327 de Jalisco y 476 de Michoacán), repartidos en 81 figuras asociativas, distribuidas en 30 localidades de 12 municipios y dos entidades federativas. Los pescadores de Jalisco registran en sus permisos de pesca 37 485 artes de pesca (53.5%), mientras que los de Michoacán tienen 32 742 (46.5%). Todos cuentan con su Registro Nacional de Pesca (RNP), además de los de pesca comercial para embarcaciones menores y los de pesca de escama. Estos datos corresponden al último registro del RNP del año 2004 (Meléndez *et al.*, 2012).

Embarcaciones

En este lago hay 1 458 embarcaciones menores registradas, sin cubierta corrida, con o sin motor fuera de borda, de fibra de vidrio, madera, lámina con madera y con una longitud muy variable que va de 3.5 m a 6.0 m de eslora y de 1.2 m a 1.5 m de manga.

Artes y métodos de pesca autorizados

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-032-PESC-2003) sobre la Pesca responsable en el Lago de Chapala, se encuentran autorizados los siguientes artes de pesca para cada una de las especies explotadas:

Captura de tilapia y carpa

- *Red agallera.* Arte de pesca pasivo que se caracteriza por ser altamente selectivo; las redes autorizadas están construidas de hilo monofilamento o multifilamento de cualquier tipo de poliamida, con diámetro máximo de hilo de 0.3 mm, luz de malla mínima de 82.5 mm (3.25 plg), longitud máxima de 40 m, caída o altura máxima de 3.5 m, caída o altura mínima de 2.0 m y un encabalgado de entre 30% y 40%. Para operar las redes agalleras, éstas se tienden en el agua y se fijan de forma que se extiendan lo suficiente para que se puedan operar y se enmallen los peces con las medidas reglamentarias según la luz de malla utilizada. Las redes son colocadas en las áreas seleccionadas por los pescadores según su criterio y su experiencia. Las redes operan día y noche casi todo el año y sólo se sacan para lavar.

- *Palangre, cimbras o líneas con anzuelos.* Con una longitud máxima de 200 m de línea madre y un máximo de 100 reinales e igual cantidad de anzuelos.
- *Red mangueadora.* Construida de hilo monofilamento y/o multifilamento de nailon o cualquier otro tipo de poliamida, con luz de malla mínima de 7.62 cm (3 plg) en matadero y de 7.62 cm (3 plg) en el cuerpo de la red; longitud máxima de 250 m y caída o altura máxima de 4 metros.
- Para la carpa podrán utilizarse, además, trampas o nasas artesanales de forma ovoidal, construidas de material vegetal o estructura rígida y paño de nailon o cualquier otra poliamida.

Captura de bagre

- *Trampas o nasas de forma ovoidal,* de estructura rígida y forradas con paño de nailon o cualquier otra poliamida.
- *Palangres, cimbras o líneas con anzuelos,* con una longitud máxima de 200 m de línea madre, un máximo de 100 reinales e igual cantidad de anzuelos.

Captura de charal y pescado blanco

- *Red mangueadora* construida de hilo monofilamento y/o multifilamento de nailon o cualquier otro tipo de poliamida, con luz de malla mínima de 15 mm (0.6 plg) en matadero y de 51 mm (2 plg) en el cuerpo de la red; longitud máxima de 250 m y caída o altura máxima de 4 metros.

Captura de charal

Además de la red mangueadora, cuyas especificaciones técnicas se indican en párrafos anteriores, también se autorizan otros equipos de pesca:

- *Nasa o trampa charalera,* de estructura rígida, forrada de malla de nailon, poliamida o polietileno, monofilamento o multifilamento, con luz de malla mínima de 10 mm (0.4 plg).
- *Atarraya charalera,* con una luz de malla mínima de 10 mm. Para su uso exclusivo en los ranchos charaleros.

- *Red de cuchara*, con diámetro de 0.5 m y luz de malla de 15 mm. Para uso exclusivo en los ranchos charaleros.
- *Cunas charaleras*, de 0.7 x 1.4 m, con bolsa de 1.4 m de profundidad, para uso exclusivo en ranchos charaleros temporales interiores.

Reglamentación vigente

Actualmente, en el Lago de Chapala existe una Norma Oficial Mexicana (DOF, 2004) como medida regulatoria dirigida a las especies objetivo de la pesca comercial, así como aquellas de aplicación general en el sentido del uso reglamentario de la luz o el tamaño de malla de la red y la prohibición de algunos artes o métodos de pesca (por ejemplo, la atarraya, el motoreo y apaleo), estas medidas no han tenido éxito de aplicación en algunas zonas de pesca debido posiblemente a la falta de recursos humanos que hagan valer el reglamento para el embalse, por lo que para llegar a un establecimiento de esquema de manejo es necesario poner en práctica los objetivos de la NOM-032-PESC-2003 (DOF, 2004). Por otro lado están las demandas del sector pesquero, en los últimos años, de incluir en las organizaciones pesqueras a los pescadores libres para que tengan la misma igualdad de derechos y obligaciones.

La falta de inspección y vigilancia es otro de los factores importantes que hace necesario establecer un programa sobre revisión de artes de pesca (cantidad de redes que debe trabajar el pescador, establecer la luz de malla permitida), establecer los horarios en que deben permanecer las redes en el agua trabajando, así como la longitud media de primera captura de los organismos capturados.

En general, la pesca en el Lago de Chapala no cuenta con infraestructura sofisticada. Las embarcaciones pueden avituallarse y desembarcarse desde casi cualquier lugar. La captura comercial se realiza en embarcaciones menores de 6.0 m de eslora que no cuentan con hieleras donde puedan almacenar el producto por varias horas.

También es necesaria la impartición de talleres a pescadores y fileteadoras sobre normatividad sanitaria, ya que en algunos casos no siguen normas de higiene, trabajan el producto al aire libre sin ningún control o protección contra las moscas, el producto fileteado es expuesto por varias

horas a la intemperie pues no hay un establecimiento adecuado con planchas de cemento y sin problemas de contaminación.

Presa José Ma. Morelos “La Villita”, Michoacán y Guerrero

Ezequiel Arredondo-Vargas
Claudio Osuna-Paredes
Carlos Meléndez-Galicia
Claudia de Jesús-Avendaño
Daniel Hernández-Montaña

La presa José Ma. Morelos “La Villita” se caracteriza porque su uso principal es la generación de energía eléctrica, tiene una central hidroeléctrica capaz de generar 300 megawatts, además de que de sus aguas dependen más de 400 pescadores distribuidos en su ribera, de Michoacán y Guerrero. La presa, al igual que la mayoría de los cuerpos de agua del país, presenta graves problemas que inciden en la actividad pesquera, como son la sobreexplotación generada por el aumento en el esfuerzo pesquero y el uso de artes de pesca indebidos; asimismo, la pesca se ha visto afectada por la proliferación de la especie invasiva llamada pez diablo o plecos en toda la cuenca del río Balsas y que ha mermado las capturas comerciales en casi 80 por ciento.

La presa La Villita se terminó de construir en 1968. Tiene siete compuertas radiales, con dimensiones de 14 m x 10.50 m cada una. Se construyó con el propósito de generar y proporcionar energía a la vez que abastecer con riego las tierras de cultivo de la zona. La presa tiene una capacidad

de azolve de 330 Mm³; se ubica entre la Sierra Madre Sur y el Cinturón Volcánico Transmexicano.

La cortina es de corazón impermeable, central angosto y simétrico, provisto en ambos lados de filtros de arena, zonas de transición de grava y arena, con respaldos permeables formados con entroncamientos; los paramentos inferiores están protegidos contra el oleaje y la erosión con chapas de roca. Tiene una pantalla de concreto de tipo ICOS, para interceptar los acarreos permeables y profundos de grava y arena del relleno del cauce.

El acceso a la presa se logra partiendo de Uruapan, Michoacán, por la carretera federal 120, rumbo a Apatzingán. Después de un recorrido de 58 km se llega al cruce conocido como “Cuatro Caminos”, de donde se continúa por la carretera 37 que conduce a Playa Azul (Fig. 1). Después de recorrer 195 km se llega a La Mira, por la desviación a la izquierda, tras un recorrido de 18 km más, se llega a la cortina de la presa (CONAGUA, 1994).

Características limnológicas

Las características físico-químicas del agua de la presa La Villita indican que se trata de un cuerpo de agua con condiciones ambientales bastante aceptables, en donde no hay evidencias de algún problema grave de contaminación.

La transparencia del agua está por encima de 1.50 m y en época de lluvias puede rebasar 2.0 m debido a la entrada de aguas más diluidas, la clasificación de Vollenweider (1983) propone valores promedio de 3.6 m para cuerpos de agua mesotróficos; sin embargo, es claro que la baja transparencia no está determinada por el incremento en la productividad y sí por la entrada de terrígenos provenientes de la cuenca.

Temperatura

La temperatura promedio anual de 29.5 °C permite clasificar al embalse como un cuerpo de agua cálido y, de acuerdo con los patrones de circulación observados con los perfiles de temperatura y oxígeno como polimítico cálido continuo, esto significa que debido a que la masa de agua está en circulación constante a lo largo del año, se encuentra bien mezclada en todos los estratos.

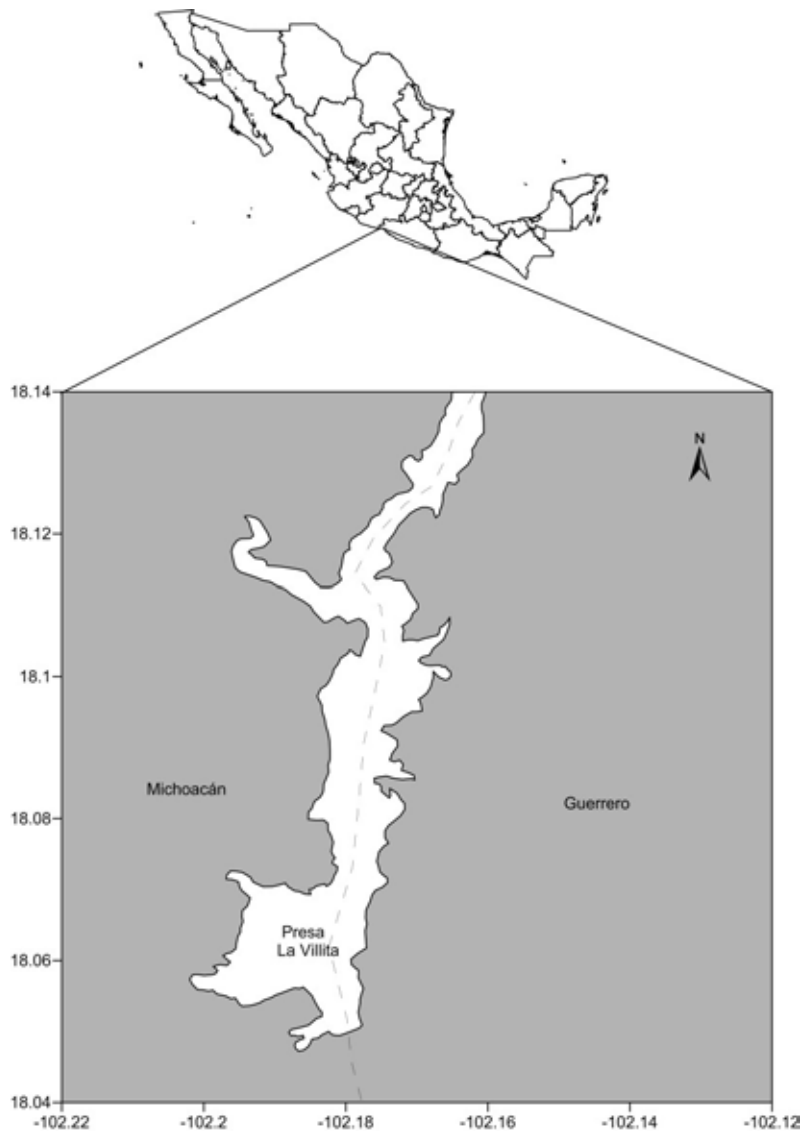


FIG. 1. Localización geográfica de la Presa José María Morelos “La Villita”, Michoacán-Guerrero.

Oxígeno

Debido a la circulación de agua generada por la temperatura, toda la columna tiene buena oxigenación y solamente en la zona más profunda se pueden encontrar valores bajos de oxígeno relativamente notorios; esto indica que hay una acumulación de materia orgánica proveniente de la corriente del Balsas y de la cuenca de drenaje, así como de la vegetación circundante, y que debido a su conformación morfométrica se distribuye en el fondo. En esta zona se generan procesos oxidativos que conllevan una demanda de oxígeno y disminuyen los valores de pH por la generación de CO₂ (Vallentyne, 1978; Wetzel, 1983; Andrews *et al.*, 1986); sin embargo, esta carga no es significativa y el abatimiento de oxígeno no es importante, además de que la constante circulación contribuye a mantener oxigenada esta zona y por ello no presenta problemas de abatimiento de este elemento.

La cantidad de compuestos iónicos varía de acuerdo con la temporada de secas o lluvias, lo que se refleja en los valores de alcalinidad, dureza y conductividad encontrados.

Las concentraciones de alcalinidad y dureza total son altas cuando la profundidad media es menor y la entrada de agua es limitada; sin embargo, al incrementarse esta entrada, las concentraciones aumentan, lo anterior se debe a que el agua que entra está más concentrada iónicamente, por lo que se va incrementando a lo largo de la temporada de lluvias, esto hace suponer que el río Balsas lleva mayor carga de sólidos disueltos, de acuerdo con esto, se define la presa como un cuerpo de agua moderadamente alcalino. En cuanto a la dureza, según la clasificación propuesta por Sawyer y McCarty (1978), las aguas pueden clasificarse como duras y, con el mismo comportamiento que el de la alcalinidad, esta característica se incrementa en la época de lluvias.

Nitrógeno

Entre los compuestos nitrogenados, el que se encuentra en mayores concentraciones es el amonio, aunque solamente durante los meses de abril y noviembre. También hay que considerar que este compuesto es el principal producto final de la descomposición de la materia orgánica realizada por las bacterias heterótrofas, aunque en la degradación se van formando

compuestos nitrogenados intermedios, que raramente se acumulan, sino que son rápidamente desaminados por las bacterias, lo que explica los bajos niveles de nitrito y nitrato encontrados.

Como ya se mencionó, una entrada de materia orgánica origina procesos de descomposición, por consiguiente, hay una liberación de amonio, que contribuye a aumentar sus niveles; sin embargo, la mayor parte del año las concentraciones no son muy elevadas.

Fósforo

Con respecto a los compuestos fosforados, el ortofosfato disuelto presenta valores bajos en toda la presa durante todo el ciclo anual, por lo que las concentraciones de clorofila *a* también son bajas, de modo que en biomasa el embalse es muy poco productivo. Según los criterios establecidos por Vollenweider (1983), se podría clasificar el embalse como mesotrófico cuando los valores de fósforo total están entre 0.010 mg/l y 0.030 mg/l, condición presente en la presa, lo que se corrobora con los valores de clorofila *a* que están dentro de los valores mesotróficos, ya que el promedio mensual casi siempre es inferior a 10.0 mg/m³.

Las bajas concentraciones de fósforo que se encuentran dentro de la presa permiten considerar este elemento como el principal factor limitante de la productividad, pero también hay que considerar el nitrógeno, ya que tampoco sus concentraciones pueden considerarse como altas. De acuerdo con Wetzel (1983), el fósforo es el factor limitante por excelencia en la mayoría de los lagos, pero cuando esto se supera con aguas con altas proporciones de este elemento, se puede producir un aumento continuo de la fotosíntesis hasta que el siguiente anión, el nitrógeno, llega a ser limitante; en conclusión, el contenido de nutrimentos en la laguna es limitado y esto se refleja en la productividad inferida de la biomasa fitoplanctónica.

Características taxonómicas y biológicas de los recursos pesqueros

Se determinó la existencia de una comunidad constituida por:

Crustáceos

Familia

Macrobrachium americanum Bate langostino de río

Peces

Familia Characidae

Astyanax fasciatus (Cuvier) pepesca

Familia Cyprinidae

Hybopsis boucardi (Günther) carpa del Balsas

Cyprinus carpio (Linnaeus) carpa común

Ctenopharyngodon idella (Valenciennes) carpa herbívora

Hypophthalmichthys molitrix (Valenciennes) carpa plateada

Familia Ictaluridae

Ictalurus balsanus (Jordan y Snyder) bagre del Balsas

Familia Atherinopsidae

Atherinella balsana (Meek) plateadito del Balsas

Familia Poeciliidae

Poeciliopsis balsas Hubbs guatopote del Balsas

Xiphophorus helleri Heckel cola de espada

Familia Goodeidae

Ilyodon whitei (Meek) mexcalpique del Balsas

Familia Cichlidae

Cichlasoma istlanum (Jordan y Snyder) mojarra del Balsas

Oreochromis aureus (Steindachner) tilapia

Oreochromis mossambicus (Peters) tilapia

La pesca comercial es de tipo multiespecífico y se basa en ocho especies de peces, de las cuales sólo tres son nativas (Tabla 1):

TABLA 1
Especies nativas e introducidas de la pesca comercial de la presa
La Villita, Michoacán-Guerrero.

Nombre común	Nombre científico	Origen
tilapia	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida
tilapia	<i>O. mossambicus</i>	Introducida
mojarra del Balsas	<i>Cichlasoma istlanum</i>	Nativa
carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Introducida
carpa hervibora	<i>Ctenopharyngodon Idella</i>	Introducida
carpa plateada	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Introducida
carpa del Balsas	<i>Hybopsis boucardi</i>	Nativa
bagre del Balsas	<i>Ictalurus balsanus</i>	Nativa
langostino de río	<i>Macrobrachium americanum</i>	Nativa

Oreochromis spp. tilapia



Especie originaria de África. Su cuerpo es comprimido lateralmente y completamente cubierto de escamas. Se distribuye en diversos hábitats como: arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y profundos o con rápidos, lagos profundos, lagos pantanosos, lagunas dulces, salobres o saladas, alcalinas, estuarios y lagunas costeras. Tiene la posibilidad de adaptarse a las aguas salobres y en algunas ocasiones puede llegar a vivir en agua marina, lo que es una gran ventaja para su cultivo. También

soporta cambios de temperatura; esencialmente vive en aguas de zonas bajas tropicales con temperaturas entre 20 °C y 25 °C, se pueden cultivar en temperaturas bajas, entre los 10 °C y 15 °C.

La reproducción en las tilapias no representa problemas, pues pueden tener varias generaciones durante el año, y el cultivador obtiene sus peces sin necesidad de habilidades especiales y tecnologías muy avanzadas. Lo único que se debe cuidar durante el crecimiento es la cantidad de espacio y alimento por individuo para evitar el enanismo. Es importante considerar de qué está construido el fondo, debido a que el macho cava hoyos donde las hembras depositan sus huevos y él los fertiliza; estos hoyos pueden complicar la recolección de individuos. Todas las tilapias tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros, a diferencia de otros peces que se alimentan o bien de pequeños invertebrados o son piscívoros.



En la presa La Villita sobresale la especie *Oreochromis aureus* como el componente fundamental en la captura, ya que constituye 95% de la producción, por lo que la evaluación se dirigió específicamente a esta especie, si bien hay *O. mossambicus* pero en poca cantidad.

Osuna *et al.* (2010) obtuvieron lo siguiente: la captura se basa en las tallas de 15.0 cm a 27.5 cm de longitud patrón, con un peso entre 125.0 g y 605.7 g. La población de tilapia presenta una relación alométrica.

En esta presa, la tilapia se reproduce prácticamente todo el año con un pico reproductivo en el mes de noviembre.

La talla de primera captura en 50% de la frecuencia acumulada es de 18.58 cm Lp y la de primer reclutamiento de 17.65 cm. La tasa de crecimiento $k = 0.46 \text{ año}^{-1}$, alcanzando una longitud máxima $L_{\infty} = 35.5 \text{ cm Lp}$.

La población de tilapia presenta una mortalidad natural $M = 1.02$, una mortalidad total $Z = 3.38$ y una mortalidad por pesca $F = 2.36$, por lo que la tasa de explotación es $E = 0.70$ e indica que el recurso ha rebasado los niveles óptimos de explotación.

De acuerdo con el modelo de rendimiento (B-H), la pesquería de tilapia está registrando un rendimiento por recluta de 584.0 g, con una edad de primera captura de 1.27 años.

Otras especies explotadas

Cyprinus carpio carpa común



Foto tomada de: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cyprinus_carpio.jpeg

El cuerpo es robusto, poco comprimido y ligeramente curvado en el vientre. Cubierto por escamas gruesas, aleta dorsal y anal con espina aserrada en la parte anterior (característica de esta especie); por lo general barbas presentes, dientes faríngeos. Alcanza 60 cm y un peso de 9 kg. La carpa presenta un color verdoso oliva en su dorso y vientre blanco-amarillento.

Es una especie originaria de Asia, introducida en el siglo XI y XII en Europa. Alrededor del año 1831, los inmigrantes llegados a Estados Unidos la introdujeron en el río Hudson. En México las referencias de introducción de la especie para acuicultura datan de la década de 1960, proveniente de Brasil. Es un pez de aguas templadas, que alcanza su madurez

sexual entre los 18 meses y los dos años de vida dependiendo de la temperatura de la región; es un desovador parcial, con dos o tres desoves con intervalos de 14 días. Tiene una fecundidad relativa de 100 000 huevos a 300 000 huevos por kilogramo de peso, si bien hay reportes de hembras con fecundidad de 400 000 huevos a 600 000 huevos por individuo.

Es un pez omnívoro con predominancia bentófaga. Por su forma de alimentación, basada en la remoción de sedimentos, incrementa la turbidez en el medio, pudiendo causar serios problemas en el sistema.

En la presa La Villita además de la carpa común (*Cyprinus carpio*), se reporta la presencia de otras tres especies de la familia Cyprinidae: la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y la carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), todas ellas especies introducidas, y la carpa nativa del Balsas (*Hybopsis boucardi*).

Sin embargo, la carpa común es la especie que compone casi la totalidad de las capturas de carpa en el embalse. Se captura de diferentes tallas, entre 25 cm y 40 cm de Lp, con peso que va de 450 g a 1.200 kg, pero en el presa se han capturados organismos que superan los 44 cm Lp y los 2.0 kg de peso.

Ictalurus balsanus bagre del Balsas



Fotografía de: Topiltzin Contreras MacBeath.

El bagre del Balsas es similar al bagre de canal (*I. punctatus*), salvo por la presencia en aquél, de una extensión hacia atrás de la mandíbula premaxilar.

Se distribuye en la cuenca del río Balsas en la vertiente del Pacífico mexicano. Es el único bagre registrado en las aguas profundas y claras del río Balsas y sus afluentes principales. Los bagres son omnívoros y se alimentan de insectos pero también de otros peces y anfibios.

En la presa La Villita se capturan organismos de diferentes tallas, de 24.5 cm a 43.5 cm Lp, con peso entre 131.0 g a 932.0 g, la talla promedio en que se captura es de 31.3 cm Lp, con un peso promedio de 293.3 gramos.

Macrobrachium americanum langostino de río



Tomado de: <http://krasotariy.zagrebniy.ru/catalog/15-7>

Es uno de los langostinos más apreciados del género *Macrobrachium*, debido a que alcanza mayor tamaño en estado adulto, variando en los machos de 5.7 cm a 23.0 cm de longitud y en las hembras ovígeras entre 5.7 cm y 18.0 cm. Son langostinos de cefalotórax y abdomen robustos; el primero ligeramente menor de un tercio de la longitud total, con el segundo par de pereiópodos muy desarrollados.

Se distribuye en la vertiente del océano Pacífico, desde México hasta Perú. Es dulceacuícola, aunque al igual que otros miembros del género, se pueden encontrar individuos juveniles en aguas salobres, ya que resisten más la alta salinidad que las formas maduras. La época de reproducción tiene lugar entre los meses de junio y septiembre, y algunas veces se prolonga hasta octubre; las hembras llevan los huevos adheridos por medio de secreciones de las glándulas de cemento localizadas en la base de los pleópodos y urópodos, a las formaciones pilosas de los primeros, que en esta época se encuentran muy desarrolladas. El número de huevos oscila entre 200 000 y 500 000, según el tamaño de la hembra, y miden alrededor de 0.44 mm a 0.67 milímetros.

Son omnívoros, aunque prefieren principalmente alimentarse de formas animales, como pequeñas larvas de otros crustáceos, peces de los llamados forrajeros, organismos en descomposición y carne seca.

En la presa se capturan organismos de entre 12.0 cm y 23.0 centímetros.

Situación actual de los recursos pesqueros

Comportamiento de la captura

Los registros de producción total disponibles datan de 1983, año en el que se contabilizaron 925 t; posteriormente esta producción desciende a 526 t en 1984, después de 1985 a 1987 presenta un ligero ascenso, que disminuye en 1988 a 627 t; en 1988 se registró la mayor captura con 1 105 t, que fue disminuyendo en años posteriores hasta tener una producción de sólo 214 t en el año 1993, en 1997 esta producción ascendió a 758 t y después se inició un descenso, hasta que en 2001 únicamente se capturaron 147 t. A partir de entonces se observó un incremento en los años posteriores hasta llegar a un pico de 465 t; durante los siguientes tres años, la producción ha venido decreciendo paulatinamente: en el 2011 se tiene un registro de 137.5 t (Fig. 2).

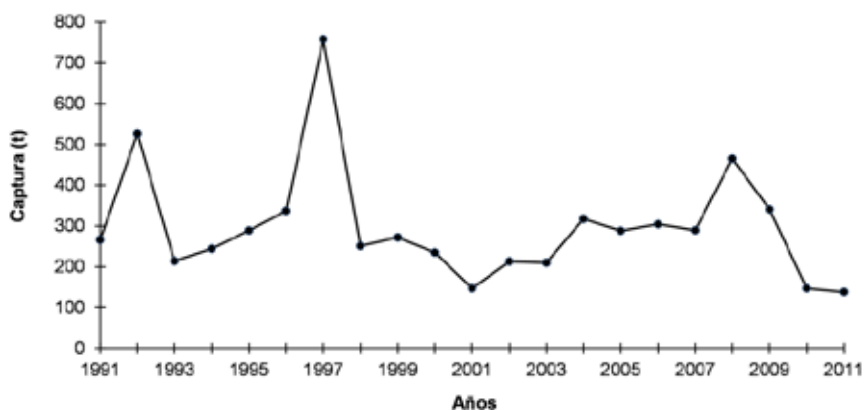


FIG. 2. Producción pesquera en la Presa José Ma. Morelos “La Villita”, Michocán y Guerrero.

Esfuerzo pesquero

Los pescadores están organizados en sociedades cooperativas de producción pesquera, un Grupo Solidario y Mancomunado y una Sociedad de Solidaridad Social, reconociendo a la Asamblea General como el máximo órgano de gobierno. En el embalse hay un total de 415 pescadores en diez organizaciones pesqueras; Michoacán tiene registrados oficialmente 93

pescadores en tres figuras asociativas y Guerrero tiene registrados 322 pescadores en siete figuras asociativas.

Oficialmente operan 1 074 artes de pesca y 68 embarcaciones. En la parte de Michoacán se usan 40 embarcaciones y 898 redes agalleras con aberturas de malla de 88.9 mm (3.5 plg). En la parte de Guerrero se utilizan 28 embarcaciones y 176 artes de pesca con aberturas de malla de entre 35 mm a 88.9 mm (1.25 plg a 3.5 plg) de abertura de malla (Subdelegación de Pesca, 2002).

Problemática pesquera

La mayoría de los pescadores reporta que las capturas obtenidas a lo largo del tiempo han decaído; hace aproximadamente cuatro años, el promedio por jornada era de 20 kg de carpa, de 8 kg a 12 kg de cuatete y hasta 60 kg de tilapia, en la actualidad obtienen un promedio diario de 3 kg de carpa y 20 kg de tilapia.

Como causas probables de esta disminución, los pescadores de la presa La Villita señalan, principalmente, el aumento en el número de pescadores (41%), en segundo término (23%), la contaminación del embalse y, tercero, el incremento indiscriminado de la población del pez diablo con 16%, que se ha convertido en una plaga en la presa; por último, señalan la falta de siembras y el arte de pesca utilizado, ya que la luz de malla de 3.5 plg no es respetada por varios de los integrantes de las cooperativas.

En el proyecto de Norma (PROY-NOM-052-PESC-2006) se señala que de acuerdo con los datos de producción de tilapia con respecto a la del langostino y el bagre, se observa un marcado crecimiento en la producción de tilapia, y un descenso en la producción de bagre y langostino, lo que origina un desplazamiento en los volúmenes de producción de las especies nativas que coinciden con un aumento en la producción de las especies exóticas.

También se indica que la tecnología para el aprovechamiento pesquero en la presa ha cambiado significativamente durante los últimos 40 años. Este cambio se presenta a partir de que la pesca de río o agua en movimiento se convierte en pesca de embalse de sistema lacustre; posteriormente, la introducción de diversas especies exóticas como las carpas y luego la tilapia, comenzó a sustituir a las especies nativas. Asimismo,

influyó la adopción de embarcaciones de fibra de vidrio equipadas, en su mayor parte, con motor fuera de borda.

Reglamentación vigente

En la presa La Villita sólo existe un proyecto de Norma (PROY-NOM-052-PESC-2006) con las especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros, pero no se ha publicado, por lo que la regulación de la actividad pesquera se realiza de acuerdo con los lineamientos establecidos por la CONAPESCA.

Entre las propuestas principales contenidas en este proyecto de norma están las siguientes:

Los artes o equipos para pesca comercial con embarcaciones menores que se autorizan son: para las especies de peces: redes de enmalle construidas de hilo monofilamento o multifilamento de nailon o cualquier otro tipo de poliamida, con una luz de malla mínima de 102 mm (4 plg), longitud máxima de 65 m, caída o altura máxima de 2.5 m. Cada pescador podrá utilizar un máximo de tres redes con las especificaciones señaladas. En ningún caso podrán realizarse actividades de pesca empleando modalidades conocidas como “apaleo”, “arponeo” y “motoreo”. Los productos pesqueros capturados deberán destinarse para el consumo directo de quien los pesque y de sus familiares, y no podrán comercializarse. Podrán efectuar la captura los habitantes residentes en las comunidades ribereñas al embalse. Sólo podrán utilizarse como equipos para este tipo de pesca, aquellos que pueda usar individualmente el pescador. Se establece una cuota de captura para la pesca de consumo doméstico de 3 kg por pescador. La Secretaría, a través de la CONAPESCA, establecerá los niveles de esfuerzo permisibles, así como el límite de captura o las cuotas anuales a partir de las evaluaciones que se lleven a cabo sobre el desarrollo de las pesquerías.

Presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero

Carlos Meléndez-Galicia
Andrés Arellano-Torres
Ezequiel Arredondo-Vargas
Claudio Osuna-Paredes
Daniel Hernández-Montaña

La presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo” fue construida por la Secretaría de Recursos Hidráulicos entre 1962 y 1963, y llenada el 15 de junio de 1964. Esta obra forma parte del sistema hidroeléctrico de la cuenca del río Balsas, que incluye aguas arriba a la presa “El Caracol”, y en las proximidades de la desembocadura del río Balsas, a la presa “La Villita”. La cuenca se ubica en los límites de los estados de Michoacán y Guerrero, abarcando los municipios de Arteaga, La Huacana, y Churumuco en Michoacán y Coahuayutla en Guerrero. Sus coordenadas son 18° 52' 00" a 18° 15' 00" N y de 101° 54' 00" a 102° 55' 00" O; su longitud máxima es de 120 km (Juárez, 1989). Cuenta con una superficie ligeramente mayor a los 112 000 km², de los cuales 109 443.5 km² son drenados al embalse (Fig.1).

La presa El Infiernillo aloja a una gran diversidad de especies acuáticas. Los primeros estudios realizados se enfocaron a evaluar la calidad del agua y la pesquería en el embalse. Rosas (1976) señala que la

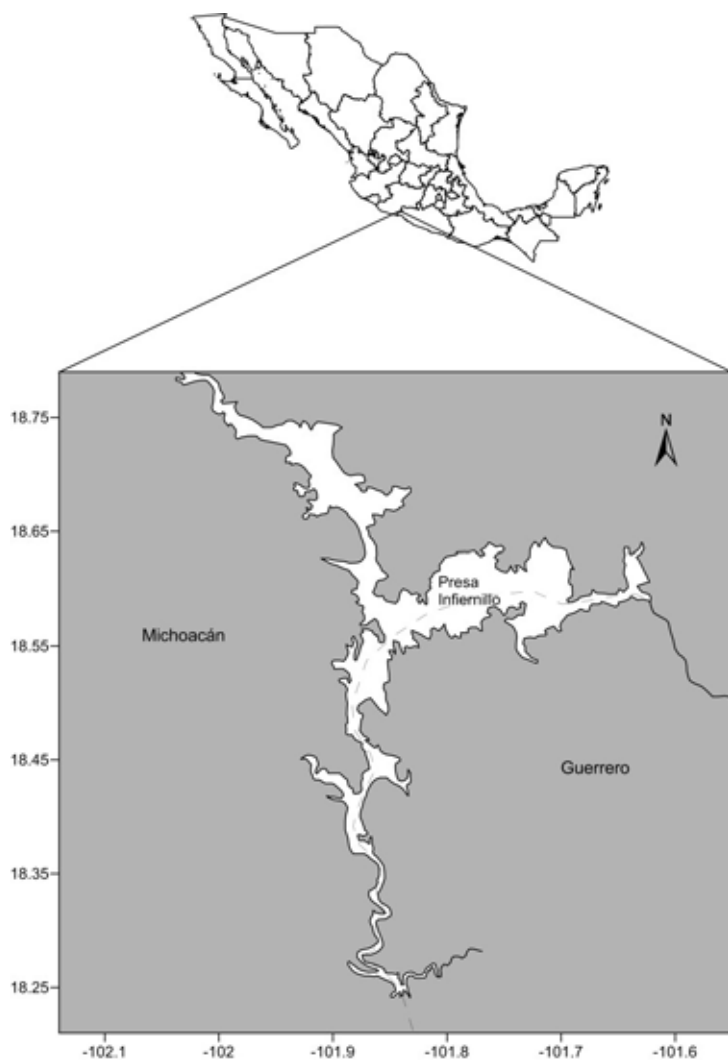


FIG. 1. Localización de la presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero.

explotación comercial de la tilapia en la presa El Infiernillo comenzó en 1970 con la integración de dos cooperativas de pescadores. En 1976, Cortés y Arredondo realizaron un estudio hidrológico en donde clasifican el embalse como mesotrófico con tendencia a la eutrofia, y definen tres áreas de acuerdo con el contenido en iones. En sus resultados señalan baja diversidad de fitoplancton y zooplancton y una pesquería de tilapia que

representaba 79% de la captura total, el restante 21% estaba integrado por carpa común, carpa herbívora y bagre.

Bernal (1984) hace la evaluación de algunos factores fisicoquímicos en seis estaciones de muestreo y da a conocer aspectos sobre la dinámica poblacional de la tilapia, mencionando su dominancia sobre las 14 especies ícticas del lugar; realiza una evaluación del crecimiento de la tilapia mediante un análisis de frecuencia de tallas y asigna una temporalidad de un año entre cada uno de los grupos de edad identificados. Los principales parámetros establecidos fueron $L_{\infty} = 41.9$ cm, $K = 0.11$ y $t_0 = 2.6$. Por otra parte, Bernal (1984) hizo algunas observaciones acerca de la factibilidad del cultivo del bagre.

Características limnológicas

La presa El Infiernillo, como todos los embalses de tipo cálido, es un cuerpo de agua cuya dinámica hidrológica está determinada por las temporadas de lluvia y secas que influyen directamente en las corrientes que conforman la presa y que condicionan sus características fisicoquímicas, así como el agua que se le extrae para la producción de energía eléctrica. De acuerdo con los niveles tomados por el Servicio Meteorológico de la Comisión Nacional del Agua, la presa pierde alrededor de 18 m en el mes donde sus niveles llegan al punto más bajo (julio) con 149.99 msnm, mientras que en noviembre presenta el mayor con 168.47 msnm.

Temperatura

La temperatura de la presa corresponde a un cuerpo de agua cálido (promedio anual de 29.15 °C), encontrándose la temperatura más alta en junio con 29.2 °C y la más baja en noviembre con 25.0 °C de promedio mensual, en la mayor parte del año las temperaturas son superiores a 30 °C en la superficie. Esta condición permite tener un crecimiento rápido de los organismos, además de que los pescadores reducen el tiempo entre el tendido de la red y la recolecta del producto, como una medida para evitar que la temperatura del agua afecte la calidad de los productos de la pesca.

Oxígeno

El contenido de oxígeno disuelto es alto en la superficie y se mantiene aceptable en toda la columna; la tasa de renovación es alta debido al movimiento horizontal provocado por las corrientes y no existe una acumulación de materia orgánica que provoque agotamiento de oxígeno disuelto (6.8 mg/l). Este mismo movimiento impide que se presente un periodo de estratificación por lo que la circulación es continua.

Potencial de hidrógeno (pH)

Los valores de pH se encontraron dentro de un intervalo muy homogéneo en toda la presa, cuyo índice está entre 7.61 y 7.7 de promedio anual. El comportamiento mensual en los meses de marzo a agosto fluctúa entre 7.2 y 7.8; posteriormente, en septiembre-noviembre los valores se incrementan ligeramente en toda la presa a 8.0 y 8.2, coincidiendo con la recuperación de la columna de agua a sus máximos niveles. Estos valores permanecen dentro del intervalo ideal para el desarrollo de la vida acuática.

Pigmentos fotosintéticos

La disponibilidad de fósforo en el embalse es abundante; sin embargo, la biomasa fitoplanctónica indicada en el contenido de clorofila *a* es baja. La concentración máxima se encontró en el río Balsas con 7.9 mg/m³ de promedio anual, el resto de las estaciones presentó valores más bajos. Los valores más altos se encontraron durante los meses de junio y noviembre con concentraciones de 22.4 mg/m³ y 15.0 mg/m³ en el río Balsas, mientras que en julio en el río Tepalcatepec fue de 13.8 mg/m³.

Características taxonómicas y biológicas de los recursos pesqueros

Familia Cyprinidae

<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus)	carpa común
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes)	carpa herbívora
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes)	carpa plateada

Familia Ictaluridae

Ictalurus balsanus (Jordan y Snyder)

bagre del Balsas

Ictalurus punctatus (Rafinesque)

bagre de canal

Familia Cichlidae

Cichlasoma istlanum (Jordan y Snyder)

mojarra del Balsas

Oreochromis aureus (Steindachner)

tilapia

Oreochromis niloticus (Linnaeus)

tilapia

Familia Loricariidae

Plecostomus spp.

pez diablo

Hypostomus spp.

pez diablo

Pterygoplichthys spp.

pez diablo

La ictiofauna de la presa El Infiernillo está representada por nueve especies, de las cuales dos son nativas y siete introducidas. Las especies que se capturan en la presa pertenecen a tres familias, que en orden de importancia son Cichlidae donde se encuentran las tilapias, Cyprinidae compuesta por las carpas, y la familia Ictaluridae representada por los bagres. La especie más abundante en los últimos años es la tilapia y representa 94.7% del total de la captura comercial (Tabla 1).

TABLA 1

Composición de la fauna ictiológica presente en la presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero

Especies		Origen/Fines	
Nombre común	Nombre científico		
bagre del Balsas	<i>Ictalurus balsanus</i>	Nativa	Pesca comercial
bagre canal	<i>Ictalurus punctatus</i>	Introducido	Pesca comercial
mojarra	<i>Cichlasoma istlanum</i>	Nativa	Consumo
tilapia	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida	Pesca comercial
tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>	Introducida	Pesca comercial
carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Introducida	Pesca comercial
carpa herbívora	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Introducida	Pesca comercial
carpa plateada	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Introducida	Pesca comercial
pez diablo	<i>Plecostomus</i> spp. <i>Hypostomus</i> spp. <i>Pterygoplichthys</i> spp.	Introducido	Sin valor

Familia Cichlidae

Las tilapias son especies exóticas originarias de África (SEPESCA, 1994). Fueron introducidas en México a partir de 1964, procedentes de Auburn, Alabama, EU (Morales *et al.*, 1988). La tilapia se encuentra ampliamente distribuida en el país principalmente en las zonas tropicales y de baja latitud en la mayor parte de las entidades costeras y en los estados interiores, sin que exista hasta el momento un criterio normativo para regular su disposición. Morales *et al.* (1988) consideran que la introducción de la tilapia en el centro del país no ha encontrado condiciones del todo propicias para su desarrollo, lo que ha sido particularmente evidente a elevaciones mayores a los 1 500 msnm en las que esta especie tiene menor rendimiento aunque, de acuerdo con Arredondo y Guzmán (1986), la tilapia soporta una de las mayores pesquerías de aguas continentales en México. Las tallas en sistemas abiertos varían, pero los organismos que se encuentran son de 23 cm en promedio, con un intervalo máximo de 32 cm a 35 cm y peso entre 300 g y más de 2.5 kg (Juárez, 1989).

Oreochromis aureus tilapia



Tomado de: <http://nas.er.usgs.gov/queries/SpeciesList.aspx?state=ID>

Es una especie de ambiente bentopelágico, dulceacuícola o salobre y se le encuentra en un intervalo de profundidad hasta de 5 m. Habita climas subtropicales, se desarrolla entre temperaturas de 8 °C a 30 °C y latitudes de 35° N a 10° N. Es nativa de África y Eurasia.

Forma cardúmenes y en algunas circunstancias es territorial. Habita en estanques de aguas cálidas así como en lagos y corrientes. Se reproduce

en aguas dulces y salobres donde construye sus nidos en fondos suaves arenosos en un intervalo de profundidad de 0.30 a 1.0 m. Se alimenta de fitoplancton y pequeñas cantidades de zooplancton. Los juveniles poseen una dieta más variada que incluye grandes cantidades de copépodos y cladóceros (FishBase, 2002).

Oreochromis niloticus tilapia



En 1979 llegaron a México los primeros ejemplares de *Oreochromis niloticus* procedentes de Panamá y fueron depositados en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo; de donde fueron enviados al Centro Acuícola de Temascal, Oaxaca. En 1986 llegó otro lote de *O. niloticus* en el que venían algunos organismos de color rojo, que fueron donados a nuestro país por la Universidad de Stirling, Escocia. La tilapia *O. aureus* y la tilapia *O. niloticus* comparten características similares, lo que dificulta su identificación. Trewavas (1983) supone que estas especies son simpátricas apoyándose en la evidencia de la similitud del hueso preorbital, la ausencia de un alargamiento en la mandíbula inferior de los organismos adultos y, además, la existencia en su medio natural de una barrera reproductiva.

En *O. niloticus*, la parte frontal del hueso faríngeo presenta un área dentada con menos dientes, en la parte superior hay presencia de dientes bicúspides y en la parte inferior monocúspides curvados hacia atrás, que son fáciles de distinguir en la secuencia. En *O. aureus*, la parte central del hueso faríngeo presenta área dentada más densa con dientes finos y delgados. La pigmentación sobre las coronas es color marrón y más pronunciada sobre la parte superior.

Cichlasoma istlanum mojarra del Balsas



Autor foto: Richard Jahrstorfer, tomada de <http://www.ciclidox-mexico.com/InformativoCM/index.php/component/k2/item/12-excichlasoma-istlanum>

Otra de las especies que habitan en la presa es la mojarra nativa *Cichlasoma istlanum*, un pequeño cíclido; el macho más grande en la naturaleza, no sobrepasa 20 cm de longitud total (Adcock, 1991).

Esta mojarra es nativa de la cuenca del río Balsas, y se encuentra distribuida en los estados de Morelos, Michoacán, Puebla, Guerrero y Oaxaca, así como en el Sistema Armeria-Coahuayana en Colima (Danko, 1991).

La forma general del pez es alargada con el cuerpo comprimido longitudinalmente, perfil un poco curvo, con una concavidad sobre el ojo y un pedicelo maxilar casi recto y apenas sobresaliente. Los machos desarrollan una gibosidad frontal en la época de reproducción. Las aletas dorsal y anal tienen filamentos que llegan hasta más de la mitad de la caudal, que es redondeada, aunque en algunos casos el filamento dorsal puede superar la longitud de la caudal.

La coloración normal del pez está compuesta por una serie de manchas negras a la altura media de los flancos, siendo más conspicua la primera, situada en la base de la cabeza. El color de fondo es amarillento, más claro en la mitad inferior del cuerpo y mucho más oscuro e incluso marrón en la superior, la parte inferior tiene también bastantes tonos rojizos. En cada escama de la parte superior de los flancos hay una mancha azul mucho mayor que en la zona ventral. La cabeza del pez es verde oscura en la parte dorsal y amarilla con un intenso tono verde en la parte inferior. Las aletas

son translúcidas con puntos azules brillantes y pequeñas líneas rojas que se convierten en puntos en el primer tercio de la aleta caudal.

Luna-Figueroa *et al.* (2003) señalan que en condiciones controladas de laboratorio, el periodo reproductivo se realiza de marzo a octubre, con fecundidad entre 1 201.5 y 1 447.2 huevos/hembra/desove.

Familia Cyprinidae

Originaria de Europa Oriental, desde Eurasia hasta China, Sudeste asiático, Liberia e India. Fue una de las primeras familias en ser introducida a otros países y en la actualidad tiene distribución mundial. Es de importancia en la acuicultura de aguas continentales y en pesquerías. Se presume que una población silvestre del río Danubio fue el origen de las poblaciones europeas, que ahora se encuentran amenazadas. Muchos países mencionan impactos ecológicos adversos luego de su introducción.

Fue introducida en México a partir de Europa y de la República Popular China (Arredondo y Juárez, 1986). La carpa común (en sus variedades escamuda, barrigona y espejo) junto con la carpa herbívora, la plateada, la cabezona, la negra y la brema conforman el modelo básico del policultivo al ocupar nichos ecológicos diferentes. Este grupo de especies ha sido ampliamente distribuido en el país, tanto en los estados interiores como en los diversos estados costeros con presencia sobre todo en la Meseta Central, abarcando también tres grandes cuencas: Lerma-Chapala-Santiago, Balsas y Pánuco.

Cyprinus carpio carpa común



Con relación a su hábitat natural, las carpas son propias de las cuencas hidrológicas que drenan a los mares Mediterráneo, Negro, Caspio y Aral,

en Europa y Asia Central. Son especies bentopelágicas no migratorias de agua dulce o salobre, habitando en intervalo de pH de 7.0 a 7.5. Su cultivo se realiza en distintos puntos del planeta desde el Ecuador hasta latitudes de 60° N y 40° N muy cercanas al Hemisferio Norte y de 0 msnm a 2 600 msnm. Es posible cultivarla en un intervalo de temperatura de 3 °C a 32 °C, presentándose un óptimo de 22 °C a 28 °C para su cultivo y su reproducción. La máxima longitud reportada es 120 cm con peso de 37.3 kg y la máxima edad reportada es 47 años (FishBase, 2002). En México se reportan tallas en sistemas abiertos de 50 cm a 60 cm con peso de 12 kg y un peso máximo de 32 kg (Juárez, 1989).

Ctenopharyngodon idella carpa herbívora



Tomada de: http://elaz.redcoralbg.com/viewpage.php?page_id=7

Esta especie es originaria del río Amur, situado entre la frontera de la URSS y China; aunque su distribución abarca los ríos de China desde el noroccidente hasta Cantón del Sur. Debido a sus hábitos preferentemente herbívoros ha sido diseminada ampliamente en muchas partes del mundo y actualmente se le encuentra en Asia, Europa y América (Arredondo y Guzmán, 1986). Parece ser que en los ríos del sur de China, la carpa herbívora alcanza su madurez sexual a la edad de tres o cuatro años y en el norte madura después, como en el caso del río Yang Tsze donde tarda de cinco a seis años. En cultivo las hembras maduran a los dos años y los machos al año (Bardach *et al.*, 1972).

En México se le localiza en la Meseta Central abarcando tres grandes cuencas: Lerma-Chapala-Santiago, Balsas y Pánuco. Se estima que en los últimos años se han incrementado notablemente los programas de extensión de esta especie, pero se desconocen los lugares en los que ha tenido éxito su aclimatación.

Hypophthalmichthys molitrix carpa plateada



Tomada de: http://elaz.redcoralbg.com/viewpage.php?page_id=7

Su distribución natural se ubica en China en la cuenca del río Amur, pero debido a sus hábitos fitófagos ha sido aclimatada en varios países de Asia, como Taiwán y Siam; en Europa y en América (Konradt, 1967). Desde 1975 hasta la fecha se ha incrementado notablemente su distribución en México, pero se desconocen los sitios precisos en donde ha sido introducida. Parece ser que al igual que la carpa herbívora, también se reproduce en forma natural en los afluentes de la presa El Infiernillo. Pero este hecho no está confirmado. El color de este organismo en la parte dorsal y a ambos lados del cuerpo es gris-verdoso y en el vientre es blanco brillante.

Familia Ictaluridae

El bagre de canal *Ictalurus punctatus* tiene amplia distribución desde el Canadá hasta el norte de México. En el país, su distribución comprende la porción noreste, sobre todo en la cuenca del río Bravo. A la fecha, ha sido introducido en casi todo el territorio nacional (Aguilera, 1986).

Ictalurus punctatus bagre



Es una especie dulceacuícola que habita principalmente en ríos caudalosos, en presas y lagos con aguas claras y sombreadas, fondo de preferencia de grava o arenoso. Es difícil encontrarla en cuerpos de agua poco profundos o invadidos de vegetación. Es una especie omnívora, zoobentofágica, con preferencia hacia el consumo de organismos animales. Debido a sus hábitos nocturnos, de día se encuentra en las áreas profundas, característica que lo distingue. Habita climas cálidos, la temperatura óptima del agua para su crecimiento es de 24 °C a 28 °C. Para el desove y la incubación las temperaturas óptimas varían entre 25 °C y 29 °C y 24 °C a 26 °C, respectivamente (Aguilera, 1986).

En la temporada de reproducción (meses cálidos del año) el desove ocurre en oquedades de las paredes de los embalses. El macho prepara el nido y cuida de la puesta hasta la eclosión, agitando el agua con sus aletas pectorales y pélvicas para oxigenar los huevecillos, que forman una masa gelatinosa. El bagre logra la madurez sexual a una talla de 25 cm a 30 cm, con un peso aproximado de 350 g. La plenitud de su madurez la alcanza a los dos a cuatro años (1.0 kg a 4.5 kg). Son organismos ovíparos de fecundidad externa. Un macho tiene la capacidad de fecundar a varias hembras. La fecundidad en éstas es de cerca de 9 000 ovocitos por kilogramo de peso (ejemplares de 0.5 kg a 2.0 kg). Para su reproducción, el bagre requiere un periodo de temperaturas en el agua durante el invierno por debajo de los 17 °C (Aguilera, 1986).

Ictalurus balsanus bagre del Balsas

El bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* es una especie endémica que se distribuye en la cuenca de dicho río en México (Kato y Romo, 1981; Díaz y Díaz, 1991; Contreras-MacBeath y Soto, 1991). En la actualidad está amenazada debido a la sobreexplotación, a la contaminación del medio, a la



Fotografía de: Topiltzin Contreras MacBeath.

introducción de especies exóticas y como consecuencia del deterioro de su hábitat natural y su desplazamiento.

En especies potencialmente cultivables, como el bagre del Balsas, es importante conocer los requerimientos nutricionales para maximizar el crecimiento en condiciones de cautiverio. Por ello, el crecimiento ha sido uno de los aspectos más intensamente estudiados de la biología de los peces, como un buen indicador de la salud de los individuos y de las poblaciones.

Es una especie que tiene una explotación regional sobre todo para autoconsumo y en menor grado para comercio; es una fuente importante de proteínas para las comunidades asentadas en la ribera de los ríos tributarios al Balsas. Esta especie ha sido reportada como potencial de manejo en cultivos (Rosas, 1976). El bagre se caracteriza por ser muy carnoso con poca cantidad de hueso, lo que lo hace atractivo y codiciado.

Familia Loricariidae

Plecostomus spp. pez diablo
Hypostomus spp. pez diablo
Pterygoplichthys spp. pez diablo



Se les llama pez diablo a varios géneros de la familia Loricariidae, originaria de América del Sur. Tienen el cuerpo aplanado ventralmente, boca en posición inferior, unos característicos labios suctores con un par de pequeños barbillones. Presenta placas óseas recubriendo todo su cuerpo excepto algunas zonas de la aleta caudal y dorsal principalmente.

El género *Hypostomus* se puede distinguir de sus primos muy cercanos del género *Pterygoplichthys* (antes *Glyptoperichthys*) porque su aleta dorsal está compuesta por un radio duro y siete radios blandos; tiene coloración muy variable, desde manchas negras con fondo marrón rojizo a marrón claro y algunas veces negro. La reproducción de estos organismos se lleva a cabo cuando las hembras alcanzan la talla de 30 cm a 40 cm; previo al desove, las hembras escarban una galería de forma horizontal para depositar los huevos que el macho cuidará.

Estudios realizados por el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional (CII-DIR-IPN Unidad Michoacán), proporcionan información sobre el pez diablo *H. plecostomus* que ha invadido la presa El Infiernillo, manifestando una rápida adaptación y veloz proliferación en los diferentes hábitats (Vargas, 2005), ocasionando problemas socioeconómicos en la región al incidir en la pesquería de la tilapia. El pez diablo ha llegado a superar 70% de las capturas en la presa, sustituyendo a la tilapia (*O. aureus*). Aunado a lo anterior, la presencia de placas óseas en el cuerpo del pez diablo provoca la destrucción de las redes y ocasiona daños severos en las manos de los pescadores. Este cambio en las capturas significa pérdida de mano de obra, desempleo en los habitantes de las localidades cercanas a la presa y emigración hacia otras regiones del país.

Esfuerzo pesquero

La actividad pesquera en la presa El Infiernillo es una de las más importantes en los estados de Guerrero y Michoacán. Los pescadores ejercen su esfuerzo sobre tres especies principalmente, la tilapia *O. aureus*, la carpa *C. carpio* y el bagre *I. balsanus*. El esfuerzo ejercido en número de pescadores por tipo de organización se resume en la *tabla 2*.

TABLA 2

Número de socios y artes por organización pesquera de la presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero

<i>Organizaciones</i>	<i>Núm. de organizaciones</i>		<i>Socios</i>		<i>Redes</i>
	<i>Guerrero</i>	<i>Michoacán</i>	<i>Guerrero</i>	<i>Michoacán</i>	<i>agalleras</i>
Cooperativas	5	13	123	778	5 726
Unión de pescadores		23		1 208	12 037
Grupo solidario		1		42	205
Total	5	36	123	2 028	17 968

Fuente: Oficina regional de la SAGARPA en Nueva Italia, Michoacán (2005).

Características y operación de los artes de pesca

Los pescadores de la presa El Infiernillo tienen en total de 17 968 redes agalleras o tumbos (SAGARPA-Michoacán, 2005), correspondiendo a cada pescador nueve redes; sin embargo, posteriores estudios de selectividad realizados por el CRIP-Pátzcuaro señalan que a cada pescador le corresponden 36 redes en promedio.

Redes agalleras

Estas redes tienen una longitud de $32.15 \text{ m} \pm 11.6 \text{ m}$ con una altura de 45 mallas ± 17 mallas. El tipo de hilo de la malla es de monofilamento 0.20 y 0.17; en las relingas superior e inferior utilizan cabo de polietileno del número 36, en donde fijan de seis a diez boyas hechas con botellas vacías y en la relinga inferior utilizan de 1 kg a 3 kg de peso en plomo. Este arte, por lo general, tiene un encabalgado de 30% y 50%. De estas redes, 78% tiene una luz de malla de 3.25 plg, en tanto que 14% es de 3.5 plg y el restante 8% es de redes de 2.25 plg, 2.75 plg, 3 plg, 3.125 plg, 3.75 plg, 4 plg y 4.5 plg. A cada tendal se le colocan de seis a diez boyas (pedazos de unicel o botellas) y de 1 kg a 3 kg de peso en plomo, con el fin de fijar la red a media agua o al fondo. También lo utilizan aboyado en los extremos con dos rocas o grampines atados a un cabo para fijar las redes en las zonas de pesca.

Nasa para carpa

Las nasas carperas que se utilizaban en la presa hasta 1991, estaban hechas con productos vegetales de la región. Ese año fue el último donde las organizaciones pesqueras registraron 350 artes de este tipo; actualmente no hay registros disponibles del número de artes. De acuerdo con los resultados de encuestas aplicadas a los pescadores, dos usuarios son propietarios de 82 nasas que, a diferencia de las utilizadas tradicionalmente (vara), ahora son hechas a base de estructuras de alambazón forradas con malla de mosquitera, con dimensiones de 80 cm de diámetro por un metro de altura. Un pescador con 17 nasas captura en promedio 20 kg de carpa.

Atarraya

Las atarrayas son redes con un diámetro de 3.5 m a 5 m y una abertura de malla de 2.5 plg y 2.75 plg; el hilo de la malla es de monofilamento del número 0.45, y su altura es de 3 m a 4 m. La atarraya en la parte inferior forma una bolsa con tirantes cortos que van desde la relinga hasta un determinado número de mallas (diez a 30) de la parte del vuelo de la atarraya. Su uso está prohibido en la presa; sin embargo, se emplean clandestinamente. En 1991 se tenían registradas 780 atarrayas (Tabla 3); de acuerdo con los datos obtenidos en revisiones posteriores, estos artes se siguen operando en las zonas conocidas como “La Obra” y “San Martín de la Luz”, donde constituyen la principal herramienta de trabajo. El volumen capturado depende de la disponibilidad del recurso y la habilidad del pescador.

Situación actual de los recursos pesqueros

Captura histórica

En esta pesquería multiespecífica sobresale la tilapia como el componente fundamental en la captura, al constituir 90% de la producción. Los registros de producción datan de 1961, año en el que se contabilizaron 8 794 t; posteriormente esta producción asciende anualmente, así, en 1982 la captura alcanzó 11 911 t y en 1987 se estimaron 23 841 t, después de este

año se inicia un descenso, y en 1993 únicamente fueron extraídas 7 858 t (Fig. 2).

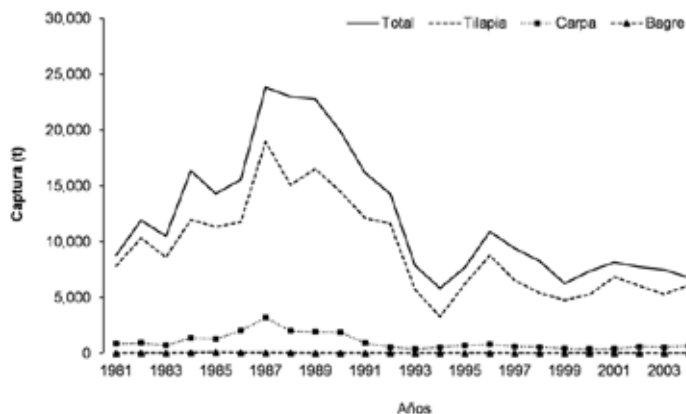


FIG. 2. Volumen de la producción pesquera [1981-2004] en la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo", Michoacán y Guerrero.

El registro oficial de 1981 a 2003 indica que 76% de la captura estuvo compuesto por tilapia, 8% por carpa y una pequeña fracción por bagre (0.15%); el restante 16% se considera captura sin registro (Fig. 3).

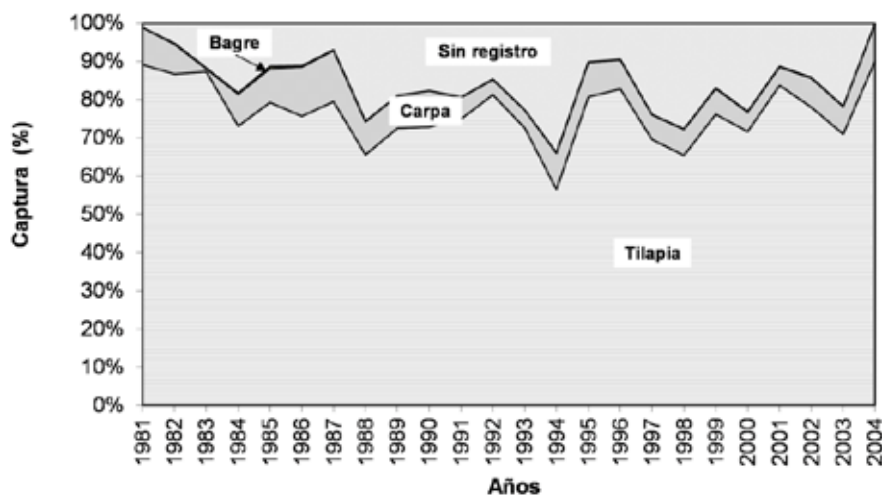


FIG. 3. Capturas anuales [%] por especie de la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo", Michoacán y Guerrero.

Con base en los datos de captura por pescador proporcionados por los compradores, se estimó la producción de la presa en 16 567.34 t. Cabe mencionar que esta producción corresponde únicamente a los pescadores registrados oficialmente; al considerar también a los pescadores libres cuya captura asciende a 4 084.65 t, se puede inferir que la producción que las organizaciones pesqueras reportan de forma oficial está subestimada.

Estimaciones de abundancia

En la *figura 4* se muestra el comportamiento de los índices de captura/madejas obtenidas por las redes agalleras en las áreas de pesca, donde el volumen refleja su abundancia con menor esfuerzo. Se confirma que la tilapia es la especie dominante, y que con menor esfuerzo de redes se obtiene mayor volumen de captura. La carpa es la especie que ocupa la segunda posición en los volúmenes de captura.

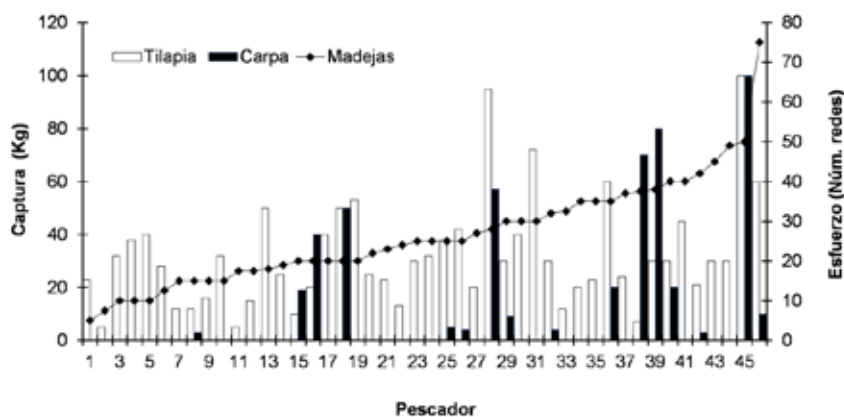


FIG. 4. Captura obtenida y cantidad de redes agalleras usadas por los pescadores en presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero.

De acuerdo con los datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) estimada y considerando como unidad de esfuerzo el número de pescadores, los resultados de volumen de captura de tilapia fluctuaron entre 5 kg/pescador/día a 100 kg/pescador/día, mientras que la captura de carpa estuvo comprendida entre 3 kg/pescador/día y 90 kg/pescador/día, y la de bagre en 1 kg/pescador/día a 80 kg/pescador/día, por lo que la captura total

promedio de estas especies fue de 34.3 kg/pescador/día (Fig. 5). Estas estimaciones de abundancia en las áreas de pesca se hicieron considerando el número de redes por pescador, y reflejan índices de abundancia mayores en los meses de enero a junio, considerados como temporada abundante de pesca.

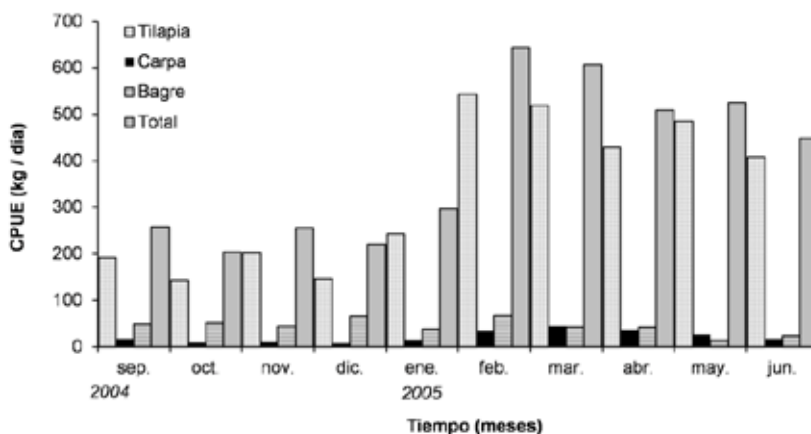


FIG. 5. Captura por Unidad de Esfuerzo (kg/pescador) de tilapia, carpa y bagre en la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo", Michoacán y Guerrero.

Selectividad de los artes de pesca

Las redes agalleras en la presa El Infiernillo son el principal arte de pesca. Se utilizan todo el año, aunque hay periodos en los que se emplean con mayor frecuencia. Los pescadores utilizan diferentes tamaños de luz de malla, sobresaliendo la utilizada en la captura de tilapia con 96%, seguida por la de carpa y bagre con el restante 4% del total de redes.

El estudio de selectividad mostró redes con abertura de malla de 2.875 plg, capturando organismos de 19.6 cm de longitud total (Lt) y peso promedio de 142.1 g, mientras que las redes de 3.25 plg son más abundantes y capturan organismos de 21.5 cm y peso de 181.8 g. La red con abertura de malla de 3.75 plg se utiliza principalmente en la zona de Pinzandarán, lugar donde se encontraron los organismos de mayor tamaño con longitud total y peso promedio de 24.7 cm y 289 g, respectivamente (Tabla 3, Fig. 6).

TABLA 3

Selectividad de los diferentes tamaños de luz de malla de las redes agalleras para la tilapia en la presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero

Parámetro	luz de malla redes agalleras (plg)									
	2.875	3.0	3.0625	3.875	3.25	3.375	3.5	3.625	3.75	
Longitud total (cm)	19.6	20.1	20.5	20.6	22.3	22.2	21.5	24.3	24.7	
Longitud patrón (cm)	15.3	15.7	16.1	16.2	17.6	17.4	16.8	19.3	19.6	
Peso (g)	142.1	148.1	152.6	164.8	206.3	206.4	181.8	260.2	288.5	

Si el promedio de redes agalleras/pescador de 8.7 se multiplica por el total de 2 028 pescadores activos se obtienen 17 742 redes, cantidad inferior a las 36 redes promedio registradas en el estudio (encuestas a los pescadores y revisión *in situ*), que al multiplicarlas por el total de pescadores se obtienen 73 008 redes.

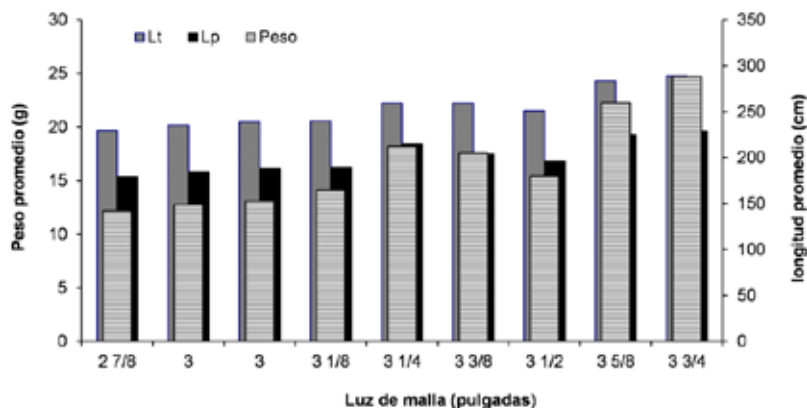


FIG. 6. Selectividad de los diferentes tamaños de luz de malla de las redes agalleras en la presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero.

Análisis poblacional

En función de su abundancia y de la información actual, se seleccionaron tres especies de las diferentes familias que se reportan en la presa para construir el modelo de estructura de tallas: la tilapia *O. aureus*, que aporta aproximadamente 76% de la captura total del embalse; la carpa común

C. carpio y el bagre del Balsas *I. balsanus* que representan 8% y 0.15% de la captura, respectivamente. La información referente a estas especies se utilizó en el análisis del modelo poblacional; los principales parámetros biológico-pesqueros se presentan en la *tabla 4*.

TABLA 4

Parámetros biológico-pesqueros de las especies de importancia comercial de la presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero

Especies	Parámetros poblacionales								Época de reproducción
	L_{∞} [cm]	K [años]	t_0 [años]	L_c [cm]	Z	M	F	E	
Bagre del Balsas (<i>I. balsanus</i>)	36.4	0.51		24.1	3.02	0.58	1.91	0.63	jun-sep
Tilapia (<i>O. aureus</i>)	51.5	0.46	-0.30	23.4	2.62	1.22	1.91	0.73	may-oct
Carpa común (<i>C. carpio</i>)	75.5	0.26	-0.46	28.9	1.18	0.57	0.76	0.65	Todo el año

Para el análisis del pez diablo, especie invasora, se realizaron muestreos en junio, julio y septiembre de 2005, obteniéndose un total de 150 ejemplares, que presentaron una distribución de longitud con mayor frecuencias entre 21 cm y 26 cm de longitud total, con peso promedio de 125.5 g. La longitud mínima encontrada fue de 15 cm y la máxima de 47 cm; los pesos mínimo y máximo fueron 28.5 g. y 948 g, respectivamente. La madurez gonádica del pez diablo mostró un dominio de los estadios II y V en los meses de muestreo, también se observó una pequeña proporción de organismos en estadio III, IV y VI; lo que indica que la especie tiene actividad reproductiva durante todo el año, favorecido por las condiciones óptimas del ambiente (temperatura media anual de 29 °C, pH de 7.6 y gran disponibilidad de alimento).

Aspectos socioeconómicos

Las comunidades pesqueras no cuentan con ningún tipo de infraestructura, las embarcaciones pueden avituallarse y desembarcarse en casi cualquier lugar. La captura comercial se realiza con embarcaciones menores de seis metros de eslora, no cuentan con hieleras o neveras polares donde puedan almacenar el producto por varias horas.

La actividad pesquera dentro de la presa El Infiernillo es básicamente extractiva, ya que 90% de los pescadores reporta vender su producto a varios compradores (de 50 a 60), que se encargan de comercializarlo en Jalisco, Distrito Federal, Monterrey, Puebla y Veracruz; otros intermediarios entregan el producto a los grandes acaparadores o lo venden en las pescaderías de los poblados cercanos a la presa. El total de los pescadores de la presa reporta la necesidad de encontrar nuevos canales de distribución del pescado ya que perciben que el precio que pagan los compradores es demasiado bajo. Mensualmente, en promedio, obtienen por su actividad un ingreso de \$4 460.00 $\pm$ \$600.00 pesos. A esta cantidad es necesario restarle el costo promedio de operación correspondiente a \$700.00 pesos mensuales, lo que da una renta neta de \$3 760.00 pesos.

Esta percepción económica es de suma importancia si se tiene en cuenta que son pescadores de tiempo completo durante los doce meses del año, ya que no tienen alternativa de trabajo complementario, debido a que las comunidades se encuentran lejanas de cualquier población urbana.

Estrategias de manejo

Reglamentación vigente

La talla mínima de captura L_{50} recomendada para las especies de la presa El Infiernillo debe ser: para tilapia 234 mm de longitud total (Lt), para carpa 289 mm Lt y para bagre 300 mm de Lt; los valores en longitud indican que los peces ya han tenido oportunidad para reproducirse, asegurando reclutamiento a las poblaciones. Como medida de regulación de la actividad pesquera es necesario establecer una abertura de malla de 89 mm (3.5 plg), con una longitud de red de 35 m como máximo; es importante establecer esta luz de malla como medida en la NOM-027-PESC-2000, Pesca Responsable en la Presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”.

De los estudios efectuados, también se conoce la existencia de algunas zonas importantes como áreas de reproducción para las tilapias, por lo que es necesario establecer restricciones a la actividad pesquera en estos lugares, con la finalidad de asegurar la conservación de reproductores, la protección del proceso reproductivo y de organismos alevines y juveniles.

TABLA 5

Talla mínima de captura de los organismos de explotación comercial en la presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero

Especie	Talla mínima Lt (mm) de acuerdo con la NOM	Talla mínima Lt (mm) recomendada
Tilapia	170	234
Carpa	-	289
Bagre	-	300

En la presa El Infiernillo hay zonas ya conocidas que protegen el proceso de reproducción de la tilapia, como el área del Arroyo de Zicuirán ($18^{\circ} 48' \text{ N}$ y $102^{\circ} 02' 103'' \text{ o}$), hasta un punto localizado antes de la localidad “El Limoncito” ($18^{\circ} 47' 625'' \text{ N}$ y $102^{\circ} 00' 666'' \text{ o}$). En la NOM-027-PESC-2000, Pesca Responsable en la Presa Adolfo López Mateos, “El Infiernillo”, se establece este lugar como de protección especial y queda prohibido durante todo el año el uso de cualquier arte o equipo de pesca en la parte somera de estas zonas, desde la orilla hasta tres metros de profundidad.

Dentro de la normatividad también se considera un horario de pesca de lunes a viernes entre las 6:00 am a 15:00 pm, con la obligación de revisar los artes al menos cada cuatro horas, para evitar el desperdicio por descomposición del producto; no se deben operar las redes de forma continua por periodos mayores a 24 horas.

La tilapia *O. aureus* presenta un periodo reproductivo bien establecido: en abril los organismos se encuentran en etapa de madurez, y de mayo a agosto es el periodo de mayor reproducción. Por otra parte, en carpa y bagre no se pudo definir claramente los ciclos de desove y reproductivo de estas especies debido a los escasos meses de muestreo.

Artes de pesca autorizados

En la presa El Infiernillo, los pescadores eligen los artes de pesca de acuerdo con la experiencia y la selección de la especie objetivo. El límite del esfuerzo permisible en el embalse es de 16 000 redes como máximo; los artes de pesca autorizados en la NOM-027-PESC-2000, son redes agalleras de 35 m de longitud de 3.25 plg de abertura de malla y nasas construidas de material rígido, paño de nailon o cualquier otra poliamida, con luz de

mallla mínima de 25.4 mm (1 plg); los palangres deberán tener una longitud máxima de 100 m de línea madre y reinales con anzuelos (Tabla 6).

TABLA 6
Características de los artes de pesca empleados en la presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán y Guerrero

<i>Artes de pesca</i>	<i>Características específicas</i>			<i>Recurso</i>
	<i>Material</i>	<i>Luz de malla (mm)</i>	<i>Longitud (m)</i>	
Red de enmalle o tumbo.	Poliamida, mono o multifilamento diámetro 03 máximo.	82.5 (3.25 plg)	35	tilapia y carpa
Trampas o nasas para carpa y bagre.	Estructura rígida forrada de nailon poliamida.	25.4 (1 plg)	Cualquier dimensión	carpa y bagre
Palangre, cimbra o línea de varios anzuelos.	Nailon mono o multifilamento.	-	100 reinales	bagre

Manejo

Aunque para aumentar el rendimiento de la pesquería se sugiere mantener homogénea la abertura de malla de las redes de 3.25 plg, y dentro de lo posible incrementar esta abertura a 3.5 plg y 4 plg, de manera progresiva, se debe disminuir la presión de pesca con ayuda de actividades productivas diferentes a la extracción pesquera, como, por ejemplo, la instrumentación de sistemas enfocados a la acuicultura, como son jaulas flotantes y estanquería. Algunas comunidades ya tienen la experiencia de pescadores que por iniciativa propia han elaborado e instalado jaulas para cultivar tilapia, y han tenido resultados muy favorables.

Es necesario buscar alternativas para el aprovechamiento del pez diablo, ya que es prácticamente imposible erradicarlo debido a que se ha distribuido ampliamente en toda la cuenca del Balsas. Dichas alternativas deberán estar sustentadas en diferentes estudios biológicos sobre la especie y, además, ofrecer un beneficio atractivo para los pescadores.

Asimismo, se deben actualizar el inventario de artes de pesca y el registro de pescadores ya que, aunque los datos reportados en las oficinas de pesca están por debajo de lo establecido en la NOM-027-PESC-2000, es muy probable que estén subestimados.

Las propuestas que también deben consensarse con los pescadores de la región son:

- Discutir la factibilidad de instrumentar temporadas de veda.
- Limitar el número de embarcaciones y artes de pesca y regular el esfuerzo pesquero, de acuerdo con los resultados del estudio, se pueden considerar de 18 a 20 redes por pescador, lo que reduciría en 50% las que se están operando actualmente (73 000 redes). Esta reducción puede ser de forma paulatina para no afectar drásticamente a los pescadores; también se debe poner especial atención en el uso adecuado de la abertura de malla de las redes agalleras: se recomiendan mallas con abertura de 3.5 plg y 4 plg que capturen los organismos de tallas ya antes mencionadas.
- Realizar talleres para sensibilizar y concienciar a los pescadores acerca de la normatividad de los recursos (NOM, Ley de Pesca, CNP) y de la importancia del llenado de formatos para la generación confiable de información.
- Insistir en que los pescadores y las personas que captan la información en las oficinas de pesca separen los datos de captura de las diferentes especies de la pesca comercial, para tener un panorama real de la pesca con información más confiable.

Lago de Catemaco, Veracruz

Rosa María Lorán-Núñez
Antonio Jesús Valdez-Guzmán
Francisco Rolando Martínez-Isunza
Ma. Teresa Gaspar-Dillanes

El Lago de Catemaco se localiza en el Macizo Volcánico de Los Tuxtlas, en el sureste del estado de Veracruz, México, y está asentado en un gran cráter volcánico. Por su extensión, este lago es el tercer cuerpo lacustre de México. Forma parte de la cuenca baja del río Papaloapan. Se localiza en las coordenadas 18° 21' y 18° 27' N y 95° 01' y 95° 07' O (Fig. 1), a 332 msnm. En su margen noroccidental se asienta el poblado del mismo nombre, a 165 km del puerto de Veracruz (Torres-Orozco, 1992) y a 7-8 km de San Andrés Tuxtla. Varias partes del Lago de Catemaco están consideradas dentro de la Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas (DOF, 1998). En el lago se localizan varias islas interiores: Tanaspio o Tanazpilli (Los Monos), Agaltepec (Cocodrilos) y Totogochio (Garzas), que también son zonas protegidas.

El clima de la zona corresponde a húmedo cálido, la precipitación pluvial promedio anual es de 1 935.3 mm. La temperatura promedio anual es de 24.1 °C y fluctúa entre 18 °C y 26 °C, de septiembre-noviembre a enero dominan los vientos del norte y el resto del año los del noreste (Soto, 1979). Los suelos de la zona se derivan en gran parte de material volcánico sometido a intemperización rápida; son ricos en nutrientes inorgánicos

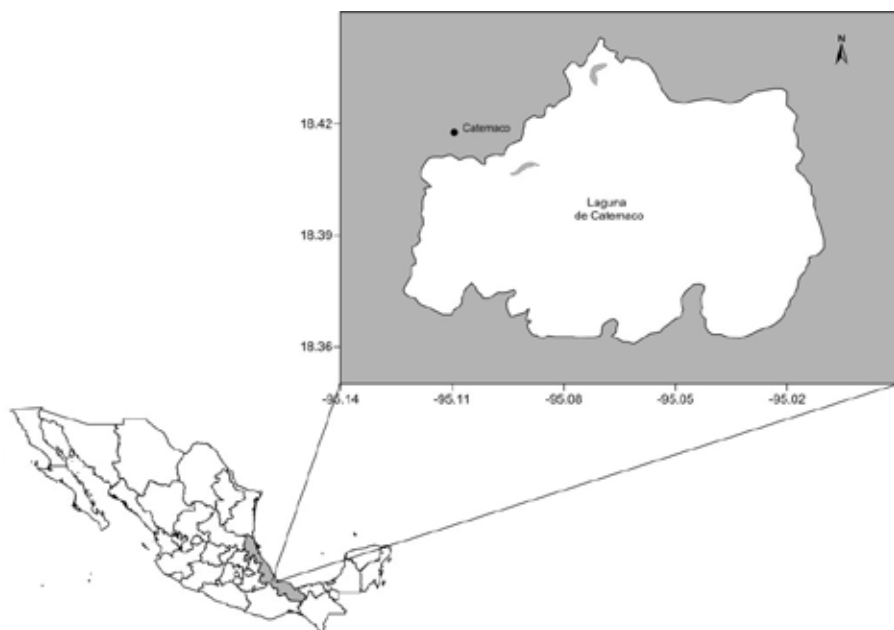


FIG. 1. Localización del Lago de Catemaco, Veracruz.

y poseen horizontes humíferos densos. En las estribaciones de la sierra de Los Tuxtlas predominan los suelos lateríticos, ricos en arcilla Luvisol y Acrisol y en la llanura costera predominan suelos profundos en materia orgánica y muy fértiles Vertisol, Feozem y Litosol¹.

La cuenca del Lago de Catemaco tiene un área de 322.2 km², su vaso surgió como resultado de la intensa actividad ígnea acaecida durante el Terciario y el Cuaternario. En su mayor parte, la ribera lacustre está formada por terrazas incipientes labradas en cenizas volcánicas, o por playas acrecentadas por material arenoso depositado mediante procesos de erosión, transporte y depósito, relacionados con el clima regional y con los cambios en la pendiente del terreno. En la orilla norte, a poco más de un metro sobre el nivel del lago, se dispone una terraza de erosión labrada por las fluctuaciones del volumen acuoso durante las épocas de lluvias torrenciales. Del perímetro del lago, 70% presenta playas de escasos metros de anchura, constituidas por material cuya textura varía de arena a grava. Otro rasgo importante lo constituyen acantilados de unas

1. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_080.html

decenas de metros de altura, localizados en la parte meridional del lago, que corresponden, ya sea a coladas de lava, conos cineríticos abiertos en forma de herradura, o piedemontes de diferentes periodos de emisión, de acuerdo con la sucesión vulcanológica-estratigráfica ocurrida en el área. En el interior del lago destacan rasgos geomorfológicos de interés, como unas subcuencas relacionadas con aparatos volcánicos de actividad subacuática que formaron las islas del lago, derrames de lava que se extienden hasta profundidades de ocho a nueve metros, en la ribera meridional, y un relieve gradualmente plano hacia el centro (Pérez-Rojas y Torres-Orozco, 1992).

La profundidad máxima es de 22 m y corresponde a una fosa pequeña situada en un canal angosto que se forma entre la isla Agaltepec y la ribera noroccidental del lago, cuyo origen está probablemente relacionado con un cantil de falla y con el deslizamiento del flanco suroriental del aparato volcánico que conforma la isla. Otras áreas profundas se localizan en el sureste y en el suroeste del lago; la primera está relacionada con el frente de un derrame lávico que forma una península; la segunda con la pendiente del flanco de un volcán de actividad subaérea. A excepción de lo anterior, la cubeta lacustre es virtualmente un plato de 11 m de profundidad media, con declive suave hacia el sureste. Los perfiles batimétricos muestran una pendiente promedio de 1:70, de cero a seis metros y otra de 1:400, de seis a diez metros. En la zona suroriental, la acreción de las llanuras aluviales ha modificado la morfología original. Toda vez que el drenaje superficial aporta grandes volúmenes de sedimentos, se estima que la configuración de la cubeta se ha modificado sustancialmente por los procesos sedimentarios. Este fenómeno se ha acentuado en los últimos años, tal vez como resultado de la deforestación de grandes áreas de la cuenca para aprovechamiento agrícola y ganadero (Pérez-Rojas y Torres -Orozco, 1992).

En el lago desembocan cinco ríos: Cuetzalapan, Ahuacapan, Margarita, Pozolapan y Victoria; además, en la margen noroeste existen manantiales de aguas carbonatadas que aportan volúmenes comparables a los de otros arroyos que drenan hacia el sistema, los más conocidos son los de Coyamé y Arroyo Agrio (Pérez-Rojas *et al.*, 1993). La vegetación de la zona corresponde a selva alta perennifolia que ha sido explotada intensamente. El uso de gran parte de los terrenos adyacentes al lago ha cambiado y se emplean como potreros para ganado vacuno o para el cultivo de frutales y plantas de ornato (Miranda y Hernández, 1963).

Características limnológicas

El Lago de Catemaco forma parte de la cuenca baja del río Papaloapan, es un lago de forma casi cuadrangular con una superficie de 7 254 ha, un volumen de 551.52 Mm³. La temperatura promedio anual es 24.1 °C en la superficie, y puede presentar una variación anual que va de 21 °C a 31 °C entre enero y junio; además pueden ocurrir estratificaciones térmicas de manera esporádica, debido a su baja profundidad el viento favorece la circulación de la columna de agua.

La calidad del agua puede presentar una conductividad de 140 µmhos cm⁻¹ a 170 µmhos cm⁻¹ y pH de 8 a 9, lo que significa tasas elevadas de producción primaria o grandes aportes de carbonatos procedentes de los manantiales; presenta circulación constante, con oxígeno disuelto en toda la columna de agua y concentraciones bajas o moderadas de bióxido de carbono en el fondo¹. Las aguas son de tipo bicarbonatado, moderadas en calcio y relativamente ricas en magnesio; los cloruros son elevados (10 mg·l a 13 mg·l); por lo que las aguas se consideran como blandas. Los contenidos de amonio, nitritos y nitratos son reducidos y los fosfatos altos, lo que lo convierte en un ambiente eutrófico; la penetración de luz varía entre 0.53 m y 2.0 m de profundidad (Pérez-Rojas *et al.*, 1995).

Los sedimentos predominantes son las arcillas en la parte central del lago y los limos arcillosos y las arenas-gravas en las riberas. El contenido de materia orgánica en los sedimentos tiende a incrementarse en la concentración a medida que aumenta la profundidad; sin embargo, los más altos porcentajes de materia orgánica se localizan en la porción suroccidental del lago (Pérez-Rojas *et al.*, 1993).

Características taxonómicas y biológicas de los recursos pesqueros

Crustáceos

Familia Cambariidae

Procambarus vazquezae (Villalobos) acocil

Procambarus acanthophorus (Villalobos) acocil

Moluscos

Familia Ampullariidae

Pomacea patula catemacensis (Baker) tegogolo

Peces

Familia Clupeidae

Dorosoma petenense (Günther) topote, topotón, moguille

Familia Characidae

Bramocharax caballeroi

(Contreras-Balderas y Rivera-Teillery) pepesca

Familia Pimelodidae

Rhamdia guatemalensis (Günther) chipo, bagre

Rhamdia sp. juile, bagre

Familia Poeciliidae

Heterandria jonesii (Günther) guatopote

Poecilia catemacensis (Miller) guatopote azul o negro

Poeciliopsis catemaco (Miller) guatopote blanco

Xiphophorus milleri (Rosen) espada de Catemaco

Xiphophorus helleri (Heckel) guatopote rayado o cola de espada

Familia Synbranchidae

Ophisternon aenigmaticum (Rosen y Greenwood) anguila

Familia Cichlidae

Cichlasoma urophthalmus (Günther) mojarra castarrica

Cichlasoma (c.f. *Vieja fenestrata*) mojarra blanca

Cichlasoma sp. mojarra chela

Cichlasoma sp. mojarra colorada

Oreochromis aureus (Steindachner) tilapia

Oreochromis niloticus (Linnaeus) tilapia

Vieja fenestrata (Günther) mojarra conchera o amollotera

Thorichthys sp. mojarra chirina

Características biológicas de las especies explotadas

La pesca comercial es de tipo multiespecífico y se basa en 19 especies, de las cuales dos son introducidas, una trasplantada y el resto nativas (Tabla 1):

TABLA 1
Especies nativas e introducidas de la pesca comercial
del Lago de Catemaco, Veracruz

<i>Nombre común</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>Origen</i>
acocil	<i>Procambarus vazquezae</i>	Endémica
acocil	<i>Procambarus acanthophorus</i>	Nativa
tegogolo	<i>Pomacea patula catemacensis</i>	Nativa
topote, topotón, moguille	<i>Dorosoma petenense</i>	Nativa
pepesca	<i>Bramocharax caballeroi</i>	Endémica
chipo, bagre	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Nativa
juile, bagre	<i>Rhamdia</i> sp.	Nativa
guatopote azul o negro	<i>Poecilia catemacensis</i>	Endémica
guatopote blanco	<i>Poeciliopsis catemaco</i>	Nativa
espada de Catemaco	<i>Xiphophorus helleri</i>	Nativa
anguila	<i>Ophisternon aenigmaticum</i>	Nativa
mojarra castarrica	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Nativa
mojarra blanca	<i>Cichlasoma</i> [c.f. <i>Vieja fenestrata</i>]	Nativa
mojarra chela	<i>Cichlasoma</i> sp.	Nativa
mojarra colorada	<i>Cichlasoma</i> sp.	Nativa
tilapia	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida
tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>	Introducida
mojarra conchera o amollotera	<i>Vieja fenestrata</i>	Nativa
mojarra chirina	<i>Thorichthys</i> sp.	Trasplantada

Crustáceos

Familia Cambariidae

La familia Cambariidae incluye a los cangrejos de río. La mayoría de las especies de esta familia es originaria de Norteamérica; son crustáceos decápodos que respiran mediante branquias parecidas a plumas y se encuentran en arroyos y ríos donde pueden guarecerse de los depredadores. La mayoría de los cangrejos de río no tolera el agua contaminada. Se alimentan de animales y plantas vivas y muertas. Rehúyen las corrientes rápidas y son animales de costumbres nocturnas. La presencia de cangrejos es un buen indicador de la calidad del agua. Se alimentan de materia orgánica, incluso carroña. Tienen muchos depredadores a lo largo de su vida: insectos, peces, pájaros y mamíferos, como, por ejemplo, la nutria. En el Lago de Catemaco se distribuyen dos especies nativas (una de ellas

endémica del lago) que principalmente se utilizan como carnada viva para la captura de la mojarra conchera.

Procambarus vazquezae acocil



Tomada de: <http://www.crustaforum.com/board/showthread.php?829-Some-inhabitants-of-my-tanks>

Especie endémica del Lago de Catemaco, alcanza tallas de hasta 7 cm de longitud; los machos son ligeramente más grandes que las hembras. Esta especie se presenta en un atractivo color marrón oscuro; las hembras tienen una cola más amplia y los machos tienen grandes pinzas. Es omnívora, ya que consume microinvertebrados, algas, peces, entre otros alimentos. Las hembras producen huevos de gran tamaño.

Procambarus acanthophorus acocil



Puede alcanzar hasta 10 cm de longitud; poseen pinzas filamentosas y las hembras presentan una caudal más amplia que la de los machos. Se alimentan de restos vegetales, pequeños peces e invertebrados. Tienen fertilización interna, ya que los huevos son fecundados internamente y después liberados. La madurez sexual la alcanzan a los tres meses. Esta especie es comestible en Alvarado, por lo regular en “pulpa”, para ello lo hierven y le quitan el caparazón.

Moluscos

Familia Ampullariidae

La familia Ampullariidae o Pilidae está compuesta por caracoles operculados de aguas dulces tropicales y subtropicales, conocidos vulgarmente como caracoles de laguna, caracol manzana, caracol dorado, caracol del Paraná, caracol gigante, caracol lunar, churos, churo de agua, sacha, guarura y cuiba. El nombre de la familia deriva de una estructura llamada “ampulla”, los organismos presentan vida anfibia y su cavidad del manto se divide en un pulmón en el lado izquierdo y en el lado derecho una branquia unipetada (Barnes, 1977). Se les utiliza como alimento para consumo humano y animal, así como en acuarios. Aunque ocasionalmente dejan el agua, pasan la mayor parte del tiempo en ella.

Pomacea patula catemacensis tegogolo



Foto: Rosa Ma. Lorán Núñez

Son organismos dioicos, es decir, presentan sexos separados (aunque morfológicamente no se pueden distinguir uno del otro) de gran potencial reproductivo, así como de una amplia distribución geográfica en ríos,

arroyos y embalses tropicales en México, principalmente en el Golfo de México, donde se les encuentra asociados a aguas fangosas y poco profundas. Ontiveros-López (1989) menciona que por su aceptación en el mercado se ha sobreexplotado en Veracruz y Tabasco; sin embargo, sigue teniendo un gran potencial pesquero.

Peces

Familia Clupeidae

Las sardinas pertenecen a una familia grande y exitosa de peces, que en su mayoría son marinos, que incluyen muchas especies valiosas como alimento. Son plateados y de tamaño pequeño a mediano. Sus branquiespinas largas y delgadas les permiten filtrar del agua pequeños organismos plantónicos. La cola está profundamente ahorquillada; en el abdomen presentan una quilla ventral aserrada, formada por escamas modificadas como escudetes óseos.

Dorosoma petenense topote



Se distribuye en la vertiente del Atlántico, desde el río Ohio, Kentucky, y el sur de Indiana, hacia el sur hasta Florida, al oeste a lo largo de la costa del Golfo, Estados Unidos, hasta el noreste de México, y de allí hacia el sur a través de las cuencas de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos hasta el norte de Guatemala y Belice (río Belice); a veces aislado como en los lagos de Catemaco y Petén. Habita en grandes ríos, lagunas costeras, estuarios y lagos interiores (Miller *et al.*, 2005). Desova en la primavera y el verano. Se alimenta de plancton. Torres-Orozco y Pérez-Rojas (1995) mencionan que de 1980 a 1990 la población de esta especie en el Lago de Catemaco

sostuvo una cosecha anual promedio de 6.1×10^5 kg/año, vendida en fresco en los mercados locales. La longitud máxima conocida es de 18.0 cm. De acuerdo con Lorán *et al.* (2005) el periodo de reproducción más marcado fue de enero a mayo con un pico máximo en febrero; la talla de madurez sexual ($L_{c_{50}}$) fue de 8 cm y la hembra en estado de reproducción más pequeña midió 6.0 cm, mientras la más grande, 23.0 centímetros.

Para su consumo y comercialización se utilizan principalmente los organismos pequeños, ya que los organismos de tallas grandes, conocidos como “moguille”, no son solicitados porque no les agrada el sabor (Lorán *et al.*, 2005).

Familia Characidae

Los miembros de esta familia comúnmente son llamados pepescas, sardinitas, tetras o carácidos; son un grupo de peces generalmente pequeños, a menudo coloridos, de amplia distribución en aguas dulces tropicales y subtropicales del Nuevo Mundo (Nelson, 2006). Muchos de ellos son peces de acuario muy populares.

Bramocharax caballeroi pepesca de Catemaco



Se distribuye en la vertiente del Atlántico, cuenca del Lago de Catemaco, tributario del río Papaloapan, Veracruz (Miller *et al.*, 2005). Su biología es poco conocida: es una especie carnívora (Huidobro y Espinosa, 1997); la longitud máxima registrada es de 14.8 cm de longitud patrón. Contreras-Balderas *et al.* (2003) indican que es una especie amenazada en el Lago de Catemaco. Lorán *et al.* (2005) observaron dos periodos de reproducción, uno en septiembre y el otro en abril; asimismo, señalan que la L_{50} de hembras maduras fue de 6.5 cm; la talla más pequeña de la hembra en estado

de reproducción fue de 4.7 cm y la más grande de 16.6 cm de longitud patrón.

Esta especie es comestible, principalmente cuando es pequeña (Lorán *et al.*, 2005).

Familia Pimelodidae

Son peces dulceacuícolas de tamaño mediano a grande de los trópicos de América; en Sudamérica llega hasta el sur del Trópico de Capricornio, pero sin alcanzar el Trópico de Cáncer en México (Berra, 2007); llegan justo al sur de Punta del Morro, Veracruz (Obregón-Barboza *et al.*, 1994). Habitan en estanques, cenotes, ciénagas, lagos, ríos, arroyos rocosos y cuevas. Unos cuantos se presentan en aguas salobres (Miller *et al.*, 2005). Aparentemente en el Lago de Catemaco se encuentran dos especies; sin embargo, es necesario definir claramente su taxonomía. En este capítulo se consideran dos especies de acuerdo a Lorán *et al.* (2005).

Rhamdia guatemalensis chipo o bagre



Se distribuye en ambas vertientes de Mesoamérica, desde la cuenca del río Chachalacas, unos 40 km al noroeste de Veracruz en la vertiente del Atlántico, y desde la cuenca del río Tehuantepec en la vertiente del Pacífico, al este y sur, incluida la península de Yucatán (Miller *et al.*, 2005). Habita arroyos y ríos de piedemonte y tierras bajas; por lo general evita las corrientes fuertes, vive también en cenotes, cuevas, pantanos y lagunas de la planicie costera. Se presenta típicamente en remansos de arroyos y sobre fondos lodosos, en recodos tranquilos de ríos mayores; fondo de

lodo, arcilla, arena, grava y roca, a veces con capas de hojarasca o troncos; corriente nula o lenta a moderada (gran variabilidad estacional); agua clara a lodosa.

Los juveniles se presentan a menudo debajo de rocas en los rápidos, donde están asociados con otros juveniles de otras especies. Poco se conoce de su ciclo de vida; la longitud máxima conocida es de 30 cm de longitud patrón (Miller *et al.*, 2005). De acuerdo con Lorán *et al.* (2005), el chipo se reproduce de agosto a octubre, la talla de madurez sexual (L_{50}) es de 14.2 cm, la talla de la hembra más pequeña en reproducción registrada fue de 11.7 cm y la más grande fue de 23 cm de longitud total (Lt).

Rhamdia sp. juile o bagre



Lorán *et al.* (2005) mencionan que el juile se reproduce prácticamente todo el año, con máximos de mayo a octubre; además estimaron una talla de madurez sexual de 28.8 cm, la hembra más pequeña en estado de reproducción midió 19.2 cm y la más grande de 34.6 cm de longitud total.

Familia Poeciliidae

Son peces vivíparos y uno de los grupos de peces más dominantes en las aguas dulces y salobres de América Central y las Indias Occidentales, que van desde el este de Estados Unidos hasta el noreste de Argentina. Comprende alrededor de 22 géneros y 180 especies, que en su mayoría tienen fertilización interna por medio del gonopodio en los machos (Miller *et al.*, 2005). Muchas especies, como los platís, colas de espada, guppies y mollis son peces muy apreciados entre los acuaristas. En el Lago de Catemaco se distribuyen cinco especies, de las cuales únicamente dos tienen importancia pesquera y una para los acuaristas.

Poecilia catemacensis guatopote azul o negro

Se distribuye en la vertiente del Atlántico, en el Lago de Catemaco y sus tributarios, en el Salto de Eyipantla, en la cuenca del río Papaloapan. En el Lago de Catemaco habita en sustrato areno-volcánico, grava y basalto; en aguas claras con poca corriente, con poca vegetación. Los adultos se reproducen a profundidades entre 1.2 m y 2.0 m. Los juveniles entre 1.1 cm y 1.2 cm de longitud patrón se han observado a mediados de febrero, finales de marzo y de agosto, sugiriendo una temporada reproductiva prolongada; la longitud patrón máxima conocida es de 9.9 cm (Miller *et al.*, 2005). De acuerdo con Lorán *et al.* (2005) en el Lago de Catemaco se observaron dos periodos de reproducción con picos máximos en septiembre y abril; la talla mínima de madurez estimada es de 9.3 centímetros.

Poeciliopsis catemaco guatopote blanco

Se distribuye en el Lago de Catemaco y corrientes cercanas en la cuenca del río Papaloapan. Habita aguas claras, con poca o nula corriente, en sustratos areno-volcánicos, grava y basalto; en aguas claras con poca corriente y poca vegetación. Son semipelágicos, los adultos sólo se distribuyen en el lago y los juveniles en áreas someras cercanas a la costa. La época reproductiva no está definida; sólo se han encontrado juveniles a finales de marzo (Miller *et al.*, 2005). Lorán *et al.* (2005) estimaron la talla mínima de madurez en 7.7 cm y la hembra en estado reproductivo más pequeña registrada fue de 6.1 centímetros.

Xiphophorus helleri guatopote rayado o cola de espada



Se distribuye del río Nautla hacia el sur en la cuenca del Usumacinta en Guatemala y el río Sarstún en Belice. En México, se le encuentra en Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz. Como es una especie atractiva para los acuaristas, se ha introducido a las cuencas de los ríos Ameca, Grande de Morelia y Armería, dichas transferencias a menudo tienen graves efectos sobre la vida acuática nativa (Miller *et al.*, 2005). También se le ha introducido a la cuenca del río Balsas y al valle de México.

Se encuentra en diversos hábitats, incluyendo estanques, manantiales, arroyos sombreados y a veces zanjas, lagunas y ríos con una variedad de sustratos; en aguas claras a turbias, fangosas, a veces contaminadas, con o sin vegetación, en profundidades de 1.5 m. Los adultos prefieren aguas con corriente, mientras que los juveniles se encuentran en zonas poco profundas y tranquilas cerca de la costa (Miller *et al.*, 2005). De acuerdo con estudios realizados por Lorán *et al.* (2005), la talla de madurez sexual (L_{50}) es de 9.2 cm y la hembra en reproducción de menor talla se reporta en 7.3 cm y la más grande en 10.4 cm de longitud total.

Familia Synbranchidae

Las anguilas de lodo carecen de escamas; sus aletas dorsal y anal son vestigiales, similares a pliegues, y carecen de aletas pectorales o pélvicas. Habitan en aguas dulces y salobres, templadas a tropicales (por lo general en estuarios). Tienen una distribución amplia en Centro y Sudamérica, Indias Occidentales, extremo oeste de África central, sureste asiático, archipiélago indoaustraliano y noroeste de Australia. Pueden vivir fuera del agua y tienen hábitos excavadores; son capaces de utilizar el oxígeno libre, respirando

de manera bucofaríngea o intestinal, lo que les permite moverse en tierra firme, a través de vegetación húmeda, desde un cuerpo de agua hasta otro. Hay especies que alcanzan 1.5 m de longitud (Miller *et al.*, 2005).

Ophisternon aenigmaticum anguila



Se distribuye de la cuenca del río Chachalacas (San Carlos), al noroeste de Veracruz, al este y al sur hasta la cuenca del río Motagua, Guatemala y Honduras; también conocida en Belice y Cuba (Miller *et al.*, 2005). Se le encuentra en una gran variedad de hábitats, como pantanos, lagunas, estanques permanentes o temporales (de inundación), arroyos, cuevas, ríos y lagos, en agua clara a lodosa; corriente nula a moderada; vegetación por lo común abundante; sustrato de lodo, arena, cieno, arcilla, grava, roca, vegetación; en profundidades de hasta dos metros o más.

Los adultos suelen habitar densos lechos de vegetación; salen después del atardecer y acostumbran hacer madrigueras. Es hermafrodita secuencial (Navarro-Mendoza, 1988). Se han capturado juveniles entre 5.0 cm y 7.2 cm de longitud patrón, en febrero y marzo. Se alimentan de crustáceos, caracoles, anélidos y otros peces. Se le consume como alimento. La máxima longitud registrada es de 80 cm (Lt) en machos. En el Lago de Catemaco esta especie presenta su periodo de reproducción de mayo a agosto y la talla de madurez estimada es de 42 cm (Lorán *et al.*, 2005).

Familia Cichlidae

Son peces esencialmente dulceacuícolas, habitan en Sur y Centroamérica, partes de África, sur de la India, Madagascar, Sri Lanka, Siria y las Indias Occidentales (Berra, 2007). Muchas especies toleran agua salobre e incluso totalmente marina, por lo cual se les considera como dulceacuícolas secundarias. La forma del cuerpo varía de alta y comprimida a esbelta y alargada. Habitan en diversos ambientes dulceacuícolas; algunas en aguas

salobres o marinas. Las especies más grandes son excelentes como alimento (Miller *et al.*, 2005). En el Lago de Catemaco existen alrededor de cinco especies nativas de esta familia, y también se han registrado dos especies introducidas del género *Oreochromis*.

Cichlasoma urophthalmus mojarra castarrica



Se distribuye en la vertiente del Atlántico de Mesoamérica, de la cuenca del río Coatzacoalcos hacia el este, incluida la península de Yucatán.

Cichlasoma sp. mojarra chela



La talla en longitud total mas pequeña registrada en el lago fue de 10.5 cm, las más grande de 18.6 cm y la promedio de 13.2 cm según Lorán *et al.* (2005).

Thorichthys sp. mojarra chirina

De acuerdo con Lorán *et al.* (2005), la mojarra chirina tiene dos picos máximos de reproducción en los meses de febrero y abril; asimismo, la de primera madurez es de 10.75 cm y la talla mínima de la hembra en reproducción fue de 9 cm y la máxima de 12.1 cm de longitud total. En esta especie la relación hembras/machos fue de 0.4:1.

Vieja fenestrata mojarra conchera o blanca

La mojarra conchera tiene un patrón de coloración muy variable. Los machos generalmente presentan coloraciones llamativas, al igual que las hembras en el periodo reproductivo, en el que alcanzan la talla de 14 cm a 20 cm de longitud. Durante la época de apareamiento, tanto en el macho como en la hembra, desaparece la típica coloración rojiza de la cabeza y de atrás del opérculo; al final de la reproducción, el cuerpo queda blanco grisáceo con amplias líneas negras, y la parte ventral suele ser negra (Burgos y Espinosa, 1997). La hembra deposita los huevos, que pueden llegar a ser hasta mil, en un tronco o una roca. Cuatro días después, la hembra guarda las larvas en su boca y las transporta a un sitio cavado con anterioridad, donde reciben cuidados paternos, de 12 a 14 días después, las crías pue-

den valerse por sí mismas (Konings, 1989). El periodo de reproducción va de febrero a mayo con un máximo en marzo; la talla de primera madurez es de 15.5 cm y la talla más pequeña de la hembra en reproducción midió 11 cm de longitud total y la más grande 18.3 cm (Lorán *et al.*, 2005).

Cichlasoma (c.f. *V. fenestrata*) mojarra blanca nativa



Miller y Conner (1997) indican que el estatus taxonómico de los cíclidos en el Lago de Catemaco no es claro. Danko (1992) y Artigas (1993) mencionan que la verdadera *V. fenestrata* no habita en el lago. Las grandes variaciones en coloración (variedad de rosa), bandas y desarrollo de labio en *V. fenestrata*, no se observan en la mojarra blanca, además el cuerpo de la mojarra blanca es más alto.

La talla más grande fue de un macho (33.2 cm), la hembra mas grande fue de 32 cm. No se obtuvo más información debido su escasez en el lago y como consecuencia alcanza precios mucho más altos que la conchera (Lorán *et al.*, 2005).

Oreochromis spp. tilapia



Para la tilapia se estimó una talla L_{50} de madurez sexual de 26.5 cm. La talla más pequeña de hembra madura fue de 21 cm y la más grande 38.8 cm. La relación hembras/machos fue de 0.4:1 (Lorán *et al.*, 2005).

Situación actual de los recursos pesqueros

Captura histórica

El Lago de Catemaco provee gran cantidad de organismos de especies diversas, que representan una fuente de proteína de origen animal muy barata. La producción pesquera en el lago se ha mantenido en alrededor de 1 200 t en los últimos diez años (Fig. 2).

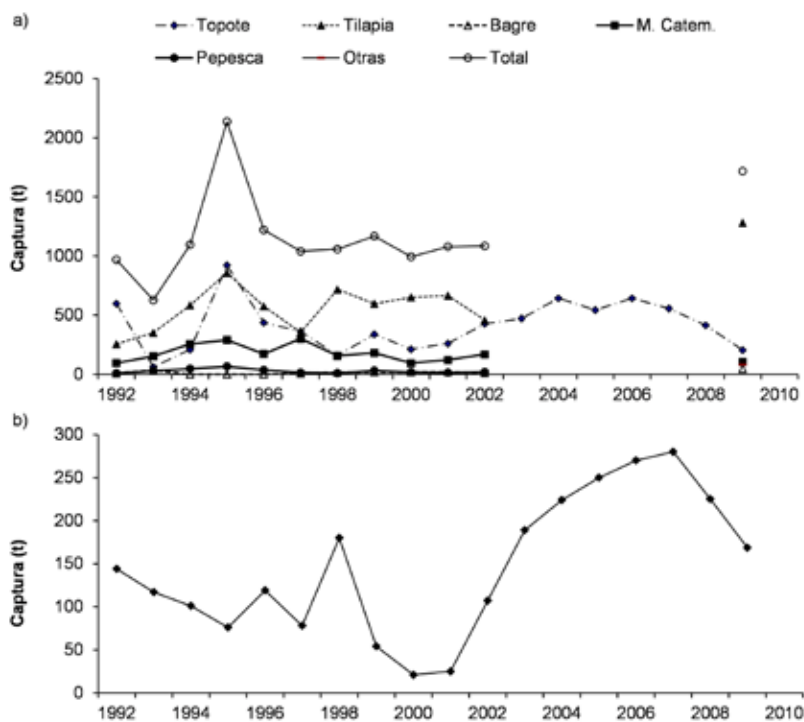


FIG. 2. Captura de a) escama y b) tegologo en el Lago de Catemaco. Fuente: Subdelegación Federal de Pesca, SAGARPA, Veracruz.

La captura del caracol tegologo, también es importante y aporta en promedio 146 t al año, esta especie es considerada de buen sabor en especial en el Lago de Catemaco e indican que las que se producen en otros cuerpos

de agua no tienen la misma calidad, por ello sólo se consume la que se captura en este lago.

El Lago de Catemaco destaca principalmente por sus altos rendimientos pesqueros, ubicándolo como el lago natural más productivo de México. Los rendimientos por hectárea sólo son superados en el ámbito nacional por los de la presa El Infiernillo en Michoacán y Guerrero (véase capítulo correspondiente en este libro) (Biotecs, 1990; Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 1995). Los rendimientos por hectárea registrados durante el periodo 1992-2002 son bajos, respecto a los considerados durante 1980-1989 por Torres-Orozco y Pérez-Rojas (1995), ya que éste registró un promedio de 276 kg/ha con una fluctuación de 193 kg/ha a 323kg/ha, y en el periodo 1992-2002 se registró en promedio 150.6 kg/ha.

Esfuerzo pesquero

De acuerdo con los registros de la Subdelegación de Pesca del estado de Veracruz, en el año 2003 estaban en acción 31 sociedades cooperativas pesqueras que agrupaban a 1 777 pescadores registrados; éstos, a su vez, operaban con 232 embarcaciones; los artes de pesca declarados por las cooperativas consistían en 962 atarrayas, 514 atarrayas topoterías, 20 varanzuelos y 334 visores (Lorán *et al.*, 2003). Respecto a las cooperativas, 26 de ellas se dedican a aprovechar las especies de peces y las cinco restantes se beneficiaban con el caracol tegogolo (Oficina de Pesca de Catemaco, 2003). A este respecto, el antecedente reportado por Rivera (1976) menciona que en esa fecha trabajaban con redes 50 pescadores y con atarraya 600 pescadores. Por lo antes mencionado, el esfuerzo representado por el número de pescadores de 1976 a 2003 se ha incrementado 273%, valor comparable con el de la población, que fue de 302% (INEGI, 2000).

Descripción de las actividades pesqueras

La mayoría de las especies se captura alrededor del lago y cerca de las orillas, pero algunas de ellas están en lugares muy específicos, como el tegogolo, la pepesca, el guatopote, la castarrica y la mojarra blanca. El topote se captura prácticamente en todos los alrededores de la laguna cerca de las orillas. La captura de la pepesca se caracteriza porque se realiza en lugares conocidos como “ameles” (túneles en el interior de las rocas en

donde entran a desovar) y algunos pescadores aprovechando este comportamiento han hecho ameles artificiales o bien posicionando las redes de cuchara en la entrada del amel.

Las embarcaciones menores que se utilizan para las actividades pesqueras son lanchas o pangas típicas de la localidad construidas de madera y fibra de vidrio, con eslora (longitud) de 4.55 m a 4.83 m, manga (ancho) de 0.95 m a 1.2 m y puntal (alto) de 0.47 m (Fig. 3). Su propulsión es a remo en la mayoría de ellas, pero algunas emplean vela rústica para navegar distancias largas dentro del lago y unas pocas (3 o 4) son propulsadas con motor fuera de borda de 4 HP a 15 HP.



Foto: Rosa Ma. Lorán N.

FIG. 3. Embarcaciones menores típicas del Lago de Catemaco, Veracruz.

Los artes de pesca que utilizan los pescadores para la captura comercial de escama, son equipos artesanales divididos en dos tipos: líneas de mano y atarrayas. Las primeras son líneas simples conocidas como “cordeles”, que constan de un hilo de poliamida monofilamento con calibre de 0.25 mm a 0.40 mm, que lleva en un extremo un anzuelo tipo recto del número 14 o 16, provisto con carnada natural disponible localmente, por lo regular utilizan acocil (Lorán *et al.*, 2005). Las líneas también son atadas a una vara (caña) de carrizo de 2.5 m a 3 m de longitud; el arte es operado manualmente desde la orilla del lago o en la embarcación y un pescador puede trabajar hasta siete varas a la vez, distribuidas en la embarcación durante una jornada de trabajo (Fig. 4); con este arte también capturan anguila (Lorán *et al.*, 2005).



FIG. 4. Pesca de escama con línea de mano (vara) en el Lago de Catemaco, Veracruz.

Las atarrayas son artes de pesca arrojadizos; construidas por los pescadores con hilos de poliamida (nailon) monofilamento calibre 0.20 mm a 0.47 mm de diámetro y poliamida (nailon) multifilamento de los números 0 y 1, con tamaño de malla estirada de 12 mm a 134 mm, dependiendo del objetivo de captura de que se trate. Sus características y dimensiones varían según la experiencia y las condiciones físicas de cada pescador; se operan individualmente en las orillas del lago a pie o abordo de las embarcaciones (Fig. 5).

A la atarraya que utilizan para la captura del topote le llaman “chinchorro”, el método de operación son lances arrojadizos individualmente desde la embarcación sobre objetos flotantes naturales de plantas acuáticas de lirio y paixtle colocados por los pescadores (conocidos como trampas) con revisiones continuas para despescar la captura, participan uno o dos pescadores con una embarcación (Lorán *et al.*, 2005).



FIG. 5. Lance con atarraya para pesca de escama en el Lago de Catemaco, Veracruz.

La captura del caracol tegogolo se realiza por buceo libre, a profundidades de uno a cuatro metros, utilizando implementos como visor, bolsa o morral para guardar los organismos vivos y algunos utilizan aletas, el rendimiento depende de la pericia y la resistencia de cada individuo. Las capturas de tegogolo se comercializan en estado fresco al igual que las de escama, utilizando en ocasiones como medio de conservación hielo en pequeñas neveras (Lorán *et al.*, 2005). Las características técnicas de los artes de pesca empleadas en el Lago de Catemaco se describen en la *tabla 2*.

TABLA 2

Características técnicas de los artes de pesca para la captura de escama, utilizados en el Lago de Catemaco, Veracruz

Nombre del arte	Componente	Descripción
Línea de mano y vara: Para la captura de peces y anguila, método de operación calado fijo y a la deriva manualmente, en fondos rocosos, con revisiones continuas para separar la captura o el cambio de carnada; se utiliza un anzuelo por cada línea o vara; participa un pescador con una embarcación.	Vara [caña]	Material de carrizo de 2.5 m a 3 m de longitud.
	Hilo	Material PA monofilamento calibre 0.25 mm a 0.40 mm de diámetro. La longitud es variable de acuerdo con la profundidad de operación.
	Anzuelo	Material metal, de los números 14 y 16, tipo caña recta con ojo.
	Carnada natural	Lombriz de tierra, tegogolo, guatopote, acocil (conocido como reculiche), tortilla. Masa precocida y fruta pequeña [amate].
Atarraya: Para la captura de peces, método de operación lances arrojados individualmente en fondos planos a pie en aguas someras y a bordo de una embarcación, con revisiones continuas para despescar la captura, participa un pescador con una embarcación	Paño	Hilo PA monofilamento calibre 0.20 mm a 0.47 mm de diámetro, tamaño de malla estirada 50 mm a 134 mm; altura o caída de 3 m a 6.4 m.
	Lastre	Plomo distribuido en la relinga o tralla, peso de 1.5 kg a 3.8 kg.
	Relinga o	Piola de PA multifilamento calibre 3 mm a 3.5 mm de diámetro.
	Tralla	Cabo de PE y PP calibre 3 mm a 3.5 mm de diámetro.

TABLA 2 (continuación)

Nombre del arte	Componente	Descripción
<i>Atarraya topotera</i> (conocida localmente como chinchorro): Para la captura de peces, método de operación Lances Arrojadizos individualmente desde la embarcación sobre objetos flotantes naturales de plantas acuáticas de lirio y paixtle colocados por los pescadores (conocidos como trampas) con revisiones continuas para despescar la captura, participan 1 a 2 pescadores con una embarcación.	Paño	Hilo PA multifilamento de los números 0 y 1. Hilo PA monofilamento calibre 0.20 mm a 0.30 mm de diámetro. Tamaño de malla estirada 12 mm a 23 mm de diámetro. Altura o caída de 2.8 m a 3.9 m.
	Lastre	Plomo distribuido en la relinga o tralla, peso de 3 kg a 4.5 kg.
	Relinga o Tralla	Piola de PA multifilamento calibre 3 mm a 3.5 mm de diámetro. Cabo de PE y PP calibre 3 mm a 3.5 mm de diámetro.

La Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), reportada por Lorán *et al.* (2005) se estimó considerando la captura/día/pescador por arte de pesca (Tabla 3).

TABLA 3

Composición de la Captura por Unidad de Esfuerzo por arte de pesca de los recursos pesqueros en el Lago de Catemaco, Veracruz

Arte de Pesca	CPUE (kg/día/pescador)	CPUE (organismos/día/pescador)
Atarraya	2.856	30
Atarraya topotera (chinchorro)	20.764	4 098
Varas y líneas de mano con anzuelo	2.682	44
Buceo (visor) (recolección de tegogolo)	7.930	712
Promedio la captura de todos los artes	8.5558	1 221

Estrategias de manejo

Reglamentación vigente

Para este lago existe la Norma Oficial Mexicana NOM-041-PESC-2004 Pesca Responsable en el Lago de Catemaco para el manejo de los recursos pesqueros (DOF, 2007). En esta NOM se incluyen regulaciones para los tamaños

de malla para la captura de la mojarra conchera y la tilapia, el manejo de las trampas para la captura de topote, suspensión de la captura de la mojarra blanca y de la mojarra chela durante dos años como mínimo, así como evitar la captura de la pepesca en la entrada de los ameles, por lo que la captura se debe hacer en un perímetro de 50 m fuera de los de dichas zonas.

Propuestas de manejo (puntos de referencia)

1. Establecer tallas mínimas de captura para cada especie, de acuerdo a lo siguiente:
 - topote: 8.0 cm
 - conchera: 15.5 cm
 - guatopote azul: 9.3 cm
 - pepesca: 6.5 cm
 - guatopote blanco: 7.7 cm
 - guatopote rayado: 9.2 cm
 - anguila: 42.0 cm
 - tilapia: 26.5 cm
 - tegogolo: 34.5 mm
2. Establecer periodos de veda para la protección de la época reproductiva:
 - topote: febrero
 - mojarra conchera: marzo
 - guatopote azul o negro: septiembre y abril
 - pepesca: septiembre y abril
3. Establecimiento de zonas de protección para cada especie dentro del lago, ya que la mayoría de las especies se capturan alrededor del Lago y cercano a las orillas, pero algunas de ellas tienen lugares muy específicos.
4. No incrementar el esfuerzo pesquero.
5. Definir capturas por pescador:
 - La captura promedio día/pescador con atarraya: 2.9 kg
 - La captura promedio día/pescador con atarraya topotera: 20.7 kg
 - Con varas y líneas de mano con anzuelo: 2.7 kg por pescador
 - Recolecta con visor y buceo: 7.9 kg/día/pescador

Comercialización

Los precios de las especies son variables: para las mojarra chirinas y las mojarra concheras chicas fue de \$15.00 kg, las medianas a \$30.00/kg y las grandes de \$40.00 kg a \$50.00 kg. La mojarra blanca entre \$45.00 kg y \$60.00/kg. Las tilapias grandes, entre \$50.00 kg y \$60.00/kg; los topotes, de \$10.00 kg a \$15.00/kg, al igual que la pepesca; la anguila a \$30.00/kg, todos éstos son precios de playa.

Literatura citada

- Adcock K. 1991. *Cichlasoma istlanum*: a diamond in the rough. *The Cichlid Room Companion* 8(4): 9-14.
- Aguilera HP. 1986. El bagre y su cultivo. SEPESCA/FONDEPESCA. México. 43p.
- Alonso-Rodríguez R, F Páez-Osuna e I Gárate-Lizárraga. 2004. El fitoplancton en la camaronicultura y larvicultura: importancia de un buen manejo. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México y Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Sinaloa, México. 147p.
- Andrews WA, DK Moore y AC Leroy. 1986. *Environmental Pollution. A Guide study*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. EU.
- ANZECC. 2000. Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. Canberra, Australia.
- Arredondo FJL y A Guzmán A. 1986. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Serie Zoología* 56(2): 555-572.
- Arredondo FJL y R Juárez. 1986. *Ciprinicultura*. SEPESCA. México. 121p.
- Artigas AJM. 1993. Rare jewels of the Tehuantepec Isthmus. *American Cichlid Association Buntbarsh Bulletin* 155: 1-7.
- Bardach JE, JH Ryther y WO McLaney. 1972. *Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater and marine organisms*. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Barnes RD. 1977. *Zoología de los Invertebrados*. Nueva Editorial Interamericana, México. 826p.
- Beltrán ÁR, J Sánchez P y JP Ramírez L. 2007. Diagnóstico socioeconómico y pesquero de la presa Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sin. Informe Final (Documento interno). Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, México. 95p.
- Berra TM. 2001. *Freshwater fish distribution*. California Academic Press. 604p.
- Bernal BF. 1984. Análisis de los factores relacionados con la producción pesquera de *Tilapia nilotica* en la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo), Mich.-Gro. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 44p.

- Biotechs, Siglo XXI SA. 1990. Determinación del potencial acuícola de los embalses epicontinentales mayores de 10 000 hectáreas y nivel de aprovechamiento. Contrato DGE-EP-18-90. Dirección General de Acuicultura. Secretaría de Pesca, México. 62p.
- Boyd EC. 1981. *Water Quality in warmwater fish ponds*. Craftmaster Printers Inc. Alabama, EU. 359p.
- Boyd EC. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture*. Auburn University. Birmingham Publishing Co. Alabama, EU. 482p.
- Burgos LMA y H Espinosa. 1997. *Cichlasoma fenestratum* (mojarra de la Lana). En: E González S, R Dirzo y RC Vogt (eds.). *Historia Natural de los Tuxtlas*. UNAM-CONABIO, México, pp: 447-448.
- CNA. 2003. www.cna.gob.mx/
- Contreras-Balderas S, P Almada-Villela, ML Lozano-Vilano y ME García-Ramírez. 2003. Freshwater fish at risk or extinct in México. *Reviews in Biology and Fisheries* 12: 241-250.
- Contreras-MacBeath T y E Soto. 1991. Peces dulceacuícolas mexicanos vi. *Ictalurus balsanus* (Cypriniformes: Ictaluridae). *Zoología Informa* 23: 14-18.
- Cortés R y JL Arredondo F. 1976. Contribución al estudio limno-biológico de la presa "El Infiernillo", Michoacán-Guerrero (noviembre de 1975). Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática. *Serie Técnica* (2): 1-29.
- Danko D. 1991. *Cichlasoma (Parapetenia) istlanum* (Jordan and Snyder 1889). *The Journal of the American Cichlid Association* 143: 10-12.
- Danko D. 1992. In pursuit of the pink fenestratum. *Cichlid News* 1: 7-9.
- Díaz RA y E Díaz P. 1991. Biología reproductiva del bagre del Balsas *Istlarius balsanus* (Pisces: Ictaluridae), del río Amacuzac, Morelos. *Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 34: 173-189.
- DOF. 1998. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biósfera, la región denominada Los Tuxtlas, ubicada en los municipios de Ángel R. Cabada, Catemaco, Mecayapan, Pajapan, San Andrés-Tuxtla, Santiago Tuxtla, Soteapan y Tatahuicapan de Juárez, en el Estado de Veracruz, con una superficie total de 155, 122-46-90 hectáreas. Diario Oficial de la Federación. 23 de noviembre de 1998.
- DOF. 2000a. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. México. 28 de agosto de 2000.
- DOF. 2000b. NOM-025-PESC-1999, que establece regulaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros en el embalse de la Presa Luis Donaldo Colosio Murrieta (Huities), ubicado en los estados de Sinaloa, Sonora y Chihuahua. Diario Oficial de la Federación. México. 24 de enero de 2000.
- DOF. 2004. NOM-032-PESC-2003. Pesca responsable en el Lago de Chapala, ubicado en los estados de Jalisco y Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. Diario Oficial de la Federación. México. 1 de junio de 2004.

- DOF. 2006. PROY-NOM-052-PESC-2006. Pesca responsable en el embalse de la Presa José María Morelos “La Villita” en los estados de Michoacán y Guerrero. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros.
- DOF. 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-041-PESC-2004, Pesca responsable en el Lago de Catemaco, ubicado en el Estado de Veracruz. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. Diario Oficial de la Federación. México. 15 de marzo de 2007.
- DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010.
- Espinosa PH, P Fuentes-Mata, MT Gaspar-Dillanes y V Arenas. 1998. Notas acerca de la ictiofauna mexicana. *En*: TP Ramamoorthy, R Bye, A Lot y J Fa (eds.). *Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM, México. pp: 227-249.
- FAO. 1997. Fisheries and aquaculture in the near east and North Africa: situation and outlook in 1996. *FAO Fishery Circular* 919, FIPP/c919. Roma.
- FAO. 1998. La pesca continental. *FAO Orientaciones técnicas para la pesca responsable*, 6. Roma. 49p.
- FAO. 2002. International workshop on factors contributing to unsustainability and overexploitation in fisheries. *FAO Fisheries Report* 672. Roma. 17p.
- FAO. 2008. La pesca continental en América Latina: Su contribución económica y social e instrumentos normativos asociados. *FAO-COPESCAL Documento ocasional* 11. Roma. 28p.
- FAO. 2012. *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2012*. Departamento de Pesca y Acuicultura. FAO. Roma. 209p.
- FishBase. 2002. www.fishbase.org
- García E. 1988. *Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. México. 217p.
- García-Lizárraga MA, FE Soto-Franco, JMJ Ruiz Velazco-Arce, JI Velázquez-Abunader, JS Ramírez-Pérez y E Peña-Messina. 2011. Population structure and reproductive behavior of Sinaloa cichlid *Cichlasoma beani* (Jordan, 1889) in a tropical reservoir. *Neotropical Ichthyology* 9(3): 593-599.
- Gaspar-Dillanes MT, E Romero Beltrán, MP Toledo DR, F Villegas H, A. Liedo G, ME Arenas A, HJ Parra O, JL Guevara O, JA Bect V y PM Medina O. 2004. Diagnóstico Pesquero en la Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Municipio de Elota, Sinaloa, México. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. México. 57p.
- Gaspar-Dillanes MT, VI González G, E Romero B, PT Toledo DR, JA Bect V, E Márquez G, JA Rivera y PM Medina O. 2009. Estudio biológico-pesquero, de la calidad del agua y socioeconómico en la Presa Ing. Aurelio Benassini

- Vizcaíno (El Salto), Sinaloa. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. México. 59p.
- Gaspar-Dillanes MT, E Romero B, MC Saucedo R, VI González G, L Ruiz V, JA Bect V y PM Medina O. 2011. Estudio Biológico-Pesquero, de la Calidad del Agua y Socioeconómico en la Presa Lic. Gustavo Díaz Ordaz (Bacurato), Sinaloa, orientado a la elaboración del Plan de Manejo Pesquero y Acuícola del embalse. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. México. 132p.
- Gaspar-Dillanes MT, E Romero B, VI González G, JA Bect V, PM Medina O y P Ledón V. 2012. Estudio Biológico-Pesquero, de la Calidad del Agua y Socioeconómico en la Presa José López Portillo (El Comedero), Sinaloa. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. México. 118p.
- Hendrickson DA, WL Minckley, RR Miller, DJ Siebert y PH Minckley. 1980. Fishes of the Rio Yaqui Basin, Mexico and United States. *Journal Arizona-Nevada Academic Science* 15(3): 65-106.
- Hilborn R y CJ Walters. 1992. *Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty*. Chapman & Hall, London. 570p.
- Huidobro CL y H Espinosa. 1997. *Bramocharax caballeroi* (pepesca de Catemaco). En: E González S, R Dirzo y RC Vogt (eds.). *Historia Natural de los Tuxtlas*. UNAM-CONABIO, México. 446p.
- INEGI. 1995. Estudio hidrológico del estado de Sinaloa. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, México. 88p.
- INEGI. 2000. XII Censo general de población y vivienda. INEGI, México.
- INP. 2000. Estado de salud de la acuicultura. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México.
- Jiménez BML. 1999. Análisis de la pesquería de tilapia *Oreochromis* spp. (Pisces: Cichlidae) en la presa Adolfo López Mateos, Michoacán-Guerrero. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México.
- Jiménez-Badillo ML y MR Nepita-Villanueva. 2000. Espectro trófico de la tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) en la presa Infiernillo, Michoacán-Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical* 48(2-3): 487-494.
- Juárez PR. 1989. Presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo" Caracterización. Informe preliminar. Secretaría de Pesca, México. 62p.
- Kato ME y GME Romo. 1981. Algunos aspectos de la biología del bagre *Istlarius balsanus* (Jordan y Snyder) en el río Amacuzac, Morelos. Tesis de Licenciatura. UNAM, México. 51p.
- Konings A. 1989. *Cichlids from Central America*. TFH Publications, Nueva Jersey, EUA.
- Konradt AG. 1968. Methods of breeding the grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.) and the silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.). *FAO Fisheries Report* 44(4): 195-204.

- Lorán NRM, AJ Valdez G y FR Martínez I. 2005. Caracterización de las pesquerías de peces del Lago de Catemaco, para su administración. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. México. 83p.
- Luna-Figueroa J, L Balán-González y J Figueroa-Torres. 2003. *Cichlasoma istlanum* (Pisces: Cichlidae): Evaluación de algunos aspectos reproductivos en organismos silvestres y obtenidos en cautiverio. *Ciencia y Mar* 20: 39-44.
- Meléndez GC, A Arellano, D Hernández y N Hernández. 2012. Viabilidad de modificación de la luz de malla de la red mangueadora para capturar charal en el lago de Chapala, Jalisco-Michoacán. Dictamen Técnico (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. CRIP-Pátzcuaro. México. 14p.
- Miller RR, WF Minckley y SM Norris. 2005. *Freshwater fishes of Mexico*. University of Chicago Press. Chicago, EU. 490p.
- Miranda F y X Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 28. 73p.
- Morales DA, CA Castañeda, OC de la Paz, HS Olmedo, UJR Galván, MJM Montoya, RM Pérez Galicia y PL Cabañas. 1988. Manual técnico para el cultivo de la tilapia en los centros acuícolas de la Secretaría de Pesca. Secretaría de Pesca, México. 202p.
- Navarro-Mendoza M. 1988. Inventario íctico y estudios ecológicos preliminares en los cuerpos de agua continentales de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an y áreas circunvecinas en Quintana Roo. México. Informe Técnico CIQROO/CONACYT/ USFWS. 240p.
- Nelson JS. 2006. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons. EU. 416p.
- Obregón-Barboza H, S Contreras-Balderas y ML Lozano-Vilano. 1994. Fishes of Northern and Central Veracruz, Mexico. *Hydrobiologia* 286(1): 79-95.
- Olmos TE. 1990. Situación actual y perspectivas de las pesquerías derivadas de la acuicultura. SEPESCA. 77p.
- Olvera VV. 1992. Estudio de eutrofización de la Presa Valle de Bravo, México. *Ingeniería Hidráulica de México* VII (2-3): 148-161.
- Ontiveros-López G. 1989. Producción semi-intensiva de crías de *Pomacea* sp. (caracol dulceacuícola) en estanques de concreto, como apoyo a los programas de recuperación de los sistemas palustres del Municipio de Veracruz. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Río, Veracruz, México. 65p.
- Osuna PC, E Arredondo, C Meléndez, N Hernández, O Arzate, D Hernández y C de Jesús. 2010. Evaluación limnológica y biológico pesquera de algunos embalses del estado de Michoacán. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. CRIP-Pátzcuaro. México. 74p.
- Page LN y BM Burr. 1991. *Freshwater Fishes*. Peterson Field Guides. Houghtan Mifflin Co. Boston, EU.
- Palacios SSE. 1995. Estudio biológico pesquero de la tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) en la Presa Adolfo López Mateos (El Infiernillo),

- Michoacán-Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 81p.
- Pérez-Rojas A y R Torres-Orozco. 1992. Geomorfología y batimetría del Lago de Catemaco, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 19(1): 19-24.
- Pérez-Rojas A, A Torres-Orozco y AZ Márquez-García. 1993. Los sedimentos recientes del Lago de Catemaco, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 20(1): 67-76.
- Pillay TVR. 1997. *Acuicultura, Principios y Prácticas*. Limusa. México. 699p.
- Rivera-Teillery R. 1976. Análisis de las pesquerías en la Laguna de Catemaco. *Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales*, 1: 245-257.
- Rojas-Carrillo PM y JI Fernández-Méndez. 2006. La pesca en aguas continentales. *En: Pesca, Acuicultura e Investigación en México*. Comisión de Pesca, Cámara de Diputados, México, pp: 49-68.
- Romero BE, JA Bect V, PM Medina O y JA Rivera de la Paz. 2009. Calidad de agua de la presa Gustavo Díaz Ordaz (Bacurato), Sinaloa. (2010). Informe Técnico (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca, CRIP-Mazatlán. 28p.
- Rosas MM. 1976. Sobre la existencia de un nemátodo parásito de *Tilapia nilotica* (Goezia spp. Goeziidae). *Memorias del Simposio sobre pesquerías de aguas continentales*. INP/SIC. México. II: 239-270.
- Rosas MM. 1982. *Biología acuática y piscicultura en México*. Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Ciencias y Técnicas del Mar, México. 165p.
- SAGARPA 2012. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2011. CONAPESCA. México. 311p.
- Sawyer CN y PL McCarty. 1978. *Chemistry for environmental engineers*. McGraw-Hill, New York.
- SEPESCA 1994. Atlas pesquero de México. Instituto Nacional de la Pesca. México.
- SEPESCA. 1998. Lineamientos Normativos para Sanidad y Nutrición Acuícola en México. México. 531p.
- Torres-Orozco R. 1992. *Los Peces de México*. Grupo Impresa. México. 49p.
- Torres-Orozco R y A Pérez-Rojas. 1995. El Lago de Catemaco. *En: EG de la Lanza y JL García (eds.). Lagos y Presas de México*. Centro de Ecología y Desarrollo, México, pp: 65-87.
- Trewavas E. 1983. Tilapiini Fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum of Natural History, Londres. 583p.
- Vallentyne JR. 1978. *Introducción a la Limnología*. Omega. Barcelona, España. 169p.
- Vargas VCG. 2005. Extracción y caracterización fisicoquímica del aceite del *Plecotomus* sp. Tesis de Ingeniería Bioquímica. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, CIIDIR-IPN Unidad Michoacán, México. 73p.

- Vollenweider RA. 1983. Eutrophication. Notas distribuidas en el Segundo Encuentro del Proyecto Regional de Eutroficación en Lagos Tropicales.
- Vollenweider RA. 1992. Coastal Marine Eutrophication: principles and control. En: RA Vollenweider, R Marchetti y R Viviani (eds.). *Marine Coastal Eutrophication*. Elsevier. London. pp: 1-20.
- Wetzel RG. 1983. *Limnology*. WB Saunder Company. Filadelfia.
- Wischnath L. 1993. *Atlas of livebearers of the world tropical fish hobbyist*. Neptune City, Nueva Jersey. 336p.

Pesquerías Continentales de México
se terminó de imprimir en abril de 2013
en los talleres de Ediciones de la Noche
Madero #687, Zona Centro
44100, Guadalajara, Jalisco
El tiraje fue de 1,000 ejemplares.

www.edicionesdelanoche.com