



DIAGNÓSTICO LIMNOLÓGICO Y PESQUERO DE LOS PRINCIPALES EMBALSES DE SINALOA

*Rigoberto Beltrán Álvarez, Jesús Sánchez Palacios
y Gloria Arroyo Bustos*



**DIAGNÓSTICO LIMNOLÓGICO
Y PESQUERO DE LOS PRINCIPALES
EMBALSES DE SINALOA**

México, mayo 2015

Diagnóstico limnológico y pesquero de los principales embalses de Sinaloa
Rigoberto Beltrán Álvarez, Jesús Sánchez Palacios y Gloria Arroyo Bustos

D.R. © Honorable Cámara de Diputados
LXII Legislatura / Congreso de la Unión
Av. Congreso de la Unión, núm. 66
Col. El Parque, 15960 México, D.F.

ISBN: 978-607-9423-41-4

Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable
y la Soberanía Alimentaria

Responsable de la edición
Jazmín B. Santinelli

Corrección de estilo
Elvira Peniche

Formación de portada e interiores
Milenio3

Supervisión técnica de la edición
Gladis Martha Adriana Ugalde Vitelly e Irma Leticia Valera Jaso

Diseño de la colección
Kinética / Irma Leticia Valera Jaso

Diseño de la portada de la colección
Kinética

Fotografías de portada e interiores
Rigoberto Beltrán, excepto las de las páginas 96, 150 y 208, *que son de Dypress*

Imágenes satelitales
<<https://maps.google.com>>

Las opiniones y conclusiones vertidas en esta publicación son responsabilidad exclusivamente de los autores y no representan necesariamente la opinión del CEDRSSA.

Impreso en México / *Printed in Mexico*

DIAGNÓSTICO LIMNOLÓGICO Y PESQUERO DE LOS PRINCIPALES EMBALSES DE SINALOA

Rigoberto Beltrán Álvarez
Jesús Sánchez Palacios
Gloria Arroyo Bustos

**Colección: Situación, Retos y Tendencias
para el Desarrollo Rural Sustentable**

CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE
Y LA SOBERANÍA ALIMENTARIA. CÁMARA DE DIPUTADOS, LXII LEGISLATURA

México, 2015

CÁMARA DE DIPUTADOS LXII LEGISLATURA

Mesa Directiva

Presidente: *Julio César Moreno Rivera*

Vicepresidentes: *Tomás Torres Mercado, Francisco Arroyo Vieyra, Martín Alonso Heredia Lizárraga, Lizbeth Eugenia Rosas Montero*

Secretarios: *Francisca Elena Corrales Corrales, Sergio Augusto Chan Lugo, Graciela Saldaña Fraire, Javier Orozco Gómez, Merilyn Gómez Pozos, Magdalena del Socorro Núñez Monreal, Luis Antonio González Roldán*

Cuerpo Administrativo de la H. Cámara de Diputados

Secretario general: *Mauricio Farah Gebara*

Secretario de Servicios Parlamentarios: *Juan Carlos Delgadillo Salas*

Secretario de Servicios Administrativos y Financieros: *Francisco de Jesús de Silva Ruiz*

COMITÉ DEL CEDRSSA

Presidente: *Marco Antonio González Valdez*

Secretarios: *Cristina Ruiz Sandoval, Víctor Serralde Martínez, Pedro Porras Pérez*

Integrantes: *José Rubén Escajeda Jiménez, Roberto López Rosado, Juan Luis Martínez Martínez, Leslie Pantoja Hernández, Sonia Rincón Chanona, Amílcar Augusto Villafuerte Trujillo*

CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE Y LA SOBERANÍA ALIMENTARIA

Director general: *Jorge Cárdenas Elizondo*

ÍNDICE

Prólogo	15
Introducción	
Manejo pesquero de los embalses	19
Capítulo 1. Potencial hidrológico de Sinaloa	27
Principales cuencas hidrológicas de Sinaloa	29
Capítulo 2. Fauna ictiológica habitante de los embalses de Sinaloa	35
Mojarra: <i>Oreochromis aureus</i>	35
Bagre de canal: <i>Ictalurus punctatus</i>	38
Carpa común: <i>Cyprinus carpio communis</i> y carpa espejo: <i>C. carpio specularis</i>	40
Lobina: <i>Micropterus salmoides</i>	42
Capítulo 3. Presa Luis Donaldo Colosio, “Huites”	45
Comunidades biológicas de la ribera	46
Comportamiento del volumen	46

Temperatura del agua	48
Oxígeno disuelto	48
Otras variables físico-químicas	50
Fauna ictiológica	53
Aspectos biológicos de las especies de importancia comercial	54
Artes de pesca	57
Pesca comercial	58
Producción pesquera total y por especie	58
Tamaño de la población	60
Re poblamiento	61
Pesca deportiva y turismo	63
Regulaciones pesqueras	63
Capítulo 4. Presa Miguel Hidalgo y Costilla	65
Clima de la región	66
Vegetación de la zona aledaña al embalse	66
Comportamiento del volumen	67
Comportamiento de la superficie	67
Variables físico-químicas	68
Productores	72
Especies introducidas	75
Producción pesquera	75
Re poblamiento	76
Actividades de pesca deportiva y turismo	76
Tipo de embarcaciones	78
Regulación pesquera	79
Capítulo 5. Presa Josefa Ortiz de Domínguez, “El Sabino”	81
Localización geográfica y demarcación política	81

Clima de la región	82
Vegetación	82
Comportamiento del volumen	82
Comportamiento de la superficie	83
Variables físico-químicas	84
Especies introducidas	86
Reproducción	89
Productores	90
Producción pesquera	91
Comportamiento de la composición por especie	91
Re poblamiento	93
Medidas de manejo de la pesquería	94

**Capítulo 6. Presa Gustavo Díaz Ordaz,
“Bacurato”**

	95
Clima	96
Vegetación	97
Comportamiento del volumen	97
Comportamiento de superficie	98
Morfometría	98
Variables físico-químicas	100
Presencia de zooplancton	105
Épocas de reproducción	106
Edad y crecimiento	106
Productores	107
Infraestructura pesquera	108
Producción pesquera	108
Modalidad en el manejo de la pesquería	109
Artes de pesca	110
Tamaño de la población	111
Pesca deportiva y turismo	111
Re poblamiento	112
Relación entre la siembra y la producción pesquera	113

Comercialización	114
Regulaciones pesqueras actuales	114
Capítulo 7. Presa Eustaquio Buelna	117
Localización geográfica	117
Clima	118
Temperatura ambiente promedio	118
Precipitación	118
Comportamiento del volumen	118
Comportamiento de la superficie	119
Variables físico-químicas	120
Zooplankton presente en el embalse	122
Especies ícticas	123
Épocas de reproducción	124
Esfuerzo de pesca	125
Artes de pesca	125
Selectividad de las redes utilizadas en la pesca comercial	126
Producción pesquera	126
Comercialización	127
Pesca deportiva-recreativa	127
Repoblación	127
Infraestructura pesquera existente	127
Algunas recomendaciones establecidas en el Plan de Manejo Pesquero y Acuícola llevado a cabo en el 2010	128
Capítulo 8. Presa Adolfo López Mateos, “El Varejonal”	129
Localización	130
Estructura de la cortina	130
Comunidades próximas al embalse	131
Clima de la región	131
Temperatura ambiente	131

Precipitación	131
Evaporación	132
Comportamiento del volumen	132
Comportamiento de la superficie	133
Variables físico-químicas	133
Especies endémicas	138
Especies introducidas	138
Productores	139
Pesca comercial	141
Rendimiento pesquero potencial	143
Régimen de explotación	144
Artes de pesca	144
Replamamiento	144
Pesca deportiva y turismo	145
Comercialización	145
Regulaciones recomendadas en el Plan de Manejo Pesquero y Acuícola	146
Capítulo 9. Presa Sanalona	149
Localización geográfica y demarcación política	149
Temperatura ambiente	150
Precipitación	150
Evaporación	151
Comunidades biológicas de la ribera	151
Comportamiento del volumen	151
Comportamiento de la superficie	152
Morfometría de la presa	153
Variables físico-químicas	154
Composición de los crustáceos planctónicos	157
Fauna íctica	159
Productores	159
Esfuerzo pesquero	160
Pesca comercial	160

Comercialización	162
Repoblamiento	163
Regulaciones pesqueras	163
Recomendaciones	163
Capítulo 10. Presa José López Portillo, “El Comedero”	165
Localización geográfica	165
Vías de comunicación	166
Clima	167
Precipitación	167
Evaporación	167
Vegetación	167
Comportamiento del volumen	168
Comportamiento de la superficie	168
Variables físico-químicas	169
Composición de los crustáceos planctónicos	173
Especies que conforman la actividad pesquera y acuícola	174
Pesca comercial	174
Producción pesquera por especie	174
Esfuerzo de pesca	177
Comercialización	179
Repoblamiento	179
Recomendaciones	180
Capítulo 11. Presa Aurelio Benasini, Vizcaíno “El Salto”	183
Clima	185
Comportamiento del volumen	185
Comportamiento de la superficie	186
Morfometría	186
Variables físico-químicas	187
Esfuerzo de pesca	190

Actividad pesquera	192
Repoblamiento	193
Prestadores de servicios turísticos	193
Regulaciones pesqueras	194
Recomendaciones	195
Capítulo 12. Presa Picachos	197
Clima de la región	199
Variables físico-químicas	200
Fauna presente en el embalse	208
Productores	210
Producción pesquera	211
Artes de pesca	211
Capítulo 13. Programas para el aprovechamiento óptimo y sustentable de los embalses	213
Programa de conservación del medio ambiente	213
Capacitación y adiestramiento	214
Incrementar la confianza en las autoridades	214
Uso de métodos participativos	215
Formación de los participantes	215
Obtención de resultados concretos	215
Estrategias para el desarrollo	216
Semblanza de los autores	219
Referencias	223

PRÓLOGO

*Vemos al agua como un instrumento,
un catalizador de paz, que nos une, no para
construir represas ni desmantelarlas, sino
para desarrollar recursos a largo plazo.*

PROFESOR KADER ASMAL
Presidente, Comisión Mundial de Represas

La tarde del 27 de noviembre de 2014, asistí a la conferencia “Problemática ambiental de la presa El Comedero: un caso de contaminación de metales y metaloides”, que disertaba el doctor Federico Páez Osuna, experto en contaminación acuática de la Unidad Académica Mazatlán, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, de la UNAM.

Los datos duros que exponía el conferencista eran alarmantes; los niveles de cobre en el hígado de la tilapia, por ejemplo, rebasaban los mil microgramos por gramo de tejido, con lo que ya se podía inferir que esos peces sufrían de graves desarreglos enzimáticos, pero lo más grave fue cuando el conferencista le pidió testimonio a un pescador de ese embalse: “Los peces aparecían con los ojos hundidos, nadaban sin rumbo y las crías nacían deformes”, dijo el pescador y a continuación narró las mortandades masivas de tilapias, que prácticamente eliminaron la actividad pesquera de 300 familias que viven en las poblaciones cercanas a ese cuerpo de agua.

Ahí recordé el epígrafe que abre este prólogo, que es una cita con la que el profesor Kader Asmal cierra el prefacio al Reporte Final de la Comisión Mundial de Represas del año 2000: “Un nuevo marco para la toma de decisiones”.

El antecedente de este problema es un derrame accidental de los desechos de una mina, ubicada en Durango, que se vertieron al río Remedios, que se convierte en el río San Lorenzo en Sinaloa y éste llena el vaso de la presa El Comedero, en el municipio de Cosalá, Sinaloa. El evento ocurrió en el mes de enero del 2013, y los efectos se hicieron visibles en abril de ese mismo año en las poblaciones de peces del embalse.

Lo anterior reforzó nuestra convicción de la necesidad de publicar los resultados del equipo de investigadores del Laboratorio de Limnología y Pesquerías de Agua Dulce de la Facultad de Ciencias del Mar, de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), que durante más de 20 años han desarrollado investigaciones que permiten contar con la información básica sobre la calidad de agua, la fauna ictiológica presente y los aspectos biológico-pesqueros más importantes de los embalses del estado de Sinaloa.

El producto de esa serie de investigaciones es este libro, que ha sido posible gracias a la participación de un vasto número de estudiantes de las especialidades de Biología Pesquera y Biología Acuícola que se imparte en la Facultad de Ciencias del Mar. Su contribución se ha dado de diversas maneras, ya sea porque han desarrollado las prácticas de campo que se realizan como parte del curso de Limnología y de Fertilidad Acuática, o bien, porque han participado como tesisistas en los proyectos de investigación que el Laboratorio ha desarrollado desde hace ya poco más de 20 años.

En el libro se describen, capítulo a capítulo, las características y dimensiones de los diez embalses más importantes de Sinaloa; se evalúan las condiciones de la calidad del agua en términos de las concentraciones de las variables indicadoras

de la salud ambiental de la columna de agua, como son, entre otras: el oxígeno disuelto, la alcalinidad, la dureza, la conductividad, el pH, etcétera.

También se describe la fauna íctica de cada presa, tanto la nativa como la introducida, de la cual se analizan y evalúan los aspectos biológico-pesqueros, tales como los períodos reproductivos de las especies, las tallas mínimas de captura, las artes de pesca a emplearse, la producción pesquera anual y para cada embalse se hacen las recomendaciones pertinentes para una pesquería sustentable, además de señalar las potencialidades del desarrollo de la piscicultura en diferentes modalidades, de acuerdo con las características de cada presa.

El libro *Diagnóstico limnológico y pesquero de los principales embalses de Sinaloa* viene a llenar un vacío que se tenía sobre información científica sistemática sobre estos cuerpos de agua continentales, que además de su uso para el desarrollo agrícola e industrial, promovió una nueva actividad económica en las comunidades serranas de Sinaloa: el oficio de pescadores.

Estamos seguros que será de gran utilidad para el desarrollo de una pesca sustentable y servirá además para la toma de decisiones para la ejecución de proyectos de acuacultura de gran alcance; de igual manera, será también un referente científico para la comunidad académica, ya que, por ejemplo, en el caso del problema de contaminación de la presa El Comedero, es importante contar con información confiable sobre la química ambiental de cada embalse, es decir, el comportamiento de variables como la alcalinidad y dureza, el pH, el oxígeno disuelto, etcétera. Son también determinantes para entender la dinámica de los contaminantes que entran a esos ecosistemas.

Doctor Gildardo Izaguirre Fierro
Laboratorio de Estudios Ambientales
Facultad de Ciencias del Mar, UAS

INTRODUCCIÓN

En México se han identificado 1 471 cuencas hidrográficas, las cuales (para fines de publicación de la disponibilidad de aguas superficiales) se han agrupado en cuencas hidrológicas y se han sistematizado en 37 regiones hidrológicas, con el objeto de hacer más eficaz la administración de los recursos hidráulicos y facilitar la creación de organismos de cuenca. Es así que se crearon 13 macroregiones de tipo administrativo con el fin de consolidar la descentralización de funciones. La agrupación de las cuencas se basa principalmente en rasgos orográficos e hidrográficos, de tal manera que cada región hidrológica se distingue por su tipo de relieve y escurrimientos, presentando características similares en su drenaje (CNA, 2008).

De los 1 489 miles de millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación, las diversas cuencas hidrológicas del país son alimentadas con el 22.1 y 73.1 por ciento retorna a la atmósfera mediante fenómenos de evaporación y transpiración, mientras que el 4.8 por ciento restante se infiltra al subsuelo y recarga los mantos acuíferos (CNA, 2008).

Cabe señalar que la precipitación pluvial que recibe el país es irregular tanto espacial como temporalmente; baste mencionar que la mitad del promedio anual de precipitaciones se registra

en el sureste y parcialmente en el centro y Pacífico Central, extensión que equivale al 30 por ciento del territorio nacional y, en contraste, hay sólo un 30 por ciento del volumen medio anual de las precipitaciones que se presenta en la mitad norte del territorio nacional.

En el territorio nacional, el 68 por ciento de la precipitación normal mensual ocurre entre junio y septiembre. El comportamiento de las lluvias promedio mensual en el estado de Sinaloa, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), es de lluvias en verano, fundamentalmente en los meses de junio a septiembre, periodo en el que se registran algunas perturbaciones ciclónicas. La precipitación media anual es de 793 milímetros (mm) (CNA, 2011).

El reporte de la Comisión Nacional del Agua de 2011 establece que este año fue el decimotercero más seco desde 1941 con 697.2 mm, por debajo del promedio histórico (que es de 779 mm).

En la actualidad, en el país se han cuantificado aproximadamente 4 500 presas de diferentes tamaños, ubicadas en diferentes zonas climáticas y distintas alturas respecto al nivel medio del mar. Estos cuerpos de agua son sistemas artificiales construidos por el ser humano y constituyen una reserva importante de agua cuyos principales objetivos son apoyar el desarrollo agroindustrial y la generación de energía hidroeléctrica. Como actividades complementarias, pero de gran importancia, están la pesca comercial y turística y las actividades acuícolas.

Aunque en México los estudios de los lagos y embalses se han venido incrementado en los últimos años, en general, las investigaciones siguen siendo escasas y parciales sin que exista continuidad y por lo tanto se atienden problemas muy específicos, sin considerar al ecosistema como un todo. No obstante, existe una larga lista de investigadores de diversas dependencias e instituciones de enseñanza que actualmente se dedican al estudio de la limnología en lagos y embalses mexicanos. Alcocer

et al. (1993) señalan los aportes de investigadores extranjeros a fines del siglo XIX y principios del XX, entre otros: Osorio-Tafall, Fernando de Buen, Enrique Riojas, Evelyn Hutchinson, quienes se enfocaron al estudio principalmente de los lagos de Pátzcuaro, Michoacán; Cuitzeo, Michoacán; Chapala, Jalisco, y otros lagos de la región de Michoacán y Jalisco que han sido bases fundamentales en el conocimiento de la limnología de los cuerpos de agua dulce de México.

Los aportes de investigadores mexicanos a los estudios de los lagos y embalses abordan diferentes aspectos como los morfo-métricos, calidad del agua, productividad biológica, vegetación acuática, contaminación y biológico-pesqueros. Las contribuciones del doctor Álvarez del Villar en diferentes campos de la biología, marcaron toda una época; sus estudios sobre los peces de las aguas continentales aún son referencia para los ictiólogos modernos; de los limnólogos contemporáneos destacan los siguientes:

El doctor José Luis Arredondo-Figueroa ha realizado estudios de lagos y presas abordando diversos temas de la limnología y la acuacultura, junto con sus colaboradores publicó en el 2007 el libro *Limnología de presas mexicanas: Aspectos teóricos y prácticos*; la doctora Guadalupe de la Lanza Espino, que en el mismo año publicó el libro *Las aguas continentales de México: Conceptos y Casos*. En ambos libros se presenta un abanico de investigaciones tanto en lagos y presas que abordan problemas limnológicos claves.

También figuran el doctor José Luis García Calderón, profesor e investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana; el doctor Francisco García de León, actualmente investigador del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (Cibnor) con base en la Paz, B.C.; el doctor Javier Alcocer Durand, profesor e investigador de la Facultad de Estudios Superiores de Izta-cala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM),

quien es jefe del proyecto de investigación en Limnología; y el doctor Martín López Hernández, investigador del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Por supuesto que no son los únicos estudiosos de la limnología; existen otros en las diversas dependencias de gobierno, así como en escuelas, facultades y centros de investigación de las universidades del país, que con su labor aportan conocimientos que enriquecen y amplían lo que hasta ahora sabemos de los ecosistemas de agua dulce mexicanos.

Sinaloa es un estado eminentemente agrícola, y debido a que registra un largo periodo de sequía y una muy corta temporada de precipitaciones, es importante almacenar la mayor cantidad de agua posible, aprovechando las once corrientes que durante las lluvias acarrearán considerables volúmenes de agua, que se vertían al océano sin ningún tipo de aprovechamiento. Por este motivo se construyeron las presas almacenadoras de agua; una red importante de canales de riego y diques para su control y distribución.

Las presas fueron construidas sobre los cauces de los ríos en lo alto de la zona serrana, donde la situación socioeconómica de los pueblos (que habitan en los márgenes de los ríos) es crítica porque se carece de fuentes de empleo, de tal forma que la creación de los embalses en general, por un lado, es una fuente alimentaria con alto contenido proteínico, como son los peces, y por el otro, brinda la oportunidad de trabajar como pescadores y comercializar el producto (si la abundancia del recurso lo permite) es decir, los habitantes de estos pueblos se habilitan en un nuevo oficio: la pesca.

Como actividades complementarias se generan también empleos en la pesca deportiva y turística, y más recientemente las actividades acuícolas mediante la engorda de peces en jaulas flotantes y otros tipos de encierros.

La actividad pesquera y acuícola en las presas de Sinaloa está conformada por la captura de mojarra tilapia, bagre de

canal, carpa y lobina, ésta última permite el desarrollo de la pesca deportiva y turística. La producción pesquera en el 2013 superó las seis mil toneladas, con la mojarra como especie principal con poco más del 80 por ciento, generando empleo directo a poco más de 2 500 pescadores.

La pesca y turismo en las presas, se han enfrentado a diversos problemas, como por ejemplo, un mayor esfuerzo al que puede ser sostenible, de acuerdo con la abundancia de la población pescable, al uso de artes de pesca prohibidos, pesca ilegal, contaminación del agua, invasión de vegetación acuática que dificulta las actividades de pesca y navegación, además de sequías prolongadas y la consecuente disminución de los volúmenes de almacenamiento, todo lo cual afecta a la productividad biológica de los embalses y el normal desarrollo de las poblaciones de los organismos acuáticos.

Debido a la importancia que tienen las presas de Sinaloa en lo que se refiere al aporte de pescado de buena calidad, aunado a la demanda de la pesca deportiva y turística, y por la problemática que se presenta en su aprovechamiento, ha surgido la necesidad de desarrollar estudios que aborden aspectos morfo-métricos, de calidad de agua y pesqueros.

Se han hecho algunos estudios limnológicos sobre las características térmicas de la presa Las Higueras (Beltrán, 1987), Los Horcones (Beltrán *et al.*, 1990; 1993) y la presa Sanalona (Beltrán *et al.*, 1993), la presa Gustavo Díaz Ordaz (1997), la presa El Salto (Beltrán *et al.*, 1990; 1993).

Guardado (2004), investigó aspectos biológicos y pesqueros de la mojarra en la presa José López Portillo; Osuna (2004), estudió los aspectos reproductivos de la lobina en la presa El Salto; Martínez (2005), indagó el comportamiento de los factores físicos y químicos de la presa Adolfo López Mateos; Valdez (2008), estudió la edad y crecimiento de la mojarra en la presa Sanalona.

Durante 2007 Beltrán *et al.*, realizaron los Planes de Manejo Pesquero y Acuícola de las presas Miguel Hidalgo, Josefa Ortíz y Luis Donald Colosio y en 2010, los de las presas Gustavo Díaz Ordaz, Eustaquio Buelna y José López Portillo. El estudio más reciente es el de Téllez (2010), que estudió la hidrología de la presa Picachos, embalse de reciente creación.

MANEJO PESQUERO DE LOS EMBALSES

La ordenación de los embalses para la pesca exige una previa decisión sobre el objetivo para lo cual la pesca está siendo orientada o será desarrollada. Para el manejo de los embalses con fines pesqueros, pueden adoptarse dos estrategias básicas (Welcome, 2001): *a*) los enfoques conservacionistas ligados a la pesca deportiva que predominan en las regiones más desarrolladas económicamente; *b*) mientras que en las economías menos desarrolladas los embalses tienden a ser aprovechados para la producción de pescado dirigido fundamentalmente a la alimentación humana (pesca comercial). Por otro lado, no es raro que en algunas regiones se intenten aplicar ambos tipos de estrategias en un mismo embalse con los conflictos que esto acarrea.

La pesca en aguas continentales es un caso especial (en lo que se refiere a su manejo) debido a que la mayor parte de los embalses son controlados por intereses diferentes a los de la pesca, como la generación de energía eléctrica y la demanda para usos agroindustriales y urbanos, lo que significa que algunas de las políticas de apoyo para el desarrollo y manejo de los recursos pesqueros están sujetas a otras prioridades.

En la actualidad, una parte de los esfuerzos en el manejo de la pesca en embalses se dedica al manejo ambiental (o debería de ser así), para mitigar los impactos negativos de otras actividades sobre la misma (FAO, 1997c).

La ordenación pesquera responsable de los embalses implica un manejo ambiental encaminado a optimizar la pesca dentro de las restricciones externas impuestas por otras actividades de interés social. Estas últimas deberían ser acordadas entre todos los usuarios del agua, así como con otras partes interesadas, y mantenidas en el tiempo en la perspectiva de aumentar los beneficios sociales de los embalses (Quiroz, 2003).

CAPÍTULO 1 POTENCIAL HIDROLÓGICO DEL ESTADO DE SINALOA

La región Pacífico Norte está comprendida desde Sinaloa y parte de Chihuahua, Durango, Zacatecas y Nayarit. Políticamente está integrada por 51 municipios y abarca dos regiones hidrológicas (RH): la RH 10, con una extensión de 104 790 kilómetros cuadrados (km²) y la RH 11, con una extensión de 51 837 km², con una extensión total de 156 627 km², que corresponde al ocho por ciento del territorio nacional (mapa 1).

Mapa 1. Región Pacífico Norte



Fuente: Comisión Nacional del Agua.

Sinaloa cuenta con once presas, un significativo número de embalses, entre derivadoras, bordos y diques; el conjunto de la superficie inundada al nivel máximo ordinario es de aproximadamente 70 000 hectáreas (ha), con una capacidad de almacenamiento de poco más de 20 000 millones de metros cúbicos (Beltrán, 2003). El objetivo principal de su construcción fue almacenar agua durante la época de lluvias para cubrir las necesidades de este vital líquido durante el estiaje, el cual en esta región se prolonga durante aproximadamente ocho meses del año. Entre otros aprovechamientos de los embalses están la generación de energía eléctrica, la prevención de avenidas y, en los últimos años, las actividades de piscicultura extensiva, pesca deportiva y acuicultura se hacen cada día más importantes.

Las presas se han repoblado con especies de peces como la mojarra *Oreochromis aureus*, bagre de canal *Ictalurus punctatus*, carpa común *Cyprinus carpio*, carpa espejo *Cyprinus carpio es specularis* y lobina negra *Micropterus salmoides*. La producción pesquera obtenida del conjunto de los embalses para el 2011 fue de 6.5 mil toneladas, actividad que permite, a nivel estatal, el empleo de alrededor de 2 500 pescadores. Por su parte, la lobina propicia el desarrollo de la pesca deportiva que genera una importante entrada de divisas al país en general y a la entidad en particular.

En virtud de que la información limnológica y pesquera disponible sobre los cuerpos de agua continentales de Sinaloa es escasa, el Laboratorio de Limnología y Pesquerías de Agua Dulce de la Facultad de Ciencias del Mar, de la mencionada Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), se dio a la tarea de desarrollar investigaciones que permitieran contar con la información básica sobre la calidad del agua, la fauna ictiológica presente y los aspectos biológico-pesqueros (más importantes) que permitirán recomendar las acciones necesarias para el mejor aprovechamiento de las especies de importancia comercial.

El producto de esas investigaciones es este libro, que ha sido posible gracias a la participación de un vasto número de estudiantes de las especialidades de Biología Pesquera y Biología Acuícola que se imparte en la Facultad de Ciencias del Mar. Su participación se ha dado de diversas maneras, ya sea porque han participado en las prácticas de campo que se realizan como parte del curso de Limnología y de Fertilidad Acuática, o bien porque han participado como tesisistas en proyectos de investigación que el laboratorio ha desarrollado desde hace más de 20 años.

PRINCIPALES CUENCAS HIDROLÓGICAS DE SINALOA

El escurrimiento medio anual de las corrientes de agua de Sinaloa está en función del área de su cuenca, de tal manera que el río más caudaloso es el río Fuerte, con un área de 33 590 km² y un escurrimiento medio anual de 4 838 millones de metros cúbicos.

En la tabla 1 se muestran los principales ríos de Sinaloa, con el área de la cuenca y el escurrimiento medio anual.

Tabla 1. Principales corrientes de agua del estado de Sinaloa

Corriente	Superficie de la cuenca (km²)	Escurrecimiento medio anual (m³ x10⁶)
Río Fuerte	33 590	4 838
Río Sinaloa	12 260	1 608
Río	1 645	134
Río	4 086	746
Río Humaya	11 614	1 715
Río San	8 919	1 572
Río Elota	1 884	444
Río Piaxtla	6 166	1 357
Río Quelite	835	94
Río Presidio	5 614	1 082
Río Baluarte	4 653	1 518
Total	91 717	15 200

Los ríos Sinaloa y Humaya poseen cuencas de área similar, al igual que los volúmenes de sus escurrimientos, mientras que el río Tamazula y Baluarte difieren en el volumen de sus escurrimientos aunque el tamaño de sus cuencas son similares; esto se debe a que la densidad de corriente del Baluarte es dos veces mayor. Otro factor que también influye es la forma de la cuenca, porque la del río Tamazula es alargada y con menor probabilidad de lluvia intensa sobre su cuenca (Hammer y MacKichan, 1981).

Las cuencas más pequeñas son las de los ríos Quelite (835 km²) y Mocerito (1 645 km²), sus escurrimientos, por lo tanto, son igualmente pequeños, el caudal se mantiene tan sólo durante la época de lluvias y prácticamente desaparece durante el estiaje.

Mención especial merece el Piaxtla, único río que a la fecha no ha sido modificado por la construcción de obras hidráulicas. Su cauce amplio y limpio es la imagen que debieron tener los demás ríos de nuestra entidad antes de que se construyeran las presas, por ello se deberá implementar un proyecto de investigación multidisciplinario de su cuenca, con el objeto de establecer el uso sustentable de sus recursos.

Lo anterior tiene que hacerse pronto, ya que está en marcha el proyecto Elota-Piaxtla Segunda Etapa en los municipios de Elota, San Ignacio y Culiacán, que propone en 2015 iniciar la construcción de una infraestructura hidráulica de gran magnitud, que de acuerdo al resumen ejecutivo del proyecto traerá desarrollo para el campo en la región. La obra incluye la construcción de una presa de almacenamiento en “Las Juntas”, así como una derivadora en Ixpalino, para una zona de riego de aproximadamente 30 376 hectáreas.

Para aprovechar al máximo las corrientes de agua, que tradicionalmente se perdían al verterse al océano, diversas dependencias del gobierno han ejecutado proyectos de construcción de embalses de agua en estos ríos, buscando almacenar el mayor volumen de agua sin ocupar grandes áreas de terreno. Los objetivos

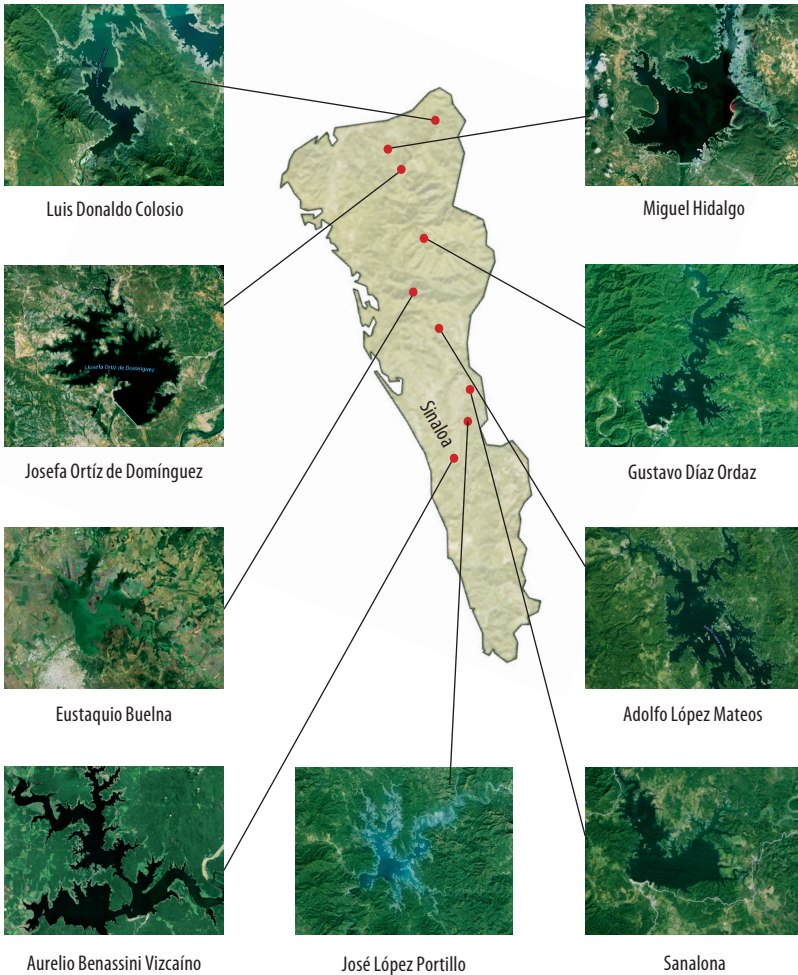
fundamentales de los proyectos han sido: *a)* disponer de agua durante todo el año, sobre todo cuando ésta escasea, y que permita el desarrollo de actividades agropecuarias; *b)* generar energía eléctrica y *c)* prevenir inundaciones. Como usos secundarios se señalan el desarrollo de actividades de pesca y recreación. Con los objetivos antes expuestos, las principales corrientes cuentan con su presa de almacenamiento y la mayoría de ellas disponen de una represa reguladora o derivadora del flujo de agua (tabla 2).

Tabla 2. Principales embalses del estado de Sinaloa

Corriente	Embalse	Superficie (ha) (NMO)	Volumen (x 10⁶ m³)
Río Fuerte	Miguel Hidalgo	13 200	3 355
Río Fuerte	Luis Donaldo Colosio	9 357	4 568
Arroyo Álamos	Josefa Ortíz	4 850	607
Arroyo Ocoroni	Guillermo Blake	2 700	350
Río Sinaloa	Gustavo Díaz Ordaz	7 000	2 900
Río Mocorito	Eustaquio Buelna	4 700	344
Río Tamazula	Sanalona	4 500	845
Río Humaya	Adolfo López Mateos	11 300	3 160
Río San Lorenzo	José López Portillo	9 200	3 400
Río Elota	Aurelio Benassini V.	3 200	450
Río Presidio	Picachos	2 100	300
A. Los Horcones	Los Horcones	250	14
A. Las Higueras	Las Higueras	300	13
A. El Peñón	Agustina Ramírez	150	7
La Campana	La Campana	150	6.5
Total		72 757	20 319.5

Fuente: CNA, 1989; Inegi, 1995; 2011.

Mapa 2. Ubicación geográfica de las presas de Sinaloa



Fuente: Elaboración propia

En el mapa 2 se muestra la ubicación geográfica de las principales presas del estado de Sinaloa.

Tomando en cuenta tanto la capacidad de almacenamiento como la superficie inundada, la presa Miguel Hidalgo es la más

importante, seguida por el embalse Adolfo López Mateos. Una de las presas de reciente construcción es la Luis Donaldo Colosio (Huites), construida sobre la cuenca del río Fuerte con 9 357 ha de superficie inundada y una capacidad de almacenamiento de 4 568 millones de metros cúbicos (MMm³). Más recientemente se construyó, sobre el río Presidio, la presa Picachos con una capacidad de almacenamiento de 327.7 MMm³ y una superficie inundada de 2 100 hectáreas.

Además de estos almacenamientos cuya superficie sobrepasa las 2 000 ha, existen alrededor de 65 pequeños cuerpos de agua, cuya superficie inundada oscila entre una y 1 000 ha, distribuidas en todo el territorio sinaloense; la superficie inundada por el total de cuerpos de agua continentales se aproxima a las 70 000 ha y un volumen total de almacenamiento de poco más de 20 mil millones de metros cúbicos.

CAPÍTULO 2

FAUNA ICTIOLÓGICA HABITANTE DE LOS EMBALSES DE SINALOA

En México, las autoridades encargadas de administrar la pesca han impulsado la utilización de los embalses para la producción de peces mediante su repoblamiento con diversas especies, tales como: mojarra tilapia, carpa, bagre y lobina, todas ellas importadas de otros países (Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo, 1986). Actualmente, a nivel nacional, la producción pesquera de especies de agua dulce se ha mantenido, en los últimos años, en poco menos de 100 mil toneladas de las que sobresale la mojarra tilapia con poco más del 70 por ciento. Lo anterior ubica a México, en el marco de los países del grupo de la Copescal (FAO, 2011) en el segundo lugar después de Brasil, que reportó 221 mil toneladas.

En Sinaloa, las pesquerías de agua dulce en los embalses se basan en la captura de las siguientes especies:

MOJARRA *Oreochromis aureus*

Taxonomía. Morales (1991) señala que de acuerdo con Berg y modificado por Trewavas (1983), las tilapias existentes en México se clasifican de la siguiente manera:

Cuadro 1. Posición taxonómica

Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Serie:	Pisces
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Perciformes
Suborden:	Percoidei
Familia :	Cichlidae
Género:	<i>Oreochromis</i>
Especie:	<i>aureus</i> (Steindachner, 1864)

*Oreochromis aureus.*

Las mojarras *Oreochromis* sp y *Tilapia* sp son géneros de la familia de los cíclidos, representados por cerca de cien especies (Morales *et al.*, 1970; Balarin y Hatton, 1979). La mayor parte son de origen africano y algunas de Asia. La gran resistencia y adaptabilidad al medio han hecho que estos géneros de peces sean considerados actualmente como uno de los más importantes en la piscicultura mexicana.

Los primeros organismos fueron introducidos a México el 10 de julio de 1964, procedentes de Auburn, Alabama, Estados Unidos (Morales, 1974; 1991), concentrándose para su posterior distribución en la estación piscícola de Temascal, Oaxaca. En 1978 se realizó una nueva introducción de mojarra, en este caso se trataba de *Oreochromis niloticus* procedente de Panamá, las

cuales se depositaron en la estación Ciprinicola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo (Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo, 1986).

Revisiones posteriores establecieron la presencia en México de las siguientes cuatro especies del género *Oreochromis*: *O. urolepsis hornorum*, *O. mosambicus*, *O. aureus* y *O. niloticus*. Actualmente se les encuentran diseminadas en la mayoría de los cuerpos de agua continentales del país, y para el caso de los ríos de Sinaloa, han empezado a desplazar a la mojarra verde nativa *Cichlasoma beani*.

El color de cuerpo es de una tonalidad gris, durante la época de reproducción los machos adquieren una coloración azul brillante en la cabeza, extendiéndose al cuerpo en un azul gris metálico, las aletas presentan una coloración rojiza y un rosa intenso en la aleta dorsal y caudal; las hembras reproductoras presentan una coloración anaranjada pálida, también poseen una coloración azul negruzca en la barbilla, aspectos coincidentes con lo señalado por Morales (1991).

De acuerdo con Arredondo y Tejeda (1989), esta especie tiene una área dentada muy densa en la parte central del hueso faríngeo, con una pigmentación café sobre las coronas que se pronuncia más sobre la parte superior; además, Tejeda (1987), menciona que el hueso faríngeo presenta un tallo aproximadamente igual a la longitud del área dentada, con dientecillos muy finos y lóbulos delgados sobre una forma acorazonada y alargada. Aleta dorsal con XV a XVI espinas, y 12 a 15 radios, aleta anal con III espinas, y 9 a 11 radios, y de 14 a 29 branquiespinas.


La descripción realizada para los organismos coincide con las características reportadas para la especie *Oreochromis aureus* (Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo 1986), aspectos que se refuerzan con la que realiza Mendivil (1992) para los reproductores de mojarra en el Centro Acuícola de "Chametla", Sinaloa.

BAGRE DE CANAL *Ictalurus punctatus*

Esta especie fue introducida con fines de piscicultura extensiva y aparece en pequeñas cantidades en la captura comercial. La posición taxonómica se presenta a continuación:

Cuadro 2. Posición taxonómica

Orden:	Teleósteos
Suborden:	Siluridae
Familia:	Ictaluridae
Género:	<i>Ictalurus</i>
Especie:	<i>punctatus</i>



Bagre de canal. Bagre de la presa Gustavo Díaz Ordaz.

El bagre es una especie relevante en las actividades deportivas-recreativas en México y otros países; su cuerpo es aplanado dorsoventralmente por su parte anterior. El dorso es de color gris o azul grisáceo con los costados plateados y puntos oscuros, su cabeza es grande y gruesa, con hocico amplio; el labio inferior presenta dos pares de barbas negras y en el superior un par, en donde inicia el ángulo de su boca existe un par de barbillas más pequeñas. Habita en aguas de poco flujo, con fondo de roca grava o arena, lo mismo prefieren aguas claras que turbias con vegetación sumergida o emergente, no obstante, evita la vegetación densa. Es una especie de hábitos nocturnos, refugiándose durante el día en la parte profunda de los embalses (Wellburn, 1988).

La especie es omnívora, consume restos de plantas y animales; en ocasiones es carroñera o predadora de especies menores. El pez adulto come en el fondo, mientras que el joven lo hace en la superficie. Los bigotes los utiliza para seleccionar el alimento que va a ingerir. Cardoza Martínez, *et al.* (2011), reportan que el bagre en la presa Lázaro Cárdenas se alimenta principalmente de Perciformes y Atheriniformes que corresponden a peces forrajeros, así como algas verdes del orden Charales; además, se encontraron en el contenido estomacal otros siete órdenes de invertebrados: Schizodonta, Odonata, Himenóptera, Orthoptera, Hemíptera, Homóptera y Scorpionida; el orden Perciforme constituyó casi la mitad del total del peso del contenido estomacal, seguido por los órdenes Atheriniformes y las clorofitas. Una característica distintiva de la especie la constituyen sus hábitos nocturnos; durante el día se le encuentra en las áreas profundas de los cuerpos de agua (Martínez, 1999).

El bagre alcanza un peso de 200 a 350 gramos (g) en un tiempo de ocho a 12 meses, dependiendo de las condiciones ambientales y disponibilidad de alimento. Los adultos se reproducen a la edad de dos a cuatro años, cuando pesan de 1.5 a 4.5 kilogramos (kg), presentan dimorfismo sexual con fecundación externa. La época de reproducción es de abril a agosto, en aguas con temperaturas de 20 °C a 30 °C. El macho construye un nido en los fondos de los lagos o ríos, excavando en la arena que se encuentra junto a piedras o troncos. La hembra desova en el nido, es entonces cuando el macho fecunda los huevecillos y se encarga de incubarlos, aireándolos con movimientos fuertes de sus aletas pectorales y pélvicas, durante un período de 5 a 10 días, esto dependiendo de la temperatura ambiente que no debe ser menor a los 21 °C.

CARPA COMÚN *Cyprinus carpio communis*
Y CARPA ESPEJO *C. carpio specularis*

Su cuerpo es robusto, poco comprimido y ligeramente curvado en el vientre, cubierto por escamas gruesas de tipo clicloideas, una abundante capa de mucus que la protege de los cambios de pH en el agua y de ectoparásitos, aletas dorsal y anal con espina aserrada en la parte anterior (característica de esta especie); generalmente barbas presentes y dientes faríngeos (cuadro 3). Alcanza los 60 cm y peso de 9.0 kilogramos. Su cabeza es grande y está limitada en el extremo anterior por la boca, que es relativamente chica (Shireman y Smith, 1983).

Cuadro 3. Posición taxonómica

Orden:	Cyprinoidea
Superfamilia:	Cyprinidintiforme
Familia:	Cyprinidae
Género:	<i>Cyprinus</i>
Especie:	<i>carpio</i> (Linnaeus, 1958)
Nombre común:	Carpa común
Variedad:	<i>especularis</i>



Especímenes de carpa capturados en la presa José López Portillo, Sinaloa.

Es una especie originaria de Asia, en los siglos XI y XII fue introducida en Europa. Alrededor del año 1831 los inmigrantes llegados a los Estados Unidos las introdujeron en el río Hudson. En México las referencias de introducción de las especies para acuicultura datan de la década de 1960, provenientes de Brasil (Hepher y Pruginin, 1985).

La carpa presenta un color verdoso olivo en su dorso y vientre blanco amarillento. Su boca se orienta hacia abajo y está equipada con dos barbillas sensoriales laterales y dos labios carnosos, lo cual le da una extraordinaria sensibilidad para encontrar comida (que es variada, ya que es un pez omnívoro) y se alimenta principalmente de moluscos, larvas, gusanos, cangrejos de río y materia orgánica de los fondos lodosos.

Prefiere las aguas estancadas con abundante vegetación y poca profundidad. Requiere de poca cantidad de oxígeno para sus funciones vitales (tres miligramos por litro, mg/l), hecho que facilita su adaptación a los medios más hostiles. Tiene además una gran tolerancia a las variaciones térmicas. Se conoce de adaptaciones a medios tropicales y también se ha comprobado que resiste las aguas frías sin inconveniente (Page y Burr, 1991).

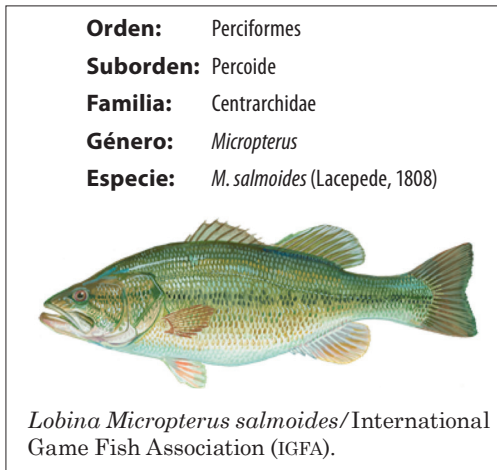
Su reproducción tiene lugar a fines de la primavera. El agua no debe de tener temperaturas inferiores a los 17 °C; una hembra adulta desova aproximadamente 300 mil ovocitos que son fertilizados por la noche. Entre tres o cuatro machos cortejan a una hembra, al tercer día nacen los alevines, que tienen una longitud de 0.5 centímetros, e inmediatamente comienzan a alimentarse de algas y zooplancton, teniendo particular predilección por los rotíferos o “animales rueda”.

Al estado de Sinaloa, la carpa común *Cyprinus carpio communis* y la carpa espejo *C. carpio specularis*, fueron introducidas por el Instituto Mexicano del Agua de la Comisión Nacional del Agua, con el propósito de utilizarlas como controladoras de malezas acuáticas (Acosta, 1997) .

LOBINA *Micropterus salmoides*

La lobina llegó a México procedente de los Estados Unidos en 1901, y los primeros especímenes fueron introducidos en la presa La Boquilla, Chihuahua, conocida como Lago Conchos (Robbins y Mac-Crimmon, 1974). Actualmente su distribución se establece desde el sur de Ontario a Iowa a través de Texas, el noroeste de México y al este de Florida y Virginia (McPhail, 2007).

Cuadro 4. Posición taxonómica



Micropterus salmoides es ahora uno de los peces de agua dulce de mayor distribución en el mundo, principalmente debido a su popularidad como un pez para la pesca deportiva (Brown *et al.*, 2009). En México la lobina se ha diseminado en la mayoría de los cuerpos dulceacuícolas en los que ya forma parte de las especies explotadas comercialmente y ha favorecido el desarrollo de actividades pesqueras y turísticas.

La lobina negra pertenece a la familia de los centrárquidos, de color verde oscuro en el dorso con flancos más claros, una

franja irregular longitudinal de color negro sobre ella y en ocasiones también debajo manchas oscuras sueltas, vientre blanco con brillo plateado rojizo y rayas inclinadas oscuras en la cabeza; de cuerpo alargado con la edad, el dorso ancho muy comprimido, cabeza grande (un cuarto de largo del pez), el maxilar llega detrás del ojo y puede alcanzar entre 13 y 18 cm de diámetro en edad adulta, la aleta dorsal con un pronunciado corte, la parte delantera entre 9-10 radios espinosos y la parte trasera uno espinoso y 12-13 blandos, la aleta anal con tres radios espinosos y 10-11 blandos, aletas pélvicas con radios libres y aleta caudal ancha escotada con 20 a 30 radios blandos. En óptimas condiciones de clima y alimentación, la lobina negra (hembra) puede alcanzar tallas entre 80 y 85 cm y pesar de seis a ocho kilogramos. Puede vivir entre seis y ocho años en lugares calientes, mientras que en lugares fríos superan la década.

La lobina negra es un pez adaptable y poco exigente con el medio, lo que explica en gran medida su éxito y expansión por las aguas de todo el mundo, no obstante requiere de mínimas características para sobrevivir, como lo son, los niveles del pH (6.5-8.5), salinidad (0.5 a 5 partes por millón, ppm) y el oxígeno debe de ser mayor a 3 mg/l (Lasenby y Kerr, 2000). La lobina habita en zonas de mediana profundidad donde la oxigenación es buena y la temperatura del agua se mantiene sin mucha variación durante el día. Los sitios favoritos de la lobina son aquellos que le brinden protección y alimentación y esto puede ser entre árboles, maleza acuática, bajo muelles o árboles, islas o montículos rocosos y todo aquello con cambios bruscos de profundidad.

Stein (1970) examinó estómagos de lobina juveniles de dos y cuatro cm y reportó que se alimenta de cladóceros, copépodos y larvas acuáticas de dípteros. En especímenes adultos el mismo autor encontró que consumen fundamentalmente peces.

La temperatura óptima de crecimiento de los adultos es entre 24 °C y 30 °C (Stuber *et al.*, 1982). La temperatura mínima

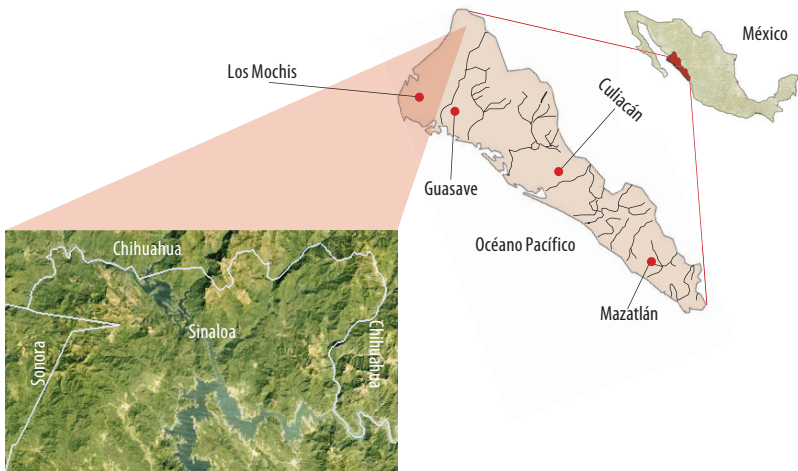
que permite el crecimiento es de 15 °C. Para la reproducción e incubación la temperatura óptima es de 20 °C y 21 °C con un intervalo entre 13 y 26 °C (Kelley, 1968). El crecimiento cesa por debajo de los 15 °C y arriba de los 32 °C (Stuber *et al.*, 1982).

CAPÍTULO 3

PRESA LUIS DONALDO COLOSIO, "HUITES"

La presa es conocida como "Huites" se terminó de construir en 1995. Regula el flujo de las aguas de los ríos Fuerte y Chiniipas, los cuales confluyen en la parte central del cuerpo de agua. Se localiza en el municipio de Choix, Sinaloa, las coordenadas

Mapa 3. Ubicación geográfica de la presa Luis Donaldo Colosio



Fuente: Elaboración propia.

26° 54' 15" a 27° 00' 45" latitud Norte y 108° 07' 45" a 108° 25' 45" de longitud Oeste. En su nivel máximo ordinario, el embalse alcanza una superficie de aproximadamente 9 317 hectáreas y almacena un volumen de agua de 4 568 millones de metros cúbicos. Cuando el embalse alcanza su máximo nivel se extiende por su lado noreste hacia territorio del estado de Chihuahua. Los objetivos principales del embalse son almacenar agua para su uso posterior en actividades agrícolas y para la generación de energía eléctrica. Actualmente se utiliza, además, para la pesca comercial y deportiva (mapa 3).

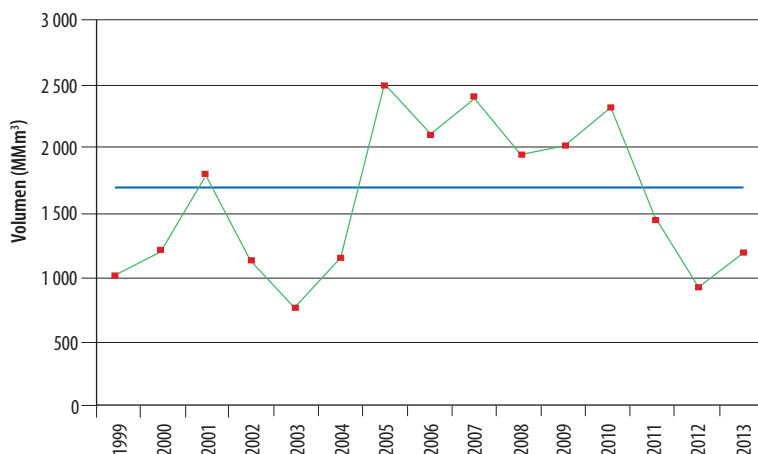
COMUNIDADES BIOLÓGICAS DE LA RIBERA

De acuerdo a la Carta de uso de suelo y vegetación; Inegi (1984) y Rzedowski (2006), la vegetación característica de la región está conformada por selva baja caducifolia, caracterizada por la asociación *Acacia cymbispina-Croton flavescens*.

COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN

La variabilidad observada en el comportamiento del volumen de agua almacenada en el embalse en los últimos 15 años muestra, de alguna manera, los efectos de las épocas de lluvia y estiaje en la cuenca de captación de los ríos tributarios. En los primeros años se inicia su llenado y se mantiene por debajo de la media de los años analizados. En el período 2002-2004, los volúmenes almacenados fueron bajos, recuperándose y manteniéndose por encima del promedio en los años siguientes. En el 2011, registra de nuevo bajos almacenamientos. El promedio del volumen almacenado en el periodo analizado es de 1 574 MMm³ (gráfica 1).

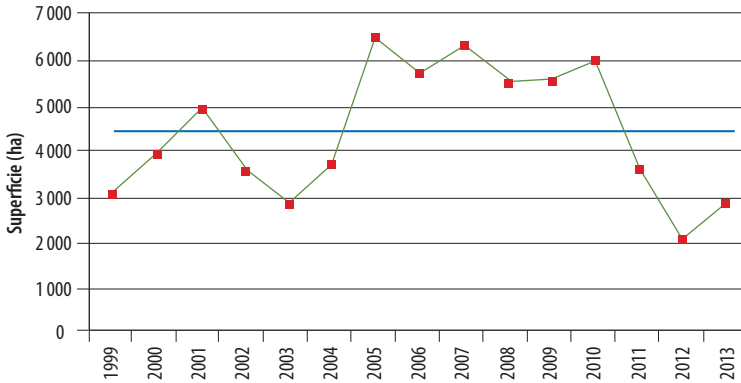
Gráfica 1. Comportamiento del volumen de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los reportes de CNA, la superficie inundada tiene relación directa con los volúmenes de agua almacenados. La superficie cubierta en el periodo 1999-2003 osciló entre 2 750 y 4 895 ha. Posteriormente, se registró un incremento que alcanzó 6 400 hectáreas en el 2005. Entre este último año y el 2010 se observa una ligera variación con valores entre 5 450 y 6 200 hectáreas. Los últimos tres años se caracterizaron por ser años de escasas precipitaciones en la región, de tal manera que la superficie inundada de la presa disminuyó de manera significativa, registrando, en el 2012, su valor más bajo de 2 000 hectáreas. El promedio observado durante el periodo de 14 años analizado es de 4 337 hectáreas (gráfica 2).

Gráfica 2. Comportamiento de la superficie inundada



Fuente: Elaboración propia.

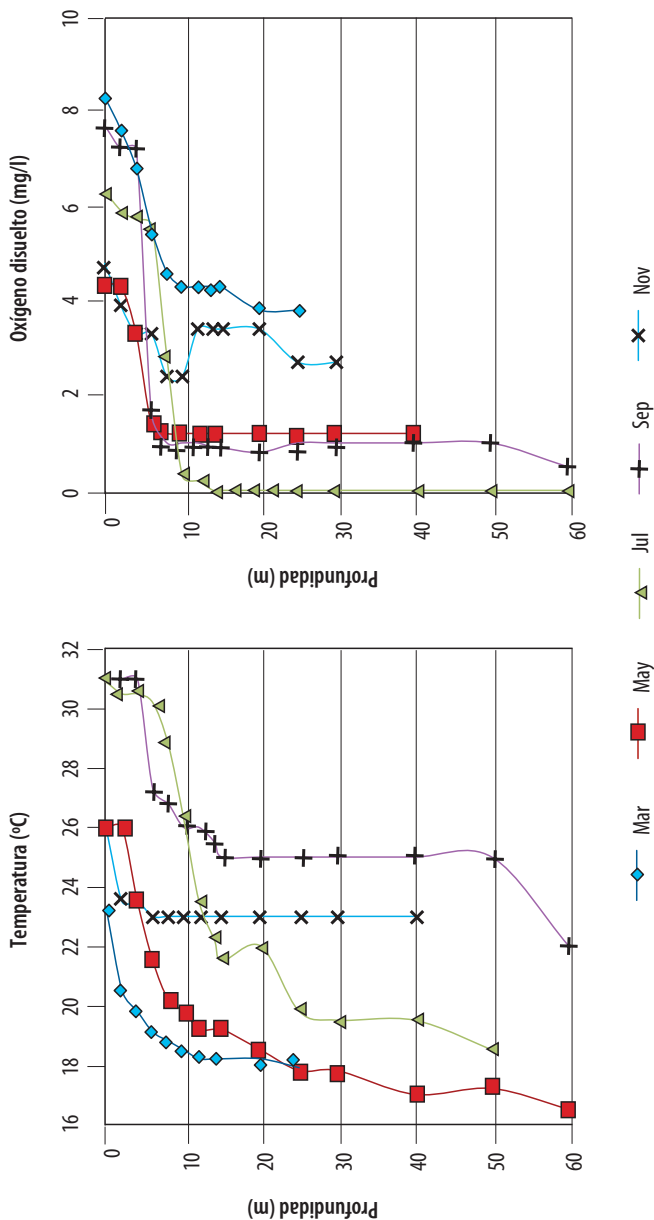
TEMPERATURA DEL AGUA

Durante la época de invierno el agua se enfría de tal manera que durante el mes de marzo se registran alrededor de los 23 °C en la parte superficial y se comporta de manera homogénea con la profundidad; el efecto del viento logra inducir movimientos de mezcla del agua que alcanza las zonas más profundas. Conforme avanzan los meses la temperatura del agua se incrementa progresivamente y en julio y septiembre alcanza la temperatura más elevada, ya que sobrepasa los 30 °C en superficie, con una clara estratificación, en la cual la capa superficial (epilimnio) es más caliente, siguiendo con la capa intermedia o metalimnio, donde se presenta el gradiente térmico o termoclina, y finalmente una capa de fondo más fría denominada hipolimnio, (gráfica 3).

OXÍGENO DISUELTO

Las fuentes de oxígeno en el agua son la actividad fotosintética y la difusión de la atmósfera al agua; la mezcla del agua lo

Gráfica 3. Comportamiento de la temperatura y el oxígeno disuelto



Fuente: Elaboración propia.

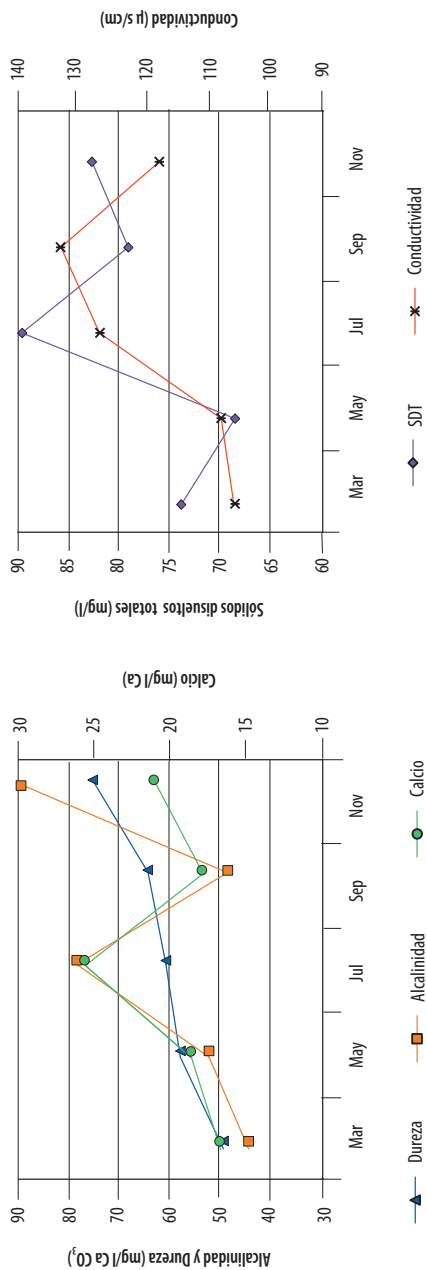
transfiere a las zonas profundas de los cuerpos de agua. Este gas es importante, ya que lo requieren los organismos aeróbicos, tales como los peces. La concentración de oxígeno disuelto es más alta en la parte superficial y disminuye hacia la parte profunda donde, en algunos meses del año, llega a ser escaso, condición que se le conoce como hipoxia, o bien hay ausencia total de oxígeno (anoxia). Este fenómeno de carencia total de oxígeno se registra durante la época del año en la que se presenta la estratificación por temperatura.

La anoxia es común en los embalses de la región, dado que el vaso de almacenamiento fue llenado sin extraer la vegetación existente y, una vez que el agua se ha almacenado, inicia un proceso de descomposición de la materia orgánica, proceso que utiliza oxígeno disuelto. Durante la época fría la homogeneización térmica en la columna de agua facilita su mezcla hacia las partes profundas del embalse, lo cual permite que el oxígeno disuelto alcance mayores profundidades (gráfica 3).

OTRAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

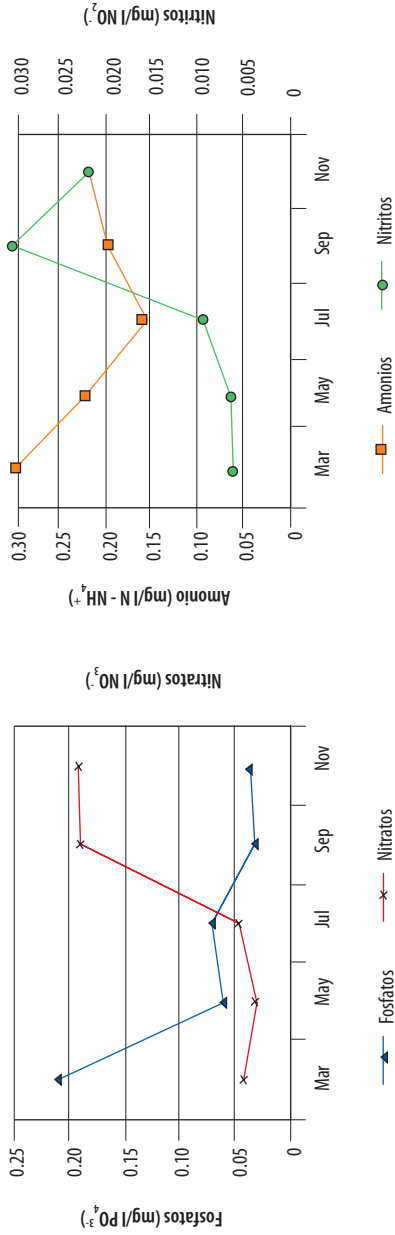
Entre las características físico-químicas indicadoras de calidad del agua del embalse destacan la dureza, alcalinidad, pH, conductividad y nutrientes, por mencionar algunos. Los principales cationes causante de la dureza son: Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} Fe^{+2} y Mg^{+2} (Sawyer y McCarty, 2003), en este embalse su concentración varía entre 50 y 74.3 mg/l CaCO_3 , por lo cual se encuentra entre aguas blandas y duras (gráfica 4). La alcalinidad es indicadora de la presencia de los carbonatos (CO^{-2}), bicarbonatos (HCO^{-3}) y oxidrilos (OH^{-}), de éstos, los más abundantes en las aguas naturales son los bicarbonatos a valores de pH entre seis y ocho. Desde el punto de vista biológico, las aguas con valores altos de dureza y alcalinidad son las más productivas (Boyd, 1990).

Gráfica 4. Comportamiento de algunas variables físico-químicas



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 5. Variación de la concentración de nutrientes



Fuente: Elaboración propia.

En los trópicos la conductividad está más relacionada con la naturaleza geoquímica de la cuenca de captación y su valor varía principalmente con las épocas de lluvias y estiaje, así como su estado tráfico (Roldan-Perez y Ramírez Restrepo, 2010). Los registros de conductividad con valores por arriba de los $100 \mu\text{Scm}^{-1}$ refiere (junto con los valores de los sólidos disueltos totales) aguas de baja concentración de iones. Los nutrientes (nitratos y fosfatos) son los responsables de la productividad primaria en los ecosistemas acuáticos y llegan al embalse por la vía de los escurrimientos, además de reciclaje interno, su concentración en este embalse se considera moderado (gráfica 5).

FAUNA ICTIOLÓGICA

Una vez construido el embalse, se procedió a la introducción de peces que pudieran ser aprovechados como fuente de proteínas y que potencialmente pudieran ser utilizados para la pesca doméstica por parte de los habitantes de pueblos ribereños. De acuerdo con informes de la Subdelegación de Pesca de Sinaloa, la introducción de mojarra y lobina al embalse se realizó por primera vez en el año de 1997. Las poblaciones de bagre de canal *Ictalurus punctatus* y de mojarra coqueta *Lepomis macrochirus*, corresponden a organismos que habitaban el río y que quedaron atrapados en el embalse. La mojarra verde *Cichlasoma beani* y la sardinita de río *Dorosoma smithi* son habitantes usuales de las aguas del río que ha sido embalsado.

La introducción de carpa se realizó a mediados de los noventa como parte de un programa de control de malezas acuáticas, desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, dependiente de la Comisión Nacional del Agua (Acosta, 1997). Actualmente se encuentra establecida una pesquería de

la mojarra *O. aureus*, bagre de canal *I. punctatus*, lobina *M. salmoides* y carpa *Cyprinus carpio*.

Tabla 3. Fauna ictiológica presente en el embalse

Nombre común	Nombre científico	Condición	Fines
Mojarra	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida	Pesca comercial
Bagre	<i>Ictalurus punctatus</i>	Introducida	Pesca comercial
Lobina negra	<i>Micropterus salmoides</i>	Introducida	Pesca comercial y deportiva
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Introducida	Pesca comercial
Mojarra verde	<i>Cichlasoma beanii</i>	Nativa	
Sardinita de agua dulce	<i>Dorosoma smithi</i>	Introducida	Forrajera
Mojarra coqueta	<i>Lepomis machrochirus</i>	Introducida	Forrajera

Fuente: Elaboración propia.

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LAS ESPECIES DE IMPORTANCIA COMERCIAL

La mojarra *O. aureus* no se ha establecido adecuadamente en el embalse debido a que la morfometría del vaso de almacenamiento no reúne las características necesarias que los peces requieren para encontrar el alimento en calidad y cantidad suficiente para cubrir sus requerimientos, así como las zonas de anidación donde puedan llevar a cabo la reproducción.

Reproducción

De acuerdo con el desarrollo de las fases de madurez de las gónadas, la reproducción de la mojarra se presenta durante todo el año, pero con mayor actividad reproductiva durante los meses de abril, mayo y junio. Su fecundidad promedio es de 2 100 ovocitos en una sola puesta, acumulando hasta 5 000 en la temporada; en cambio, la lobina registra su actividad reproductiva

durante enero y marzo, con una fecundidad absoluta que varía de 9 895 a 22 639 ovocitos; por lo que se refiere al bagre, manifiesta actividad reproductiva del mes de abril hasta el mes de noviembre, su fecundidad varió de 1 886 a 6 127 ovocitos.

Un dato biológico-pesquero relevante para el manejo de la pesquería es la talla de la primera madurez, que en la mojarra es de 19.5 cm y para lobina y el bagre es de 33.7 centímetros.

Alimentación

Los componentes alimenticios de la mojarra son principalmente organismos del plancton y materia orgánica durante toda su vida. El bagre, carpa y lobina consumen plancton en su etapa juvenil, conforme crecen, cambian sus preferencias alimenticias. El bagre consume materia orgánica principalmente, además de mostrar preferencia por restos de otros peces e insectos. La alimentación de la lobina juvenil-adulta es preferentemente insectos y otros peces, por lo que se considera de alimentación carnívora con preferencia hacia otros peces con los que comparte su hábitat.

Mortalidad

La tasa de mortalidad total generada por el uso de la red agallera de cuatro pulgadas de luz de malla se estimó en $Z = 2.45$; la mortalidad natural estimada fue de $M = 0.916$ y la mortalidad por pesca fue de $F = 1.536$. La tasa de explotación se estimó en 0.6269.

Productores

Para llevar a cabo la explotación de los recursos pesqueros de la presa en la modalidad de pesca comercial, se organizaron 12 Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP). Después de un proceso de depuración de socios, se registraron ocho organizaciones que aglutinaron cerca de 274 personas, todas provenientes de poblaciones que fueron afectadas por la construcción del embalse (tabla 4).

Tabla 4. Relación de Sociedades Cooperativas

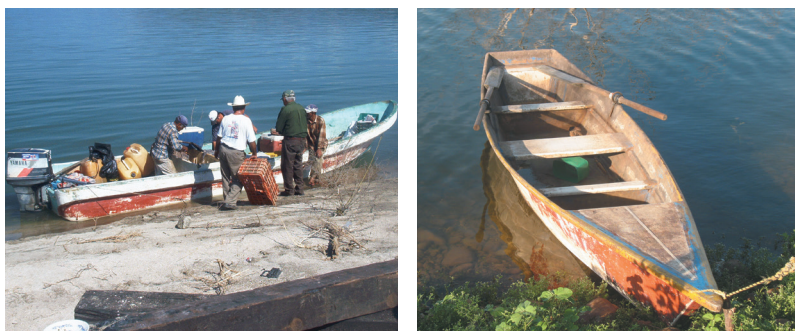
Nombre	Núm. de socios
SCPP Hermano Aarón Zamorano	10
SCPP Comunidad de Huites	12
SCPP El tori	10
SCPP Renato Vega Alvarado	10
SCPP Juan S. Millán	10
SCPP Ejido Huites	25
SCPP 18 de Abril	183
SCPP Ejido boca de arroyo	14
Total	274

Fuente: Elaboración propia.

Origen de los pescadores

- Los miembros de la cooperativa 18 de Abril provienen de los ejidos Los Pozos, Cajoncito, Reparó, La Huasa, Los Molinos, Tacopaco, Mezquite Caído y Cochicari.
- La cooperativa Hermano Aarón Zamorano aglutina a pescadores que provienen de las comunidades de El descanso, Tacopaco y el pueblo mayo Huites, Choix.
- Los miembros de la SCPP Comunidad de Huites provienen de la comunidad Las Cruces y de la colonia Huites en Choix.
- Los agremiados de la SCPP El Tori provienen de las comunidades de Cabanillas y el Fuerte.
- La cooperativa Renato Vega cuenta con pescadores que provienen en su totalidad de la comunidad Nuevo Techobampo.
- Los miembros de la SCPP Huites, provienen de la comunidad El Descanso y la colonia Huites, en el pueblo de Choix.
- Los cooperativistas de Boca de Arroyo provienen de Choix y la comunidad de Taunitas.
- Los agremiados de la cooperativa Luis Donaldo Colosio, provienen en su totalidad de la comunidad Mezquite Caído.

Para llevar a cabo las actividades de extracción se tienen 267 embarcaciones registradas y solamente dos motores. Esto es un indicador de que la mayoría de las embarcaciones son de tipo cayuco construidas de lámina galvanizada y madera propulsada por un par de remos.



Embarcación recolectora de pescado y cayuco utilizados en las labores de pesca.

ARTES DE PESCA

Las artes de pesca utilizadas son entre 2 740 y 4 050, y son redes de enmalle de entre 35-40 m de largo, cinco de ancho, de monofilamento calibre 020 y 025, color verde, para la captura de mojarra, bagre y carpa. Otras artes de pesca, cuyo número no se ha cuantificado, son las nasas, las cuales utilizan para la captura de bagre principalmente.



Nasa para la pesca principalmente de bagre.

PESCA COMERCIAL

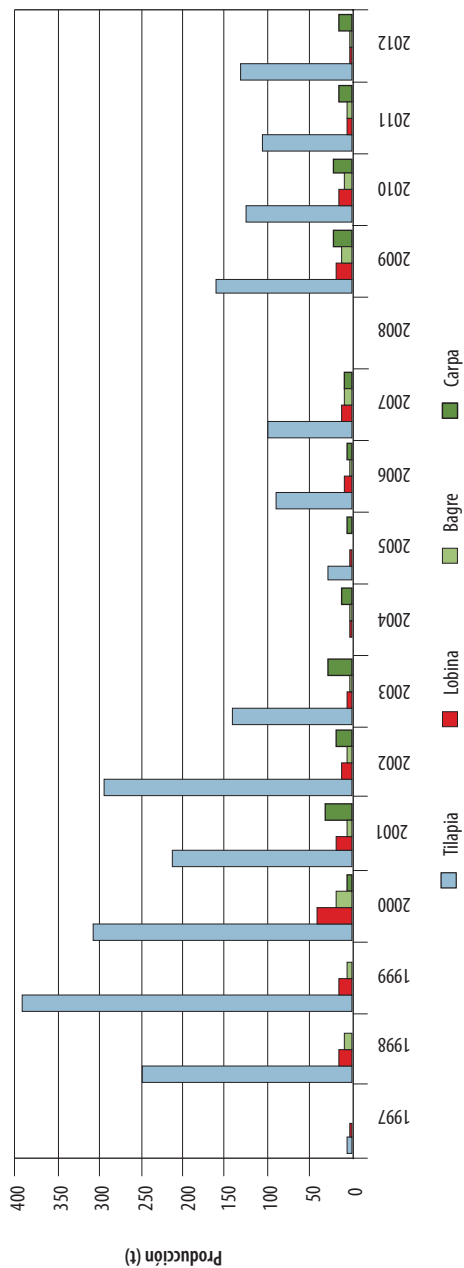
La actividad pesquera se inició a fines de 1997, y sólo se pescó unos días en diciembre de ese año. La actividad se interrumpió por incosteable, porque las poblaciones de peces (capturables con redes agalleras de 4.5 pulgadas) eran poco abundantes. Al siguiente año, se reinició la pesca en enero y se mantuvo hasta abril (dejando de pescar de mayo a agosto). En septiembre y octubre se reactivó la actividad. En la actualidad, las actividades pesqueras están reguladas por la Norma Oficial Mexicana NOM-025-PESC-1999 (publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 9 de febrero de 2000), la cual se encuentra en proceso de revisión y actualización de acuerdo con la normatividad. Las actividades de la pesca deportiva están reguladas por la NOM-017-PESC-1994 (DOF 9 de mayo de 1995). Además debe considerarse la NOM-009-PESC-1993 (DOF 4 de marzo de 1994).

PRODUCCIÓN PESQUERA TOTAL Y POR ESPECIE

La máxima producción obtenida en el año de 1999 rebasó las 400 toneladas, de las cuales, 391 correspondieron a la mojarra. En los siguientes años hubo una tendencia a disminuir, de tal manera que en los años 2004 y 2005 sólo se cosecharon 59 y 38 toneladas respectivamente.

La composición por especie indica claramente la predominancia de la mojarra sobre el bagre, lobina y carpa. Esta última especie aparece en los registros de pesca hasta el 2000 y al siguiente año el volumen de su captura superó a la lobina y bagre (gráfica 6).

Gráfica 6. Producción pesquera total y por especie



Fuente: Elaboración propia.

La participación porcentual de cada una de las especies comercialmente aprovechadas indica que la mojarra alcanza un poco más del 80 por ciento del porcentaje restante, el 10 por ciento corresponde a la carpa y el 6.7 por ciento a la lobina.

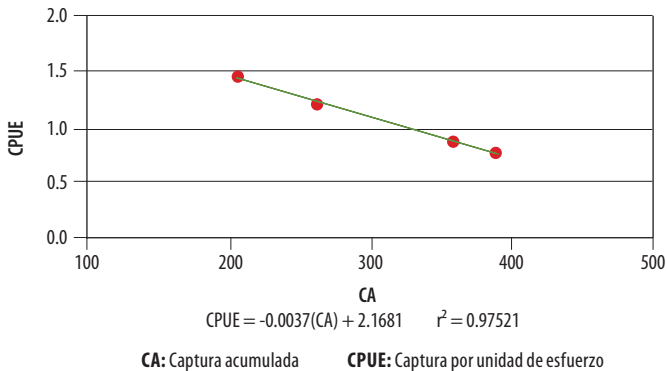
TAMAÑO DE LA POBLACIÓN

Estimar el tamaño de la población de mojarra en el embalse permitió saber la cantidad de pescado que puede ser extraído sin afectar a la renovación natural de la población. Para ello, se utilizó el modelo de Leslie y Davis (Morales-Bojórquez, 1995) (gráfica 7).

Captura por unidad de esfuerzo

Producción t	CA	Esfuerzo Núm. de pescadores	CPUE
168.2	205.1	300	1.46270112
56.2	261.3	300	1.14810563
95.9	357.2	300	0.83986562
33.6	390.8	300	0.76923077

Gráfica 7. Relación captura por unidad de esfuerzo contra captura acumulada



Fuente: Elaboración propia.

El modelo que explica la relación entre la captura acumulada y la Captura por Unidad de Esfuerzo es el siguiente: $CPUE = -0.003CA + 2\ 168$; con un coeficiente de correlación $r^2 = 0.975$. El tamaño de la población de mojarra en el embalse en 722.6 toneladas por temporada de pesca. Al comparar el promedio de captura de los últimos cuatro años (con el estimado del tamaño de la población capturable) resulta que la explotación del embalse no ha alcanzado su Rendimiento Máximo Sostenible.

REPOBLAMIENTO

Una vez puesto en operación el vaso de la presa, se decidió en un primer momento, que se utilizara única y exclusivamente en la pesca deportiva, por lo que en 1997 se introdujeron 2 500 organismos de lobina negra (*Micropterus salmoides*) de parte de la Organización de Pesca Turística de la Secretaría de Turismo, Delegación los Mochis, sin embargo, con esa opción no se cubrían las expectativas de empleo de los pobladores que habían sido desalojados de sus tierras por la construcción de la presa, por lo que se gestionó ante el gobierno del Estado que se permitiera la pesca comercial de mojarra, por ello en el año de 1998 la presa fue sembrada con 6.1 millones de crías de mojarra tilapia de la especie *Oreochromis aureus* proveniente de los centros piscícolas de la Sagarpa ubicados en El Varejonal y en Chametla, ambos en el estado de Sinaloa, por lo que actualmente la presa se encuentra abierta a la pesca deportiva, comercial y de consumo doméstico. Debido a la morfometría del embalse, las zonas propicias para la reproducción natural de las especies son escasas, en particular de la mojarra, especie principal que forma parte de la población a explotar, por lo que se requiere de la resiembra con alrededor de 2 000 crías/ha anualmente (entre cuatro y cinco millones), lo que permite alcanzar el rendimiento pesquero potencial estimado. No se recomienda, al momento, la introducción de nuevas especies.

Durante 2013, se sembraron un total de 8.3 millones (Departamento de Acuacultura del Gobierno del estado).

***Infraestructura instalada
para la producción de crías de mojarra***

Se observa que el centro reproductor geográficamente se ubica en las coordenadas $26^{\circ} 49' 35''$ y $108^{\circ} 22' 14.79''$. Se construyó en el 2009 por la Federación Regional de Sociedades Cooperativas, Las Taunitas, Choix, Sinaloa, y consta de 20 estanques de concreto de 100 metros cuadrados cada uno, dos estanques con bordos de tierra cubiertos con geomembrana de 1 mm de espesor de $1\ 400\ m^3$ cada uno. Un edificio de usos múltiples de 300 metros cuadrados de construcción de concreto, en el que se encuentra la sala de incubación, sala de empaque, bodega, laboratorio, oficina, baños y habitación del técnico. Su capacidad de producción de crías es de 12 millones por temporada.



Vista panorámica del Centro Reproductor de la presa Luis Donaldo Colosio.

PESCA DEPORTIVA Y TURISMO

Existen seis prestadores de servicios turísticos y de pesca deportiva en el embalse, tres de ellos dan servicio toda la temporada: El campo Huites, Buena vista, Trophy Bass.

La pesquería comercial y deportiva que se lleva a cabo en el embalse está regulada por lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM -025-Pesc-1999 para el aprovechamiento de los recursos pesqueros en el embalse. Sin embargo, al parecer, no se respetan en su totalidad los lineamientos establecidos en dicha norma.

REGULACIONES PESQUERAS

Las medidas que se recomiendan en el Plan de Manejo Pesquero y Acuícola del embalse para lograr el uso óptimo, racional y sustentable de los recursos pesqueros son las siguientes:

- Mantener el esfuerzo pesquero en términos de número de pescadores.
- Establecer el esfuerzo pesquero en términos de artes de pesca en 15 redes por pescador.
- Utilizar redes agalleras de 3 ¾" y 4" de luz de malla de hilo calibre 0.25.
- Utilizar la nasa para la pesca de bagre con las siguientes características: un metro de alto, 0.5 m de diámetro, de malla alquitranada de una pulgada de luz. La carnada debe de ser salvado mezclado con harina.

Las tallas mínimas de captura recomendadas son las siguientes:

*Cuadro 5. Tallas mínimas
de captura recomendadas*

Mojarra:	260 mm de longitud total
Bagre:	320 mm de longitud total
Lobina:	350 mm de longitud total
Carpa:	350 mm de longitud total

- Se recomienda que se establezca una veda tipo reproductiva para mojarra, bagre y carpa del primero de mayo al 31 de agosto.
- Se debe de establecer una cuota de captura de 300 kg por pescador por decena, trabajando únicamente dos decenas por mes durante ocho meses del año.
- Se recomienda realizar los estudios hidrológicos, biológicos y pesqueros en la presa para actualizar el Plan de Manejo Pesquero-Acuícola y Turístico del embalse.

CAPÍTULO 4

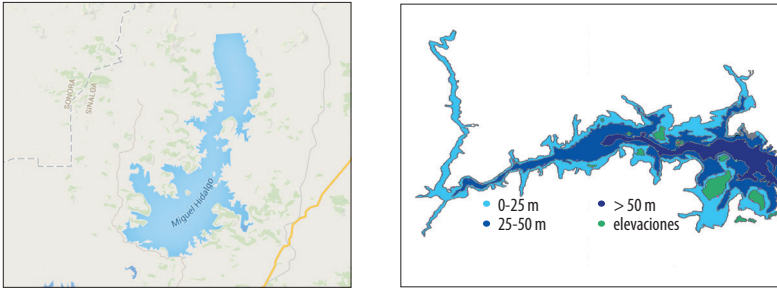
PRESA MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA

La presa tiene una capacidad de almacenamiento de 3 600 millones de metros cúbicos, cubriendo una superficie total de 12 200 ha, se construyó hace más de 40 años, con objeto de cubrir las necesidades de riego, generar energía eléctrica y control de avenidas. Adicionalmente se utiliza para la pesca comercial y deportiva. Se localiza a 15 km aproximadamente al oeste de la población de El Fuerte, sobre el río del mismo nombre, en el municipio de El Fuerte, en Sinaloa (mapa 4).

Cuadro 6. Datos de identificación de la presa

Nombre:	Miguel Hidalgo y Costilla
Fecha de construcción:	Periodo 1950-1956
Ubicación:	Municipio de El Fuerte, Sinaloa
Localización:	15 kilómetros al oeste de El Fuerte
Río Que Embalsa:	Río Fuerte

Mapa 4. Ubicación y batimetría de la presa Miguel Hidalgo



CLIMA DE LA REGIÓN

El clima que impera en la zona del embalse, de acuerdo con García (1988), es del tipo cálido subhúmedos con lluvias en verano. La temperatura media anual va de 22 °C a 26 °C; la temperatura media del mes más frío es de 18 °C y la precipitación total anual varía entre 700 y 800 mm (Inegi, 1984).

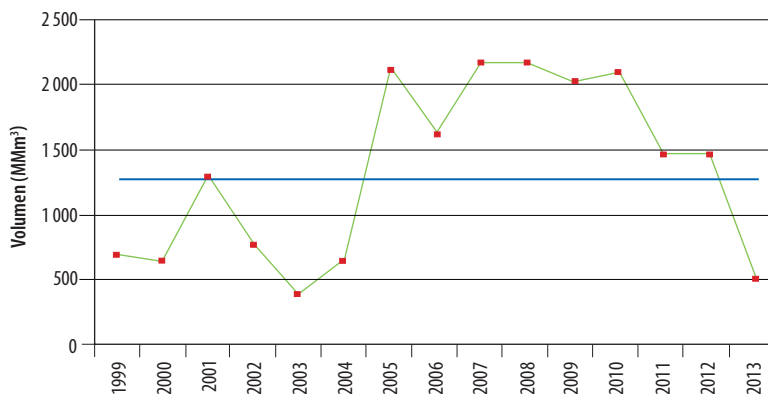
VEGETACIÓN DE LA ZONA ALEDAÑA AL EMBALSE

De acuerdo con Rzedowki (2006), es de bosque selva baja subcaducifolio. Este tipo de bosque es un conjunto de vegetación propio de regiones de clima cálido, dominados por especies arbóreas que pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso variable, pero que por lo general oscila alrededor de seis meses. De este grupo arbóreo destacan los siguientes componentes: *Lysiloma divaricata* (Mauto), *Bursera penicillata* (Torote), *Cymbispina Haematoxylon brasiletto*, *Tabebuja palmeri* y *Ceiba acuminata* (pochote).

COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN

La variación del volumen durante el periodo que abarcó de 1999 a 2013 se presenta en la gráfica 8, donde se aprecian los máximos y mínimos del volumen registrados en cada uno de los años analizados. Durante el periodo 1999 al 2004 los registros indican valores por debajo de la media, incrementándose al año siguiente para alcanzar 2 218 millones de metros cúbicos. Durante el periodo entre el 2005 y el 2011, el volumen almacenado se mantiene por encima del promedio. Sin embargo, en el 2013, el registro indica una disminución de 507 mil millones de metros cúbicos.

Gráfica 8. Comportamiento del volumen de almacenamiento



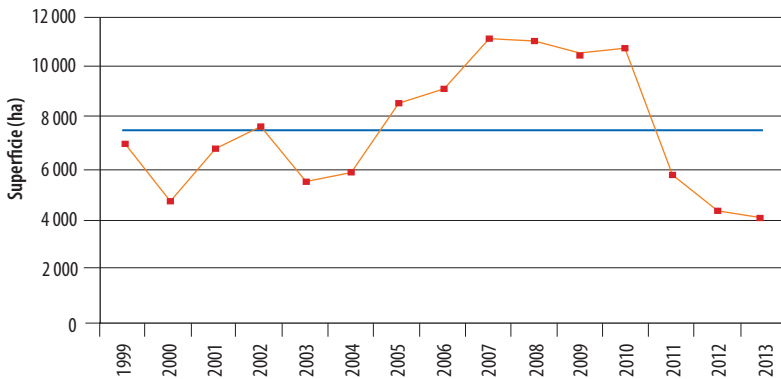
Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE

De acuerdo con la información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua, el embalse tiene una superficie total de poco más de las 12 000 ha, cuya variación se asocia con los cambios en el volumen. Los valores mínimos registrados, durante los

primeros 15 años, son de alrededor de las 6 000 ha en los años de 1978 y 1979. En los siguiente cinco años, se registró un incremento que se mantiene por encima de las 10 000 ha; comportamiento similar al ocurrido entre 1990 y 1993. Posterior a 1997, la superficie embalsada registró un decremento que, en los años de 2000 y 2003, fue el más crítico, al registrarse una superficie de alrededor de 4 000 hectáreas. El análisis de los cambios en la superficie embalsada de esta presa de los últimos 40 años muestra que ha mantenido un promedio de 7 561 hectáreas (gráfica 9).

Gráfica 9. Comportamiento de la superficie (hectáreas)



Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Temperatura del agua

La temperatura más baja se registra en febrero y diciembre con 21° C en superficie y 15.5° C a 50 m de profundidad. Durante esta época, la temperatura del agua tiene un proceso de homogeneización en toda la columna de agua y los efectos del viento provocan movimientos convectivos, iniciándose el proceso de mezcla. Por otro lado, desde el mes de abril se inicia el calentamiento del agua superficial y durante todo el verano y parte del otoño se vuelve

gradualmente más intenso en relación a las aguas profundas. Los registros indican que en junio y agosto la temperatura es más alta, ya que alcanza los 29° C en superficie. En esta época del año el embalse se estratifica, lo cual impide que las aguas de superficie se mezclen con las de fondo, fenómeno que propicia que se registren importantes cambios ecológicos en la presa (gráfica 10).

Oxígeno disuelto

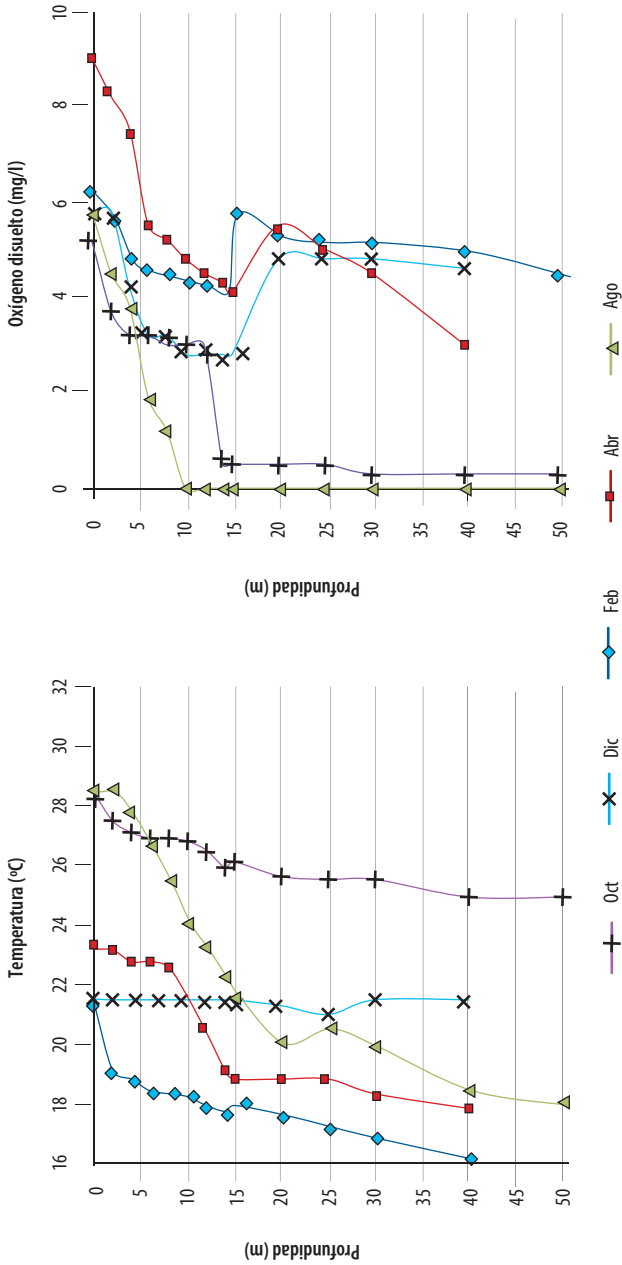
En el agua superficial del embalse, se alcanzan valores entre 5.2 y 9 mg/l en abril. La concentración de este gas disminuye con la profundidad de tal manera que en los meses de junio, agosto y octubre, a profundidad mayor de los 10 m, se registra una carencia total de oxígeno disuelto. Por otro lado, en diciembre, febrero y abril, las aguas se pueden considerar oxigenadas, ya que en la superficie se rebasan los 5 mg/l y en el fondo es mayor a los 2 mg/l (gráfica 10).

Dureza y alcalinidad

La dureza es la presencia de calcio y magnesio y la alcalinidad de carbonatos y bicarbonatos. Ambas variables son de importancia ecológica ya que, por un lado, son requeridas en el metabolismo de los organismos y, por otro, son nutrientes que ayudan a la productividad biológica del ecosistema (Arredondo-Figuero y Ponce-Palafox, 1998). La composición iónica del agua, que es una medida como conductividad, muestra valores que varían entre 132 a 185 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con un promedio de 157.5, lo que indica que son aguas poco mineralizadas. El pH varía entre 6.7 y 8, con un promedio de 7.5. Los valores de transparencia oscilan entre 1 y 2.8 metros (gráfica 11).

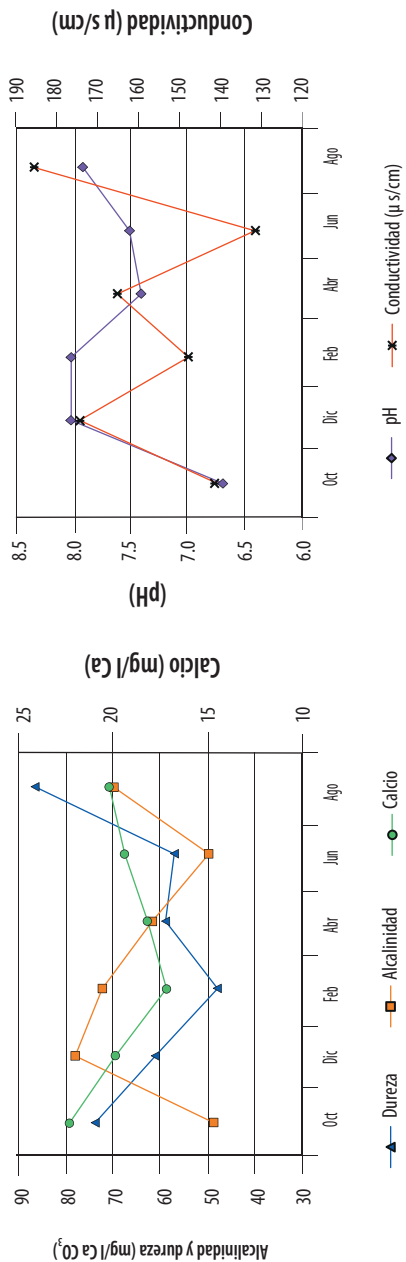
Los nutrimentos más importantes para la productividad primaria son los nitritos, nitratos y fosfatos, componentes aportados al medio acuático, principalmente, por los escurrimientos que llegan al embalse durante la época de lluvias. Durante la mezcla de invierno, se aprecia una reposición de nutrientes

Gráfica 10. Comportamiento de la temperatura y el oxígeno disuelto



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 11 Variación de dureza, calcio y alcalinidad



Fuente: Elaboración propia.

provinientes de la parte profunda hacia la región superficial. Las clorofilas son indicadoras de productividad del agua y en el embalse su variación se asocia, por un lado, a la época de circulación invernal y por el otro, a la temporada de lluvias que se presentan de julio y hasta octubre (gráfica 12).

El estado trófico del embalse calculado con los promedios de transparencia y de la concentración de clorofilas (Carlson y Simpson, 1996), lo ubica en la categoría de estado mesotrófico.

PRODUCTORES

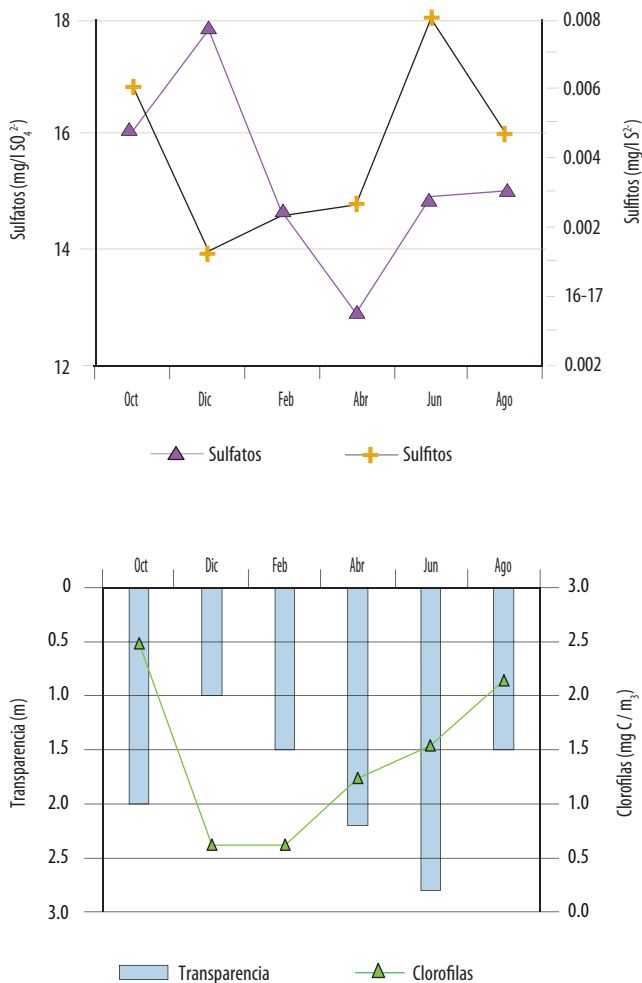
En las actividades de pesca participan un total de 244 socios organizados en nueve Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, además de cuatro permisionarios. La SCPP Aguacalientita es la de mayor cantidad de socios, con 32, y la SCPP Heriberto Valdez Romero es la de menor cantidad con sólo seis.

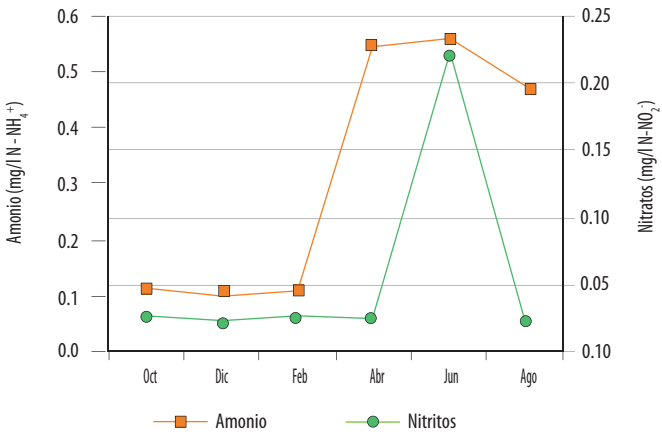
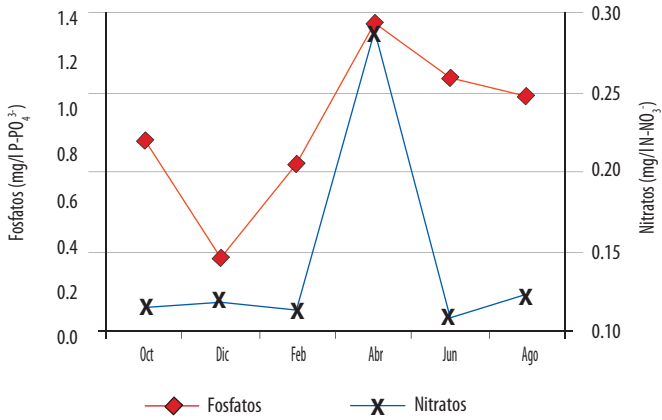
Tabla 5. Relación de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera

Organización	Socios
SCPP Aguacalientita, SRL	32
SCPP Arroyo El Salado, SRL	30
SCPP Cerro El Chinuaque, SRL	28
SCPP El Cerro del Chinuaqui, SRL	12
SCPP El Chinuaqui, SRL	12
SCPP Heriberto Valdez Romero, SRL	6
SCPP Rancho Agua Calientita, SRL	12
SCPP Rancho El Pajarito, SRL	18
SCPP Ribereña Los Mautos, SRL	27
Perm. Jorge L. López Acosta	15
Perm. Miguel Ceceña Ruelas	15
Perm. Miguel López Acosta	9
Perm. Víctor Montes Acosta	28
Total	244

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 12. Variación de los nutrientes, clorofilas y transparencia





Fuente: Elaboración propia.

Origen de los pescadores

Alrededor de la mitad de personas que participan en la actividad de pesca provienen del poblado *Aguacalientita* y el *Mahone*, aunque también de las comunidades *Buyubampo*, *La Ciénega de Choix*, *Techobampo*, *Quicoba*, *el Tepehuake*, *el Fuerte y Choix*.

ESPECIES INTRODUCIDAS

Las especies presentes en el embalse que son aprovechadas comercialmente son la mojarra, el bagre, la carpa y la lobina. La sardinita de agua dulce *Dorosoma smithi* se ha introducido por ser una importante fuente de alimento para la lobina (tabla 6).

Tabla 6. Especies introducidas al embalse

Nombre común	Nombre científico	Condición	Fines
Mojarra	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida	Pesca comercial
Bagre	<i>Ictalurus punctatus</i>	Introducida	Pesca comercial
Lobina negra	<i>Micropterus salmoides</i>	Introducida	Pesca comercial y deportiva
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Introducida	Pesca comercial
Sardinita de agua dulce	<i>Dorosoma smithi</i>	Introducida	Forrajera

Fuente: Elaboración propia.

PRODUCCIÓN PESQUERA

La producción total de los últimos 34 años está compuesta por la mojarra *O. aureus*, el bagre de canal *I. punctatus*, la carpa común *C. carpio* además de la lobina negra *M. salmoides*, esta última sustenta a la pesca deportiva. Después de 1980, cuando se registraron alrededor de 439 t en el periodo que abarcó de 1981 a 1986,

la producción alcanzó en tres de esos años poco más de las 2 000 toneladas. Después de ese periodo, se registró una disminución de hasta 326 toneladas en el año de 1992; posteriormente, en 1994 y 1995 se observó una recuperación al rebasar las 1 000 toneladas. De 1995 hasta la fecha, la pesquería se ha mantenido alrededor de las 700 toneladas (gráfica 13). Las actividades de la pesca deportiva están reguladas por la NOM-017-PESC-1994.

Participación de las especies en la producción

La participación porcentual de las especies que conforman la pesquería en el embalse nos muestra que la mojarra es la especie predominante (con el setenta por ciento), seguida por el bagre (con el 0.2 por ciento) y con mínimos porcentajes la carpa y la lobina.

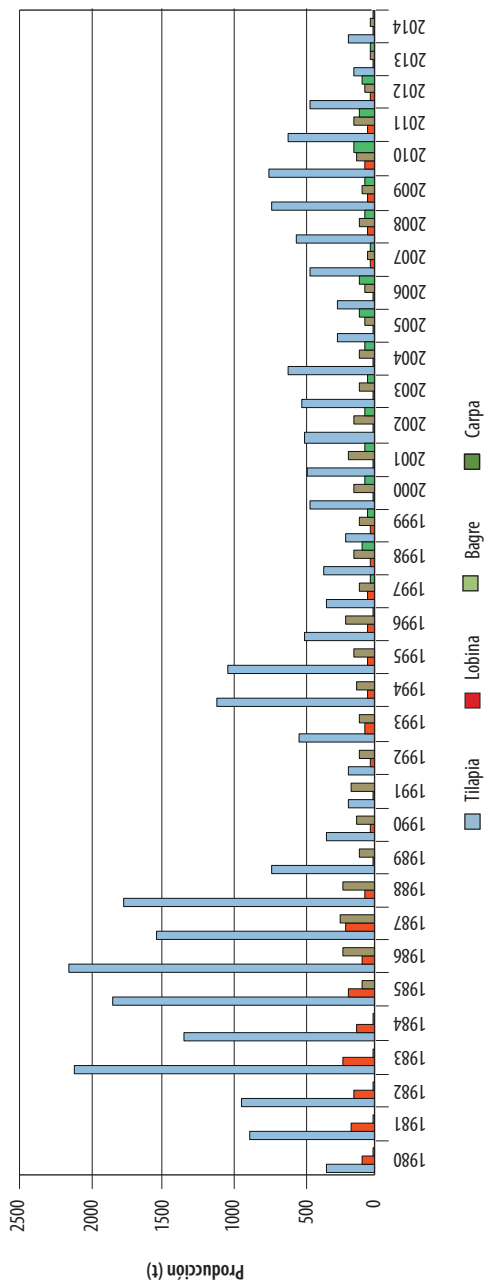
REPOBLAMIENTO

Los datos de la Subdelegación de Pesca en Sinaloa indican que la resiembra de peces en la presa ha sido inconsistente. En los últimos tres años (en los que se realizaron repoblaciones) se manejaron entre 500 mil y 1 500 mil crías de mojarra. Los registros de siembra en el 2013 señalan que se depositaron 1.5 millones de crías de mojarra. De acuerdo con el promedio de su superficie inundada, la necesidad de repoblación en este embalse es de cinco millones de alevines anuales.

ACTIVIDADES DE PESCA DEPORTIVA Y TURISMO

Dichas actividades son significativas, ya que en el pueblo de El Fuerte se cuenta con una importante infraestructura para el turismo; cuenta con 10 hoteles que brindan servicios durante todo el año.

Gráfica 13. Composición por especies de la captura de los últimos 26 años



Fuente: Elaboración propia.

El manejo actual de la pesquería en el embalse ha provocado la sobreexplotación de las especies, ya que las artes de pesca utilizadas capturan sin discriminar cualquier especie antes de que alcance su talla de primera reproducción. Por otro lado, la veda aplicada está desfasada, ya que el periodo reproductivo ocurre meses antes.

TIPO DE EMBARCACIONES

En este embalse para realizar las tareas de pesca se utilizan embarcaciones tipo cayuco de 5 m de eslora y 1 m de manga, hechos de madera con fibra de vidrio y/o lámina galvanizada, propulsada con un par de remos. No se deben de autorizar más embarcaciones, si acaso sustituir los que estén en mal estado por nuevas embarcaciones de fibra de vidrio, que representen menor riesgo a quienes las usan.



Embarcación tipo cayuco utilizada en las labores de pesca.

REGULACIÓN PESQUERA

De acuerdo con los registros oficiales, actualmente se aplican las siguientes:

1. El esfuerzo pesquero nominal es de 244 pescadores organizados en 13 sociedades cooperativas y cinco permisionarios. Sin embargo se sabe que participan un número desconocido de pescadores libres.
2. La Carta Nacional Pesquera (2010) autorizó 910 redes agalleras de 035 de número de hilo, 3 $\frac{3}{4}$ y 4.0 pulgadas de luz de malla, 50 m de largo y 3-4 m de ancho. Actualmente cada pescador utiliza, en promedio, 10 redes agalleras de 2 $\frac{1}{2}$, 2 $\frac{3}{4}$, y tres pulgadas de luz de malla, predominando las dos primeras; además se utilizan redes de arrastre, atarrayas y anzuelos.
3. Se aplica una veda en los meses de julio y agosto.
4. Cuenta con inspección y vigilancia mediante inspectores habilitados.

Recomendaciones incluidas en el Plan de Manejo

Pesquero y Acuícola del embalse (Beltrán et al., 2007)

- Ocho redes agalleras por pescador construidas de monofilamento de 025 de cuatro pulgadas de luz de malla para la pesca de mojarra bagre y carpa. Su instalación debe hacerse en forma paralela a la costa con boya de señalamiento en los extremos, instalándose por la tarde y recogándose por la mañana del siguiente día (12 horas). No se deben dejar en el agua de manera indefinida.
- Cinco nasas por pescador para la captura de bagre: este arte de pesca con dimensiones de 0.5 m de diámetro y un metro de altura. Se debe operar durante doce horas seguidas; instalarse por la tarde y recogerse por la mañana (12 horas).

- Dos palangres de 100 m de largo con 50 reynales por pescador. Este arte de pesca debe instalarse paralelo a la costa por la tarde y recogerse por la mañana (12 horas).

Control de la captura

Las tallas mínimas recomendadas en longitud total son:

Cuadro 7. Tallas mínimas recomendadas

Mojarra: Talla mínima de 260 milímetros
Bagre: Talla mínima de 300 milímetros
Carpa: Talla mínima de 300 milímetros
Lobina: Talla mínima de 350 milímetros

- Vedas. El periodo de veda recomendado para la mojarra, bagre y carpa es del primero de mayo al 31 de julio.
- Para recuperar la pesca deportiva de lobina e incentivar la actividad turística, la captura de esta especie debe restringirse sólo a pesca incidental de parte de las sociedades cooperativas y que la pesca deportiva sea de captura y libera.

Las actividades de la pesca deportiva están reguladas por la NOM-017-PESC-1994. Además debe considerarse la NOM-009-PESC-1993.

Es recomendable realizar estudios de calidad de agua, productividad biológica y estudios pesqueros, que permitan orientar la actividad de extracción hacia modalidades que permitan obtener el máximo rendimiento pesquero y acuícola.

CAPÍTULO 5

PRESA JOSEFA ORTIZ DE DOMÍNGUEZ, "EL SABINO"

Posee una capacidad de almacenamiento de 607 millones de metros cúbicos cubriendo una superficie total de 5 200 hectáreas, se construyó hace 40 años para regular el flujo de agua del arroyo Álamos con los siguientes objetivos: cubrir las necesidades de riego, control de avenidas y adicionalmente se utiliza para la pesca comercial y deportiva.

Cuadro 8. Datos de identificación de la presa

Nombre:	Josefa Ortiz de Domínguez
Fecha de construcción:	Periodo 1965-1967
Ubicación:	Municipio de El Fuerte, Sinaloa
Localización:	15 kilómetros al oeste de El Fuerte

Fuente: CNA.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DEMARCACIÓN POLÍTICA

El vaso de almacenamiento de la presa Josefa Ortiz se encuentra en el municipio de El Fuerte en Sinaloa. Geográficamente se ubica a los 26° 30' 28.6" latitud Norte, 108° 42' 2.15" longitud Oeste (mapa 5).

Mapa 5. Localización geográfica y toponimia del área de estudio y vista de la cortina del embalse



Vista aérea de la presa Josefa Ortiz.

CLIMA DE LA REGIÓN

De acuerdo con García (1988), es del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual va de 22 a 26 °C; la temperatura media del mes más frío es de 18 °C y la precipitación total anual varía entre 700 y 800 milímetros (Inegi, 1984).

VEGETACIÓN

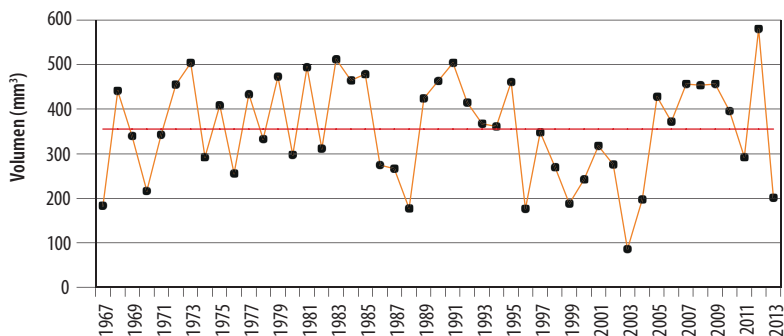
Lo que caracteriza en la zona aledaña al embalse, de acuerdo con Rzedowski (2006), es bosque espinoso, que es un tipo de vegetación un tanto heterogénea, que tienen en común los bosques bajos y cuyos componentes, al menos en gran proporción, son árboles espinosos. Se desarrollan en lugares con clima más seco que el correspondiente al bosque tropical caducifolio, pero, a la vez, más húmedos que el de los matorrales xerófilos.

COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN

El volumen de agua almacenada registra variaciones anuales, ya que además de las aguas que recibe de su tributario, capta aguas trasvasadas provenientes de la presa Miguel Hidalgo y

Costilla. La variación del volumen se mantienen entre 100 y 500 millones de metros cúbicos. El promedio del periodo analizado es de 355.1 millones de metros cúbicos (gráfica 14).

Gráfica 14. Comportamiento del volumen almacenado

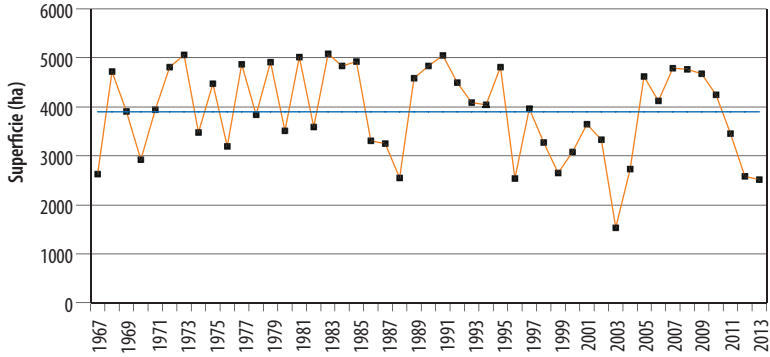


Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE

La superficie cubierta por las aguas embalsadas oscila entre 2 000 y 5 000 hectáreas. Durante el periodo que comprende de 1997 a 2006, la superficie cubierta fue menor al promedio del periodo y en el 2003 se presentó un disminución en el volumen almacenado que apenas cubrió 1 535 hectáreas, pero en los años recientes, ha recuperado su volumen histórico (gráfica 15).

Gráfica 15. Comportamiento de la superficie cubierta



Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

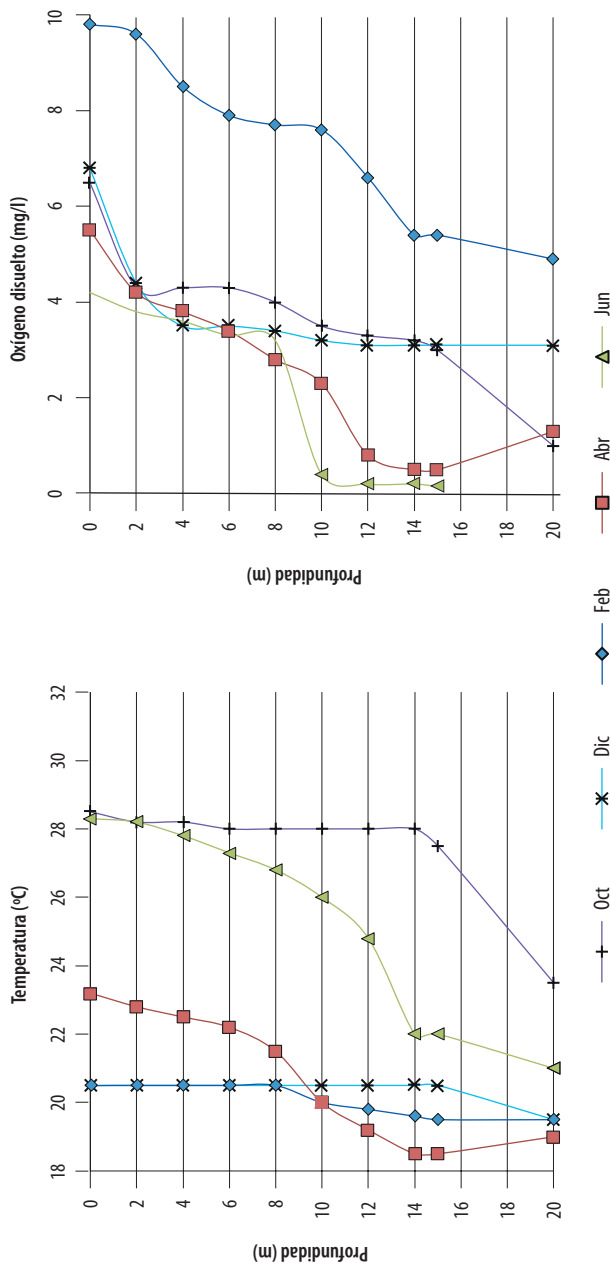
Temperatura del agua

El registro de la temperatura promedio del agua en diciembre y febrero fue 20.5 °C hasta los 15 metros de profundidad. En el fondo (20 m), la temperatura es de 19.5 °C en ambos meses. En los meses siguientes se registran 23.2 °C en abril y 28.3 °C en junio. En el mes de abril se presenta un gradiente térmico entre ocho y catorce metros, con una capa de mezcla que se extiende de la superficie hasta los ocho metros. Tanto en junio como en octubre, la capa de mezcla se localiza de la superficie a los 15 metros (gráfica 16).

Oxígeno disuelto

Varía desde 4.2 mg/l en julio a 9.8 mg/l en febrero. En este mes se registra la mayor cantidad de oxígeno en toda la columna de agua, coincidiendo con el hecho de que se registra la homogeneización térmica y la mezcla del agua. En los meses de abril y junio la capa oxigenada se localiza entre la superficie y ocho metros de profundidad. En las aguas más profundas, este gas se vuelve escaso (gráfica 16).

Gráfica 16. Comportamiento de la temperatura y oxígeno disuelto



Fuente: Elaboración propia.

Dureza y alcalinidad

Las aguas de este embalse se pueden considerar como de blandas a moderadamente duras, de acuerdo con los registros de dureza y de baja alcalinidad, y de conductividad moderada y un pH por encima de la neutralidad (gráfica 17). En este embalse las variables físico-químicas registran una mayor variabilidad con respecto a otros embalses del estado lo cual se debe a que cuando así se requiere, recibe aguas de la presa Miguel Hidalgo, con la que se mantiene comunicada por un canal artificial.

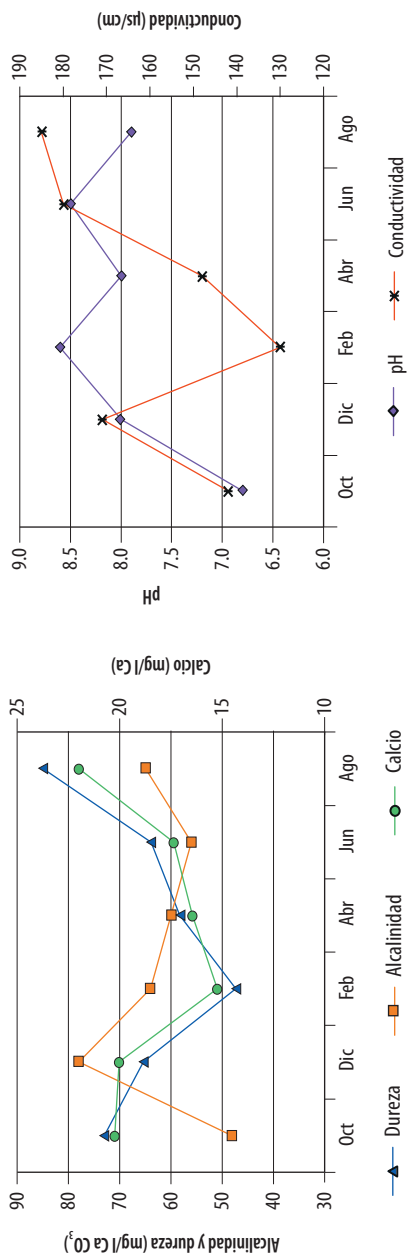
Las clorofilas son pigmentos contenidos en las células del fitoplancton, por lo que la concentración y variabilidad se asocia a la productividad primaria. En este caso en particular, se registraron los valores más bajos en los meses correspondientes a la época de estiaje y los más altos al de lluvias, confirmando que es en esta época cuando el embalse recibe, por la vía de los escurrimientos, los nutrimentos que favorecen a la productividad primaria (gráfica 18). La relación entre clorofilas y nutrimentos ha sido establecida por diversos autores (Vera *et al.*, 2006). La transparencia del agua varía a través del año y va desde 1.5 m a 2.5 m, lo que se asocia, al igual que en otras presas, con la época de lluvias y de estiaje.

El estado trófico estimado mediante los valores de transparencia (IET = 51) y clorofilas (IET = 31.7) (Carlson y Simpson, 1996), permitieron clasificar a esta presa como en estado meso-eutrófico y oligomesotrófico, según el criterio de Contreras *et al.*, (1994) y de acuerdo con la concentración de clorofilas se ubica en estado oligotrófico.

ESPECIES INTRODUCIDAS

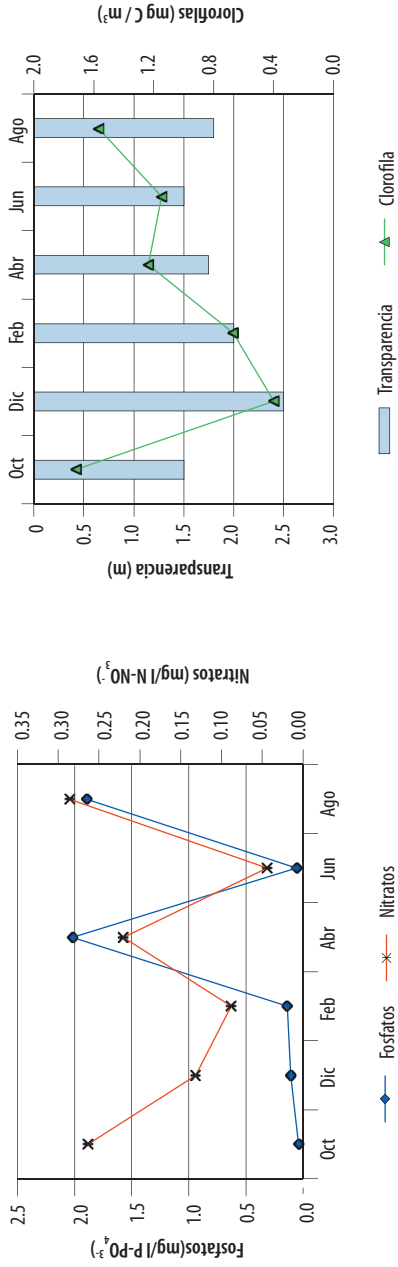
Una vez que se construyó el embalse, se procedió a la introducción de especies de peces que pudieran ser aprovechadas como fuente de proteínas y que potencialmente pudieran ser utilizadas en la pesca

Gráfica 17. Comportamiento de algunas variables físico-químicas



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 18. Variación de nutrientes, clorofilas y transparencia



Fuente: Elaboración propia.

doméstica por parte de los habitantes de pueblos ribereños; la mojarra *Oreochromis aureus* se introdujo al embalse en el año de 1978, el bagre de canal *Ictalurus punctatus* se introduce por primera vez en 1981, la lobina negra *Micropterus salmoides* y la mojarra coqueta *Lepomis macrochirus* en 1989. Estas dos últimas especies fueron introducidas al embalse con fines de pesca deportiva, la primera, y como forrajera la segunda. La introducción de la carpa *Cyprinus carpio* se hizo a mediados de los noventa, como parte de un programa de control de malezas acuáticas (Acosta, 1997). Actualmente se encuentra establecida una pesquería basada en la pesca comercial de la mojarra *O. aureus*, bagre de canal *I. punctatus*, lobina *M. salmoides* y carpa *Cyprinus carpio* (tabla 7).

Tabla 7. Fauna ictiológica presente en el embalse

Nombre común	Nombre científico	Condición	Fines
Mojarra	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida	Pesca comercial
Bagre	<i>Ictalurus punctatus</i>	Introducida	Pesca comercial
Lobina negra	<i>Micropterus salmoides</i>	Introducida	Pesca comercial y deportiva
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Introducida	Pesca comercial
Mojarra coqueta	<i>Lepomis machrichirus</i>	Introducida	Pez forrajero

Fuente: Elaboración propia.

REPRODUCCIÓN

La mojarra se reproduce durante el mes de octubre, en los meses siguientes la actividad disminuye hasta marzo. En abril se incrementan los organismos en plena madurez, predominando los que se encuentran en máxima madurez y aquellos que ya desovaron. Por las evidencias empíricas sobre la madurez sexual de la mojarra, que se observan en el mes de junio, la época de mayor actividad sexual es del mes de abril hasta el mes de julio. Los datos de talla y madurez de las mojarras analizadas sugieren que esta especie se

reproduce por primera vez cuando alcanza la talla promedio de 187 mm. La lobina se reproduce desde principios del año, periodo que se extiende hasta el mes de abril (Beltrán *et al.*, 2008).

PRODUCTORES

Los pescadores que se emplean en las capturas en este embalse son 261, los cuales están organizados en 18 sociedades cooperativas de producción pesquera y 40 más trabajan con dos permisionarios (tabla 8).

Tabla 8. Relación de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera

Nombre	Núm de socios	Núm de embarcaciones
SCTP Presa El Sabino, SRL	38	40
SCTP Manuela Lugo Sañudo, SRL	25	22
SCTP Álamo Caído, SRL	11	11
SCTP Isla del Diablo, SRL	12	13
SCTP Cerro El Chinuaque, SRL	12	13
SCTP Jesús Cota Armenta, SRL	12	13
SCTP El Chinal, SRL	15	16
SCTP El Paso Viejo, SRL	12	13
SCTP Arroyo de Álamos, SRL	15	16
SCTP Norotillo, SRL	13	11
SCTP Ejido Ocolome, SRL	15	16
SCTP Los Ayalos, SRL	15	14
SCTP La Ciruelita, SRL	11	12
SCTP Los Yanetes del Arroyo, SRL	14	15
SCTP Ejido Los Llanotes, SRL	14	10
SCTP Las Corocheras, SRL	14	15
SCTP Pablo Macías Valenzuela, SRL	13	14
Total	261	264

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los permisionarios, se destacan la señora Patricia Velázquez con 20 pescadores y 14 embarcaciones y el señor

José Gilberto Manzanares, con otras 20 y 21 embarcaciones, lo que hace un total de 301 pescadores y 299 embarcaciones.

Origen de los pescadores

Las personas que viven de la pesca en este embalse, provienen de las comunidades aledañas, entre ellas El Llano de los Sotos, El Carrizo, Ocolome, El Chinal, Arroyo de Álamos, Los Yanetes del Arroyo, Las Corocheras, Los Ayalos, Las Sirenitas y de otras más.

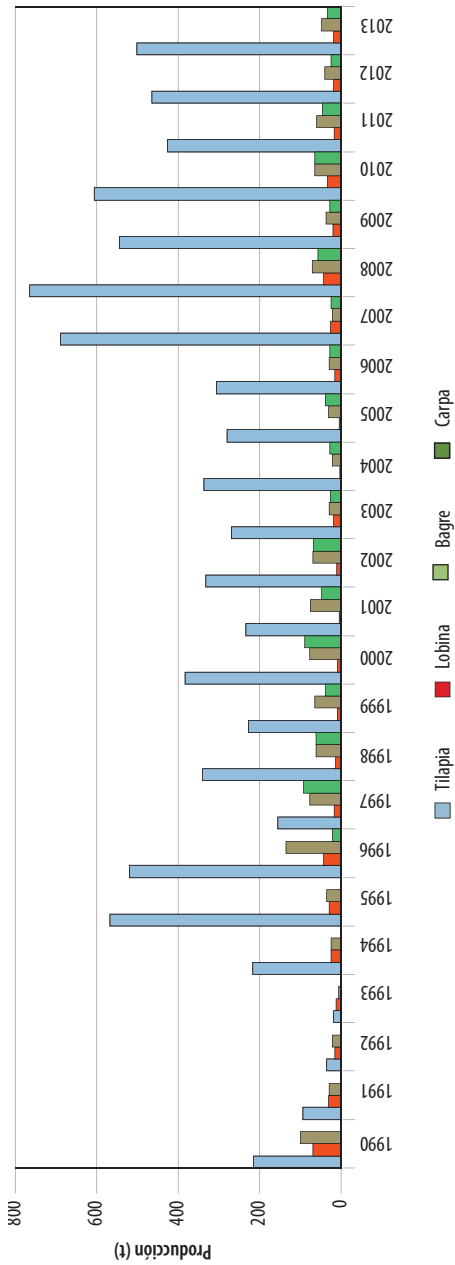
PRODUCCIÓN PESQUERA

La producción histórica total de mojarra es de 1 940 t en 1986, año en que repunta después de un periodo de incremento que inició en 1980. En ese periodo, la aportación del resto de las especies no fue significativa y se mantuvo más o menos constante. Del periodo de 1987 a 1993 la producción cayó drásticamente, pues la captura llegó a sólo 18 t en 1993 y, desde este año a la fecha, la pesquería se ha mantenido por debajo de las 400 toneladas. No se sabe si ese máximo en la producción (1984, 1985 y 1986) se debió a incrementos en la población o a cambios en alguna modalidad del esfuerzo pesquero, como el incremento en el número de pescadores, artes de pesca o reducción en la luz de malla autorizada (gráfica 19).

COMPORTAMIENTO DE LA COMPOSICIÓN POR ESPECIE

En algunos años la captura de las especies, si bien no se igualan, llegan a ser muy parecidas; igualmente se aprecia que cuando la producción total se incrementa se debe a que la participación de la mojarra se eleva considerablemente con relación a las otras especies, de tal manera que en los últimos siete años la producción promedio fue de alrededor de 570 toneladas. Es notorio que las capturas de lobina y bagre mantienen poca variabilidad con los años. La carpa aparece en las estadísticas de captura en el año de 1996 a la fecha.

Gráfica 19. Comportamiento de la producción por especie de los últimos 26 años



Fuente: Elaboración propia.

Producción de bagre

El comportamiento de su producción se observa irregular, ya que en el periodo de 1985 a 1992, la producción alcanza un máximo de 100 toneladas en 1990. En 1993 la producción baja, para luego mostrar una recuperación que, salvo las casi 140 toneladas registradas en 1996, se mantiene en alrededor de las 60 toneladas hasta el año 2005.

Producción de carpa

Su producción, al igual que el bagre, es muy irregular. Los años de 1997 y 2000 han sido los mejores, ya que se alcanzaron producciones de alrededor de 90 toneladas. Los últimos tres años se tienen registros de entre 30 y 40 toneladas.

La proporción porcentual de participación de las especies en la producción total favorece a la mojarra con el 96 por ciento, seguida del bagre con un poco menos del dos por ciento y el bagre y carpa, las cuales se pueden considerar como especies complementarias. Lo anterior permite aseverar que la pesquería en el embalse Josefa Ortiz es del tipo monoespecífica.

REPOBLAMIENTO

La que se lleva a cabo con crías de mojarra ha sido muy inconsistente en los últimos años. Los registros de la Subdelegación de Pesca en el Estado señalan que entre 2002 y 2003, se sembraron 500 mil crías de mojarra y un millón en 2005. Las necesidades de siembra se establecen en alrededor de tres millones por año. Las crías de mojarra sembradas durante 2013 fueron 370 mil. Se pretende obtener la cría de mojarra del módulo de reproducción situado aguas debajo de la cortina de la presa Luis Donaldo Colosio.

Las actividades de la pesca deportiva deberán estar reguladas por la NOM-017-PESC-1994, además debe considerarse también, la NOM-009-PESC-1993.

MEDIDAS DE MANEJO DE LA PESQUERÍA

Talla mínima

La recomendación para este apartado es la siguiente: 260 mm para mojarra, 300 mm para bagre, 300 mm para carpa y 350 mm para lobina.

Veda

La recomendación para la veda de mojarra, bagre y carpa es del primero de mayo al 31 de julio.

Las regulaciones pesqueras que se aplican actualmente son las siguientes:

- a) Se supervisa que las cooperativas cuenten con los permisos correspondientes.
- b) Se aplica una veda en los meses de julio y agosto;
- c) La luz de malla que se utiliza, por acuerdo del comité de pesca, es de 3 pulgadas, aunque llegan a utilizar de $2 \frac{1}{2}$, $2 \frac{3}{4}$ y $2 \frac{7}{8}$ pulgadas.
- d) Aún y cuando cuentan con la participación de dos inspectores habilitados, la inspección y vigilancia no son lo suficientemente efectivas en sus labores de prevención de la pesca furtiva.

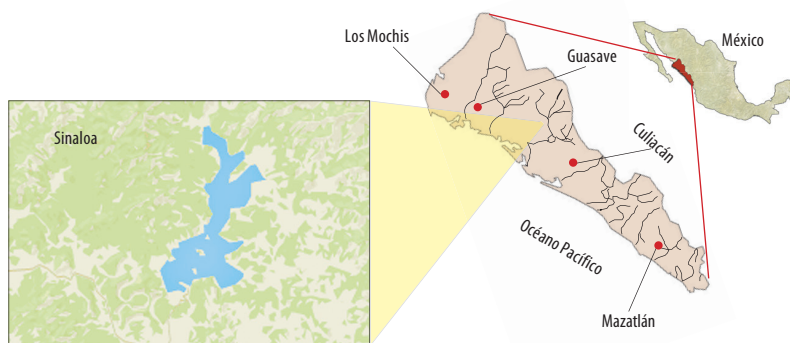
Se recomienda seguir monitoreando la calidad de agua, productividad biológica, estudiar aspectos biológicos y pesqueros de las especies que sustentan la pesca comercial y deportiva.

CAPÍTULO 6

PRESA GUSTAVO DÍAZ ORDAZ, “BACURATO”

Es regionalmente conocida como “Bacurato”, se terminó de construir en el año de 1982, sobre el cauce del río Sinaloa, en el municipio de Sinaloa de Leyva, a 65 kilómetros al norte de la ciudad de Guasave y aproximadamente a cinco kilómetros del poblado de Bacubirito. Geográficamente se localiza sobre a los 25° 54’ de latitud Norte y 107° 54’ de longitud Oeste (mapa 6).

Mapa 6. Ubicación y vista de la cortina de la presa Gustavo Díaz Ordaz



Fuente: Elaboración propia.

En su nivel máximo ordinario el embalse alcanza una superficie de 6 500 hectáreas y almacena un volumen de 2900×10^6 metros cúbicos de agua. Su cortina cuenta con una longitud de 860 m y una altura de 116 m sobre el lecho del río. Dispone de una obra de toma diseñada para un gasto máximo de $100 \text{ m}^3/\text{seg}$. Tiene dos compuertas de tipo válvulas de chorro (CNA, 1987).



Panorámica de la cortina de la presa.

En la construcción de la presa Bacurato fue necesario remover a los pobladores de siete comunidades, las más importantes son: Terahuito, La Estancia, Tamuchina, Arroyo el Padre, Chicorato y El Manchón, con una superficie total de 7 801 hectáreas.

CLIMA

De acuerdo con García (1988), es del tipo A wo e que corresponde al más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias de verano con un coeficiente P/T (precipitación total anual en mm sobre temperatura media anual) menor a 43.2, muy extremo, oscilación mayor a $14 \text{ }^\circ\text{C}$. La isoterma más próxima es de $24 \text{ }^\circ\text{C}$.

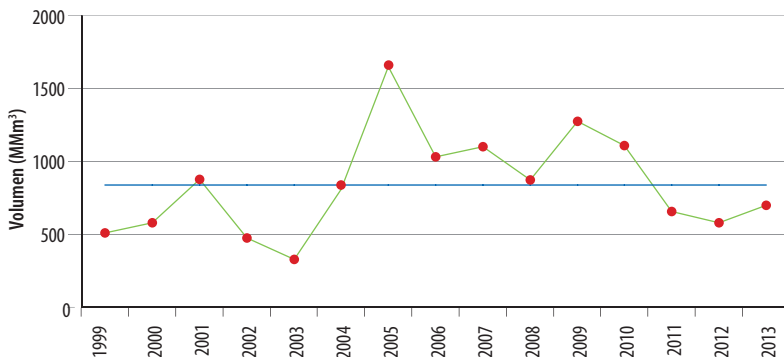
VEGETACIÓN

Las comunidades biológicas de esta región del embalse se caracterizan por estar conformadas principalmente por la presencia de selva baja caducifolia, identificándose por la asociación *Acacia cymbispina-Croton morifolius*. En general es posible distinguir la presencia de cuatro estratos arbóreos (Rzedowzky, 2006).

COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN

El volumen almacenado durante el periodo analizado, registra valores por debajo del promedio (836 MMm³), con un mínimo de 328 MMm³ observado en 2003. En el año 2005, se registró un almacenamiento máximo que alcanzó 1 649 MMm³ y en los años siguientes mostró tendencia a disminuir, de tal manera que en 2012 el registró un volumen de 580 millones de metros cúbicos (gráfica 20).

Gráfica 20. Comportamiento del volumen almacenado

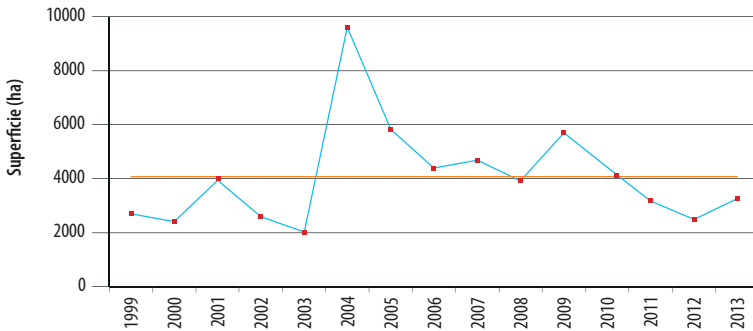


Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE

La superficie cubierta del vaso de la presa Bacurato varía acorde con el volumen. Durante los primeros cinco años la superficie inundada presentó cambios: en el 2001 tuvo 3950 ha y en el 2003, bajó a 2 025 hectáreas. La máxima superficie inundada fue de 5 830 ha, la cual se alcanzó en el 2005. En el resto del periodo analizado, la superficie inundada se mantiene alrededor del promedio, el cual fue de 3 647 hectáreas (gráfica 21).

Gráfica 21. Comportamiento de la superficie inundada



Fuente: Elaboración propia.

MORFOMETRÍA

Destacan por su importancia los indicadores del tamaño del vaso: el área superficial que a la cota de 237 del nivel máximo ordinario es de 6 100 ha, en tanto que a la cota de 182 (nivel mínimo alcanzable por el agua almacenada) es de 800 hectáreas. Por otro lado, el volumen almacenado a estos mismos niveles es de 1 980 y 90 millones de metros cúbicos respectivamente. A la cota de 240, la profundidad máxima y promedio son de 80 y 32 m

respectivamente. El índice de ribera varía entre 13.05 a 14.5 m, en tanto que el desarrollo de volumen varía entre 1.6 y 1.2 m (tabla 9). Ambos parámetros son de importancia, ya que el primero es un indicador de la irregularidad del perímetro y el segundo indica una extensa área de zonas de litoral y numerosos sitios adecuados para la colonización de macrofitas y otras comunidades ribereñas del embalse (Torres-Orozco, 2007; Montoya, 2008), que algunos autores los han relacionado con el potencial pesquero de los embalses.

Tabla 9. Parámetros morfométricos de la presa

Parámetro	COTA 240 (msnm)	COTA 200 (msnm)
Largo máximo (Lm) (N-S)	12 200	10 000
Ancho máximo (Am) (E-O)	8 000	6 000
Área superficial (Ao)	6 436	2 057
Volumen (Vo)	1 980	339.5
Profundidad máxima (Zm)	80	45
Profundidad media (Z)	30.8	16.5
Profundidad relativa (Zr)	0.883	0.879
Profundidad media estimada	32	18
Perímetro	450	210
Índice de ribera	14.5	13.05
Desarrollo de volumen (Dv)	1.16	1.2
Relación prof. media/prof. máxima	0.385	0.366
Relación área vaso/área cuenca	7.8×10^{-3}	2.5×10^{-3}
Relación prof. máxima/área vaso	1.2×10^{-6}	2.18×10^{-6}

Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Temperatura del agua

Los registros realizados en este embalse indican que durante enero y marzo, se registran temperaturas del agua entre 20.5 °C y 23 °C respectivamente y su distribución con la profundidad es homogénea, condición que propicia que la influencia del viento sobre la superficie del agua induzca movimientos verticales que llegan hasta la parte más profunda. En los siguientes meses, la temperatura se incrementa gradualmente y en agosto alcanza los 32 °C; en cambio, de mayo a octubre se observa un gradiente térmico que estratifica la columna de agua en tres capas: una superficial o epilimnio, otra de fondo o hipolimnio y una intermedia denominada metalimnio. En este embalse las aguas presentan un periodo de circulación que abarca de diciembre a febrero y uno de estratificación que inicia en marzo y finaliza en noviembre (gráfica 22).

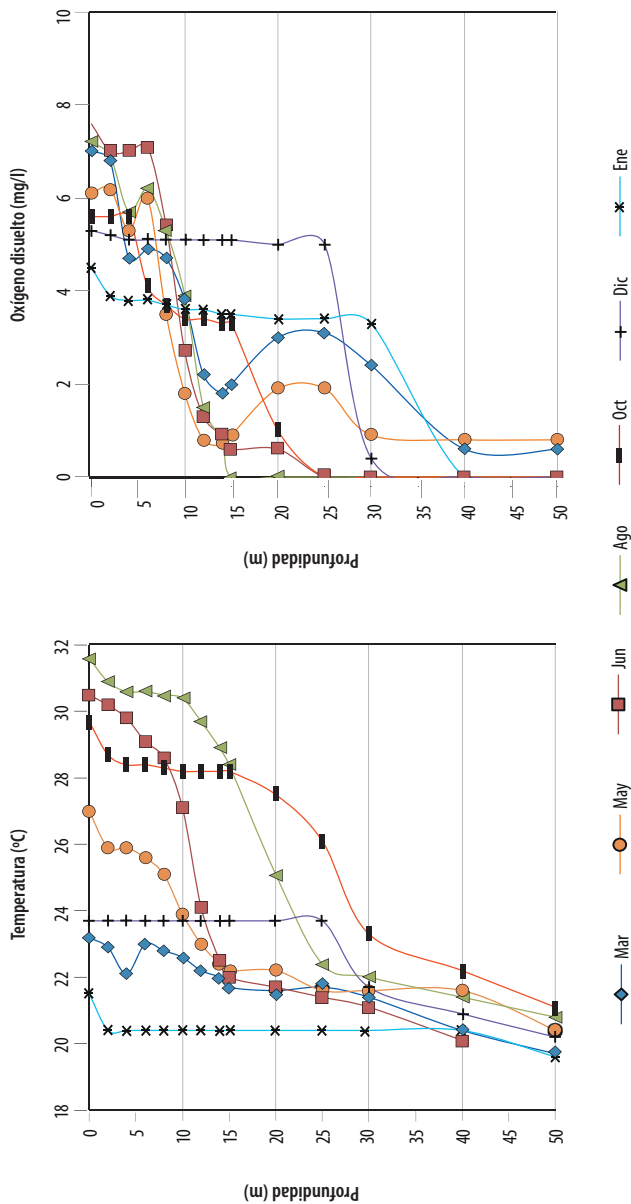
Oxígeno disuelto

La región superficial del embalse siempre estuvo oxigenada con concentraciones por encima de los 4 mg/l y máximos de 7.6 mg/l, extendiéndose en algunos meses hasta los ocho metros. En algunos meses del año tales como diciembre y enero, el oxígeno alcanza los 25 y 30 m respectivamente. Durante el verano, cuando el embalse se estratifica por temperatura, la región con presencia de oxígeno coincide con el epilimnio, mientras que en el fondo las condiciones son de hipoxia. Al comparar las distribuciones de temperatura y oxígeno, se evidencia una distribución tipo clionograda como ocurre en otros embalses mexicanos y cubanos (Betancour *et al.*, 2009) (gráfica 22).

Dureza y alcalinidad

La dureza del agua de este embalse se sitúa entre moderadamente dura y dura, de alcalinidad baja y un pH ligeramente

Gráfica 22. Comportamiento de la temperatura y oxígeno disuelto



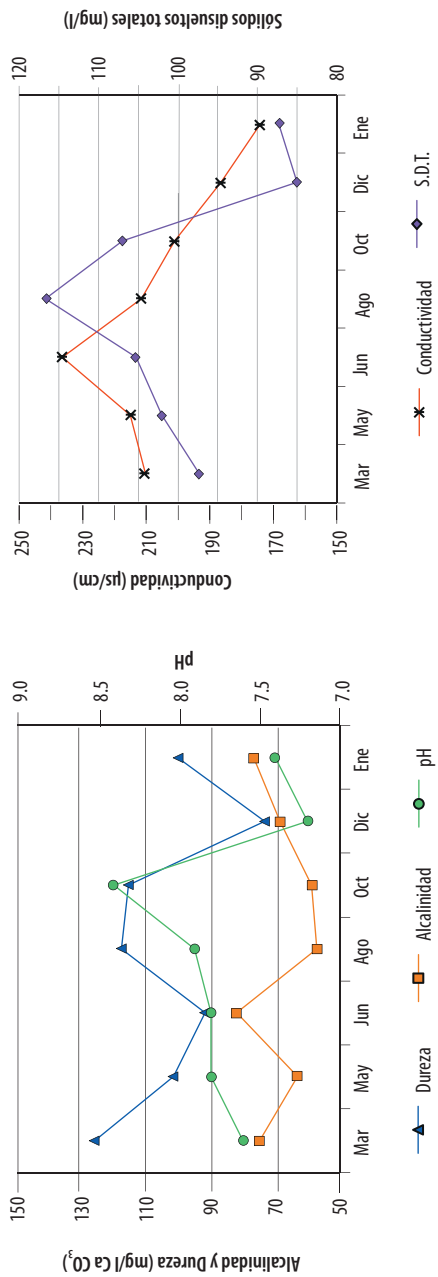
Fuente: elaboración propia.

arriba de la neutralidad, estas variables se relacionan con el sistema amortiguador de pH del agua. La conductividad, la concentración de los sólidos disueltos totales y la transparencia varían en función de la época de lluvias y de estiaje. La conductividad se incrementa con la entrada de agua a la presa durante la época de lluvias y es importante, entre otras cosas, porque se utiliza para estimar el Rendimiento Pesquero Potencial de los cuerpos de agua (Ryder, 1965; Marshal, 1984) (gráfica 23).

El amonio, metabolito potencialmente tóxico, muestra concentraciones mayores a los de otros embalses, debido a que en uno de los puntos de muestreo se ubica un módulo de engorda de mojarra y bagre, cuyos residuos sedimentan y son sometidos a descomposición en condiciones anóxicas en el fondo, produciéndose niveles altos de amonio. La principal fuente de los nutrimentos son los acarreados por los escurrimientos de agua durante la época de lluvias, lo que genera una importante elevación de la productividad primaria, adicionalmente, durante la mezcla invernal del agua del embalse se presenta un reciclamiento de los nutrientes del fondo hacia las capas más superficiales (gráfica 24).

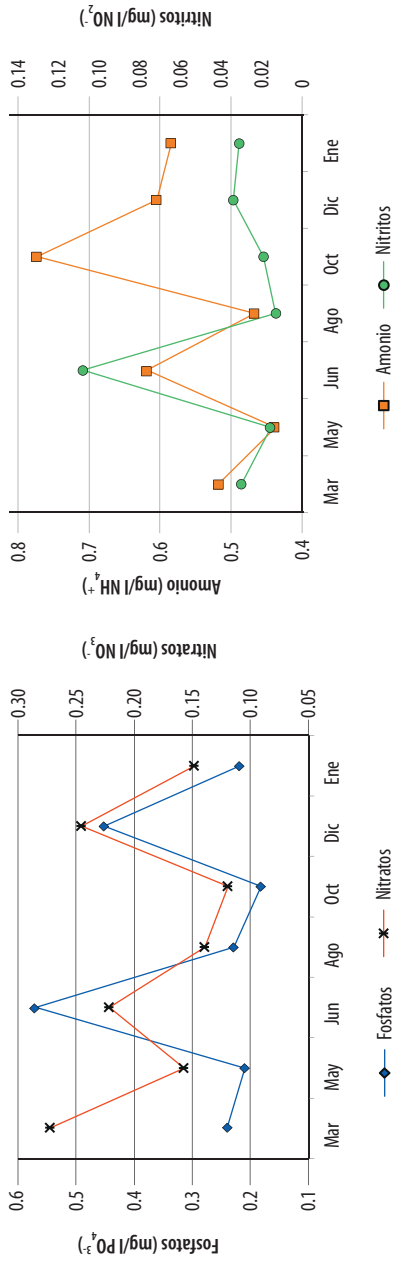
Los registros de la transparencia del agua durante los periodos de 1996-1997, 2000-2001, 2008-2009 y 2010-2011, indican que ha aumentado de un promedio de 1.85 m registrado durante el primer periodo a 2.46 m en el último. Igualmente, el Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson y Simpson (1996), ha disminuido gradualmente de 51.13 en 1996-1997 a 42.02 durante 2010-2011. Este índice ubica al embalse en un estado eutrófico. La varación de IET se asocia de manera directa con la producción pesquera, ya que las más alta producciones se obtuvieron cuando el IET fue mayor.

Gráfica 23. Comportamiento de algunas variables ambientales



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 24. Valores mínimos, máximos y promedio de los principales nutrientes

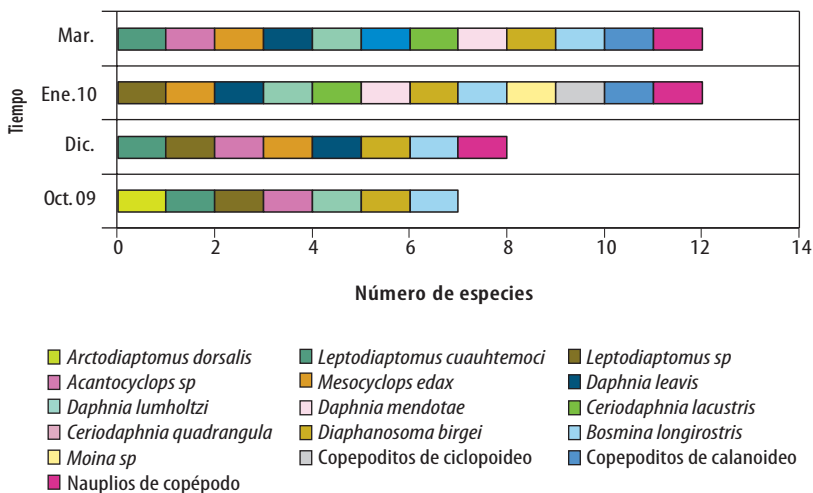


Fuente: Elaboración propia.

PRESENCIA DE ZOOPLANCTON

De acuerdo con Mendoza (2010), los copépodos se registraron con dos órdenes: el orden Calanoideo con dos géneros y cuatro especies identificadas; el orden Ciclopoideo con dos géneros y dos especies. Los cladóceros estuvieron presentes con dos órdenes: el orden Anamópoda con dos géneros y cinco especies y el orden Ctenopoda con tres géneros y tres especies. Los crustáceos zooplanctónicos presentaron en total trece especies, de las cuales doce se observaron en enero y marzo de 2010; los copépodos calanoideos con dos géneros y cuatro especies identificadas y los ciclopoideos con dos géneros y dos especies. Los cladóceros estuvieron presentes con cinco géneros y ocho especies (gráfica 25).

Gráfica 25. Riqueza de especies zooplanctónicas en el embalse Bacurato



Fuente: Elaboración propia.

Fauna ictiológica presente

Los peces presentes en el embalse son los siguientes: Mojarra *Oreochromis aureus*, bagre de canal *Ictalurus punctatus*, lobina negra *Micropterus salmoides* y la sardinita de agua dulce *Dorosoma smithi*.

ÉPOCAS DE REPRODUCCIÓN

En este embalse la mojarra se reproduce gran parte del año; inicia a principios de primavera con picos reproductivos en abril y mayo, se presenta un periodo de descanso en la madurez de sus gónadas y aparecen, de nueva cuenta, en agosto y septiembre. Llega a ovopositar un promedio de 4500 ovocitos durante un ciclo reproductivo. El bagre lleva a cabo su reproducción desde mayo hasta octubre, durante la cual oviposita en promedio 5000 ovocitos. La lobina inicia la maduración de sus gónadas desde noviembre y finaliza su reproducción en abril, llega a ovopositar un promedio de 15000 ovocitos. La talla de primera madurez de la mojarra es de 19 cm, 33 cm para bagre y 32 cm para lobina.

EDAD Y CRECIMIENTO

En el Plan de Manejo de este embalse (Beltrán *et al.*, 2010) se consigna que la mojarra al primer año registra un crecimiento rápido, ya que alcanzan una longitud promedio de 18.8 cm, en los siguientes años el crecimiento se va haciendo más lento, de tal manera que a los dos años los peces alcanzan alrededor 27 cm, lo que representa alrededor del 70 por ciento de la longitud infinita. Se ha encontrado que las marcas de crecimiento registradas en escamas, se asocian a eventos reproductivos y al enfriamiento del agua durante el invierno; es decir, en estas épocas el crecimiento de estos organismos es más lento. La lobina en su primer año alcanza 17.8 cm y 50 cm a los diez años.

PRODUCTORES

La pesca en el embalse se lleva a cabo por cuatro Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera que aglutinan a un total de 136 pescadores como se apunta en la tabla 10.

Tabla 10. Datos relativos a las SCPP que operan en la presa

Nombre el grupo	Núm. de socios
SCPP Pescadores de la presa Bacurato	40
SCPP Desarrollo y Fomento de Bacubirito	32
SCPP Vaso Buena, SA de CV	32
Grupo Productor de escama Chicorato	32
Total	136

Fuente: Elaboración propia.

Las cooperativas tienen su domicilio social en el poblado de Bacubirito y se han conformado en una federación que a su vez ha constituido una empresa integradora denominada Desarrollo Integral de Bacurato, S.A. (DIBSA), que funciona en un local en el mismo poblado. A través de esta empresa, los pescadores realizan la comercialización de sus productos pesqueros y adquieren todo lo necesario para llevar a cabo la actividad de pesca a precios por debajo del que tienen en el mercado.

Origen de los pescadores

Proviene de las comunidades que fueron inundadas por el represamiento del agua; entre las más importantes están: Terahuito, La Estancia, Tamuchina, Arroyo el Padre, Chicorato y El Manchón. Actualmente la mayoría de estas personas habitan en el poblado de Bacurato, situado a orillas del embalse y Bacubirito.

INFRAESTRUCTURA PESQUERA

Las cooperativas cuentan con la siguiente infraestructura:

1. Oficina, bodega y sala de reunión en el poblado de Bacubirito, Sinaloa.
2. Un módulo de reproducción para la producción de crías de mojarra que es utilizada en la resiembra del embalse y un pequeño laboratorio y bodega para la reversión sexual de la mojarra.



Módulo de reproducción para la producción de crías de mojarra.

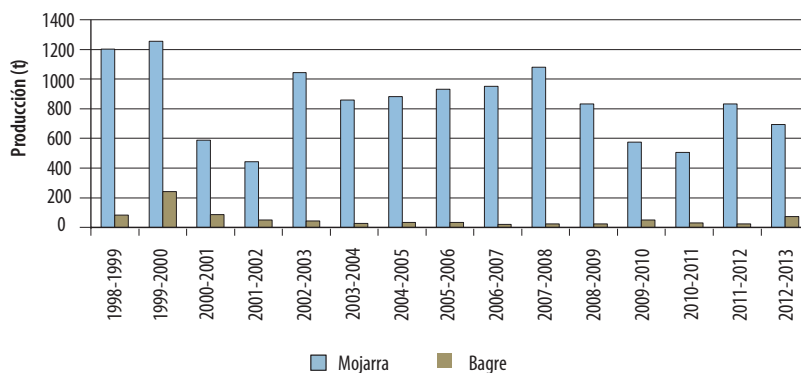
Con esta infraestructura, la Federación de Sociedades Cooperativas tiene asegurada la producción de crías de mojarra que les permite la repoblación del embalse con la cantidad de crías que se requieren.

PRODUCCIÓN PESQUERA

Las especies ícticas objeto de explotación en el embalse son la mojarra *Oreochromis aureus* y el bagre de canal *Ictalurus punctatus*. La lobina negra *Micropterus salmoides* sólo se captura de manera incidental, ya que es propulsora de la pesca deportiva. Las estadísticas de producción pesquera de los últimos diez años se muestran en la gráfica 26. Aunque se han obtenido producciones de hasta 1 500

toneladas en la temporada 1999-2000 y de alrededor de 400 toneladas en la temporada 2001-2002, la producción en este periodo de tiempo registró un promedio de 980 toneladas.

Gráfica 26. Comportamiento de la producción pesquera de las últimas quince temporadas



Fuente: Elaboración propia.

MODALIDAD EN EL MANEJO DE LA PESQUERÍA

La pesca de mojarra y bagre en el embalse se lleva a cabo mediante una modalidad que consiste en el establecimiento de cuotas de captura y los periodos de pesca. La cuota de captura oscila en alrededor de 450 kg/pescador en un periodo de pesca de 10 días al mes. Lo anterior permite que cada mes el embalse quede libre durante varios días de artes de pesca, favoreciendo el desarrollo de los peces, ya que disponen de espacios libres para buscar su alimento, reproducción, protección, etcétera. Por otro lado, considerando que en el embalse conviven la pesca comercial y la deportiva, los pescadores de esta última encuentran favorable esta forma de explotación pesquera.

ARTES DE PESCA

En la pesca de mojarra y bagre se utilizan redes tipo agalleras o de enmalle, nombradas así por el hecho de que atrapan a los peces por las agallas. Estas artes de captura se construyen con mallas de monofilamento con hilo calibre 0.25 y una luz de malla entre $3 \frac{3}{4}$ y 4 pulgadas, el largo varía de 40-50 m y de ancho 5 m, normalmente de color verde agua (Heredia, 2011). La instalación de las redes empleadas en la captura depende del clima prevaleciente. Durante la época calurosa (septiembre-noviembre), la actividad se lleva a cabo por la madrugada (entre tres y cuatro de la mañana) y se levanta al amanecer (después de las seis de la mañana), esta acción evita la pérdida del pescado capturado por efecto de la alta temperatura del agua. Durante la época fría, la instalación de las artes de pesca se hace al atardecer y se levanta al amanecer del siguiente día.

Otro arte de captura es la nasa, que se utiliza para la captura de bagre y se construye de hilo alquitranado, con cuatro aros de alambón que le dan cuerpo a la nasa; incluye una trampa en su interior hasta donde los peces pueden entrar pero no salir. La carnada más utilizada es un pan de harina de salvado semisólida.

La selectividad de las redes reveló valores de talla de primera captura $L_{50\%}$ de 23.5 cm para la red de $3 \frac{3}{4}$ pulgadas y 25.3 cm para la red de 4 pulgadas. Estas redes capturan mojarras cuya talla promedio es mayor a la de primera reproducción reportada en 19 cm (Beltrán *et al.*, 2010). La edad oscila entre 1.5 y 2 años para la primera y mayores a dos años la segunda.

Las embarcaciones utilizadas en la pesca son de fibra de vidrio de 6 m de largo, 1.5 m de ancho, propulsadas por motores fuera de borda de diferentes marcas, pero predomina la Yamaha.



Embarcación utilizada en la pesca.

TAMAÑO DE LA POBLACIÓN

El tamaño de la población se calculó de acuerdo con el modelo de Lesly y Davis. Al hacer la regresión entre la captura acumulada (CA) contra Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), se obtuvo la siguiente regresión lineal:

$CPUE = -0.0011 (CA) + 975.82$; $r^2 = 0.8456$. El valor del intercepto (a) es de 975.82 y de la pendiente (b) es de -0.0011 . El valor del tamaño de la población se estimó en 887 ton/temporada.

PESCA DEPORTIVA Y TURISMO

La pesca deportiva que se lleva a cabo en el embalse la desarrollan dos prestadores de servicios turísticos y pesca deportiva: Pro Bass Adventures Mexico y Lake Baccarac Lodge, quienes cuentan con infraestructura instalada en los márgenes del embalse (habitaciones, comedores y sala de entretenimiento, embarcaciones, etcétera).



Participación de promotores turísticos en la presa Bacurato.

REPOBLAMIENTO

Antes del año 2000 la repoblación se hizo con cantidades muy variables de crías de mojarra que provenían de los centros acuícolas ubicados en Chametla, El Rosario y El Varejonal, Culiacán, ambos en el estado de Sinaloa (Ibáñez *et al.*, 2011). Después del 2000 la repoblación con crías de mojarra ha sido constante en el embalse, ya que desde entonces se cuenta con la infraestructura necesaria. Actualmente se dispone de 10 estanques de tierra: dos de 50 m de ancho x 100 m de largo, ocho estanques de 25 m de ancho por 50 m de largo. En área aparte, se cuenta con cuatro pilas de concreto de medidas 4 x 8 metros y 8 más de 4 x 15 metros. Adicionalmente dispone de cuatro pilas de concreto redondas de tres metros de diámetros y 1.5 metros de profundidad. La capacidad instalada permite producir entre cinco y ocho millones de crías de mojarra al año.

Los trabajos de eclosión de las crías de mojarra se realizan en una construcción que dispone de un cuarto modificado como laboratorio rústico, un cuarto de oficina y bodega.

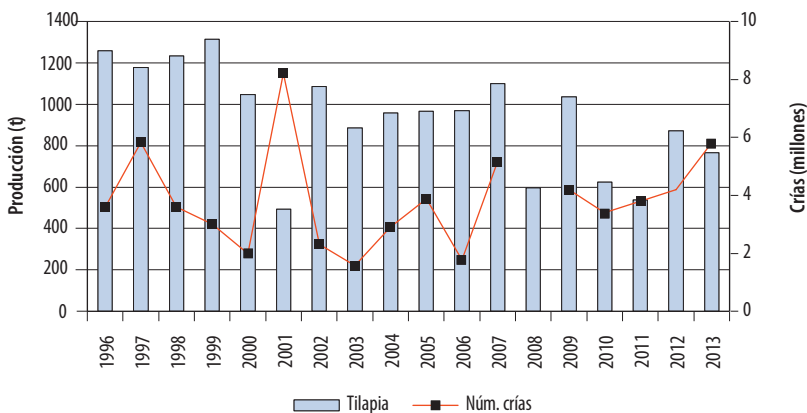


Infraestructura del Centro de Reproducción de Peces.

RELACIÓN ENTRE LA SIEMBRA Y LA PRODUCCIÓN PESQUERA

Para saber los efectos de la repoblación de mojarra en la producción de estas mismas especies, se procedió a relacionar ambas variables, obteniéndose el comportamiento que se aprecia en la gráfica 27.

Gráfica 27. Relación entre producción y repoblación en la presa Gustavo Díaz Ordaz



Fuente: Elaboración propia.

No obstante, es necesario realizar estudios de capacidad de carga para establecer la cantidad de crías que se deben sembrar con el objetivo de lograr la sustentabilidad de la pesquería.

COMERCIALIZACIÓN

Esta actividad la realizan a travéz de la comercializadora Desarrollo Integral de Bacurato, S.A. (DIBSA), quien traslada el producto entero desviscerado hacia el mercado de la Viga en la Ciudad de México.

REGULACIONES PESQUERAS ACTUALES

La pesca en este embalse se lleva a cabo considerando:

- El esfuerzo aplicado a la pesquería es de 136 pescadores con 97 embarcaciones.
- Para la captura de mojarra y bagre, se utilizan un promedio de 15 redes agalleras de 50-60 m de largo, 5 m de caída, con luz de malla mayor de $3 \frac{3}{4}$ y 4 pulgadas por pescador. La captura de bagre mediante nasas es poco frecuente.
- Se aplica una veda reproductiva para la mojarra y bagre del mes de mayo al mes de agosto.
- Se ha establecido una cuota de captura de alrededor de 500 kilogramos por pescador por decena.
- Se trabajan dos periodos de 10 días por mes, lo que permite que 10 días de cada mes se deje de pescar.
- La lobina se captura sólo como pesca incidental.
- Se cuenta con inspección y vigilancia mediante la participación de un inspector habilitado y los propios pescadores.

Las actividades de la pesca deportiva están reguladas por la NOM-017-PESC-1994. Además debe considerarse la NOM-009-PESC 1993.

Regulaciones señaladas en la Carta Nacional Pesquera 2010.

Control del esfuerzo

- Número de embarcaciones. La mayor parte de los pescadores utilizan embarcaciones de fibra de vidrio, las cuales se encuentran registradas ante la capitania de puerto. Se debe de autorizar, mediante permisos, las embarcaciones que se utilizan y que carecen del permiso correspondiente.
- Características y cantidad de unidades de pesca y equipos. Los equipos de pesca que se recomienda utilizar para la explotación de los recursos pesqueros son:
 - Redes agalleras (un máximo de 15 por pescador) construidas de monofilamento mayores de 023 desde 4 hasta 5 pulgadas de luz de malla para la pesca de mojarra y bagre. Su instalación debe de ser en forma perpendicular a la costa con boya de señalamiento en los extremos, instalándose por la tarde y recogerse por la mañana del siguiente día (12 hrs). No se deben dejar en el agua de manera indefinida. No se recomienda el uso de atarrayas y arpón.
 - Nasa para la captura de bagre. Se recomienda un máximo de 10 por pescador con dimensiones de 1 m alto, 0.5 m diámetro. No utilizar sangre coagulada para cebarla. Seleccionar los especímenes capturados devolviendo al agua en buen estado aquellos menores de la talla recomendada para su comercialización.

Control de la captura

- Tallas mínimas. En este apartado se recomiendan las siguientes tallas de captura (longitud total):

Cuadro 9. Tallas mínimas de captura

Mojarra:	Talla mínima de 250 milímetros
Bagre:	Talla mínima de 320 milímetros
Lobina:	Talla mínima de 350 milímetros

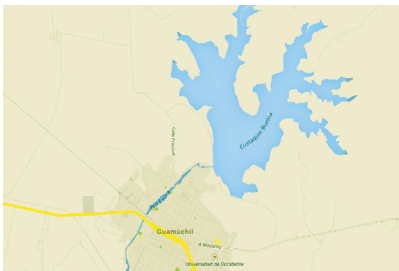
- Vedas. El periodo de veda recomendado para mojarra y bagre es del primero de mayo al 31 de agosto.
- La captura de lobina (de parte de los pescadores comerciales), debe restringirse sólo a pesca incidental y que la pesca deportiva sea de captura y libera. Lo anterior ayudará a mantener la pesca deportiva de lobina e incentivar la actividad turística.
- Cuotas de captura. Es una medida que ha dado convenientes resultados en aquellos embalses donde se ha puesto en práctica; en este caso se recomienda que la pesca se lleve a cabo por periodos de tiempo, dejando espacios de descanso de al menos cinco días entre cada periodo de captura.
- Se debe continuar con los monitoreos de la calidad de agua y productividad biológica, así como con los estudios biológicos y pesqueros de las especies que sustentan la pesca comercial y deportiva.

CAPÍTULO 7

PRESA EUSTAQUIO BUELNA

Es un vaso regulador de las aguas del río Mocorito, con una superficie total cubierta de poco más de 2500 ha cuya capacidad de almacenamiento rebasa los 100 MMm³. El vaso de almacenamiento se encuentra asentado sobre terreno plano.

Mapa 7. Ubicación geográfica de la presa Eustaquio Buena



LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La cortina del vaso de almacenamiento geográficamente se ubica en las siguientes coordenadas: 25° 29' 04.96" de latitud Norte y 108° 03' 56.87" de longitud Oeste. Se ubica en la porción

noreste del municipio de Salvador Alvarado, muy próxima a la ciudad de Guamúchil (mapa 7).

CLIMA

De acuerdo con el Inegi, el clima que impera en la zona de estudio es semiseco, muy seco y cálido.

TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO

Las variaciones de la temperatura ambiental se muestran muy parecidas entre los meses; ronda los 30 °C como promedio máximo y se mantiene alrededor de los 20 °C como promedio mínimo.

PRECIPITACIÓN

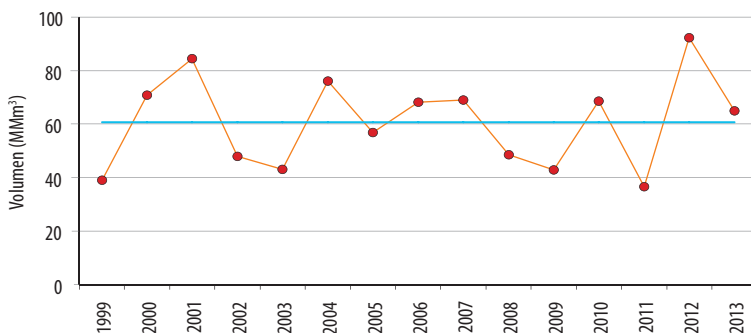
Los meses de mayores precipitaciones son julio, agosto, septiembre y octubre. Esporádicamente se pueden presentar lluvias ligeras en otros meses del año. Los meses más secos son febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre. Durante el mes más lluvioso se llegan a registrar hasta 288 milímetros, el cual se observó en agosto del 2001.

COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN

Este embalse registra una amplia variación en sus volúmenes de agua almacenados. Por un lado, su cuenca de captación es de las más pequeñas y por otro, se le extrae el agua para fines agrícolas y para uso industrial y doméstico, ya que es una de

las principales fuentes de agua para la ciudad de Guamúchil. Los registros indican que en el periodo estudiado su volumen varió entre 36.6 y 93.3 millones de metros cúbicos. El promedio del periodo analizado se mantuvo en 60.6 (gráfica 28).

Gráfica 28. Comportamiento del almacenamiento

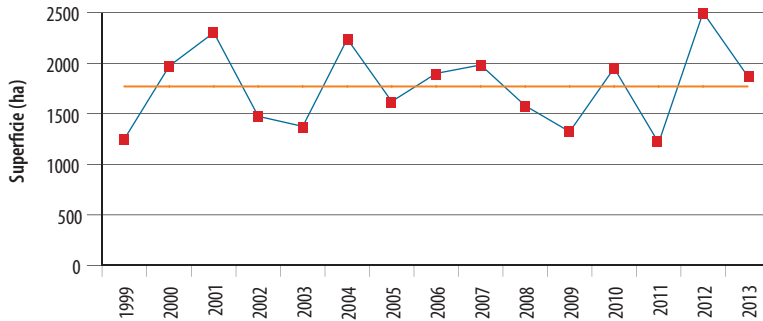


Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE

La superficie promedio anual inundada registró valores máximos en 2001 con 2027 hectáreas, mientras que los mínimos se registraron en 1999 con 1237 hectáreas. Los promedios anuales que se presentan en la gráfica 29, no muestran las amplias variaciones tanto de volumen como en la superficie inundada, que el embalse registra durante la época de estiaje, como ocurrió el 25 de junio del 2012 cuando el volumen disminuyó a 4.4 MMm³ y la superficie cubierta sólo fue de 356 hectáreas.

Gráfica 29. Comportamiento de la superficie inundada



Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Temperatura del agua

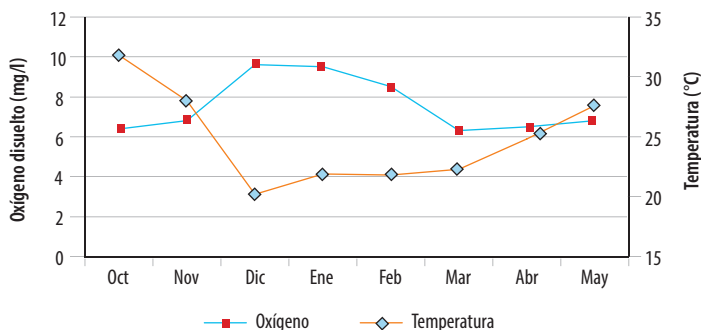
Esta variable se registró en tres estaciones establecidas para tal fin, en sitios estratégicos del embalse. En el mes de octubre la temperatura del agua se sitúa por encima de los 30 °C en toda la columna cuya profundidad máxima es de tan solo seis metros. En los meses siguientes, fines de otoño y principios de invierno, la temperatura tiende a disminuir hasta los 20.2 °C en superficie y en el mes de diciembre tiende a disminuir de tal manera que a los 6 m es de 19.3 °C. Estas temperaturas favorecen el desarrollo de peces como la lobina y el bagre, sin embargo, no son convenientes para la mojarra, la cual prefiere temperaturas más altas (por encima de 25 °C).

Oxígeno disuelto

Al igual que la temperatura, se registró en tres estaciones. La parte superficial del agua muestra concentraciones de oxígeno

mayores de 5 mg/l consideradas normales, ya que cubren las necesidades de los organismos acuáticos y en especial la de los peces. Las concentraciones de este gas disminuyen con la profundidad y en el fondo los valores oscilan alrededor de los 3 mg/l (gráfica 30).

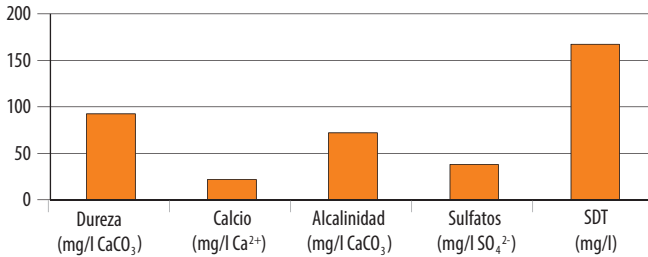
Gráfica 30. Comportamiento de la temperatura y oxígeno disuelto



Fuente: Elaboración propia.

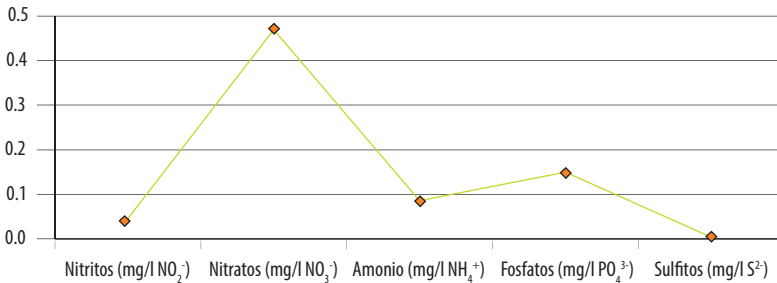
Las variables físico-químicas que aparecen en las siguientes figuras muestran que de acuerdo con los valores de la dureza (100 mg/l CaCO_3) y del calcio (17-30 mg/l Ca^{2+}), el agua se clasifica como moderadamente dura; en cuanto al pH fue ligeramente alcalino, por arriba de ocho, y una conductividad de 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mayor al resto de los embalses de la entidad. Los nutrientes (nitritos, nitratos y fosfatos) muestran valores promedio ligeramente mayores con respecto a otros embalses del estado, con una productividad primaria más elevada, aunque por la mayor abundancia de fitoplancton y a los sólidos disueltos que se ponen en suspensión cuando el viento mezcla el agua, este embalse presenta una transparencia baja (gráficas 31 y 32).

Gráfica 31. Promedio anual de los principales iones disueltos



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 32. Promedio anual de los principales nutrientes en el embalse



Fuente: Elaboración propia.

El estado trófico estimado, con base en el valor promedio anual de transparencia, ubica a la presa como hipertrófico (Carlson, 1996) y como gama-eutrófico considerando el promedio anual de las clorofilas (Contreras *et al.*, 1994).

ZOOPLANCTON PRESENTE EN EL EMBALSE

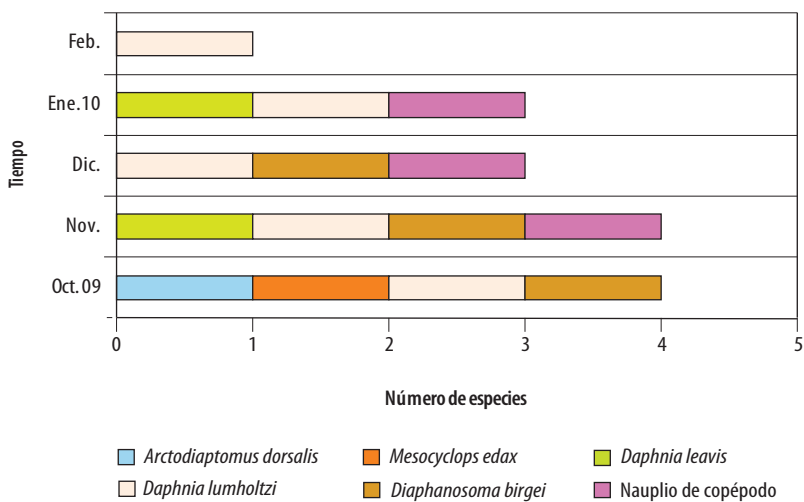
Los copépodos presentaron dos órdenes: los calanoideos y los ciclopoideos, ambos con una familia, un género y una especie. Los cladóceros registraron un orden, con una familia, un género y

dos especies; el orden ctenopoda con una familia, un género y una especie; además se observaron nauplios de copépodos. En resumen, la riqueza fue de cinco especies en total, sobresaliendo la presencia del cladócero *Daphnia lumholtzi* que apareció todos los meses (Mendoza, 2010).

ESPECIES ÍCTICAS

Son tres las principales especies que habitan el embalse: la mojarra tilapia *Oreochromis aureus*, el bagre de canal *Ictalurus punctatus* y la lobina negra *Micropterus salmoides*.

Gráfica 33. Riqueza de especies en el embalse E. Buelna



Fuente: Elaboración propia

ÉPOCAS DE REPRODUCCIÓN

Mojarra

En este embalse la mojarra se reproduce desde marzo cuando comienza a incrementarse la temperatura del agua y se mantiene hasta octubre, con pulsos reproductivos importantes en abril-mayo y agosto-septiembre. Su fecundidad se sitúa alrededor de los 1 500-2 000 huevecillos por puesta, por lo que la fecundidad de la mojarra en un año es de alrededor de los cinco mil huevecillos. Esta especie se reproduce cuando alcanza una talla promedio de 190 milímetros de longitud total y 140 gramos de peso total.

El crecimiento de la mojarra queda definido por las variables del modelo de von Bertalanffy siguiente: $L = 276$ mm, $k = -0.8309$ y un valor de $t = 0.2070$. El crecimiento de esta especie al parecer es menor al que registra en el resto de los embalses de Sinaloa.

Bagre

Se reproduce gran parte del año, desde el mes de febrero extendiéndose hasta noviembre. El pico reproductivo se observa entre abril y junio. La capacidad de producir cría se sitúa alrededor de los 10 mil huevecillos. Se reproduce cuando alcanza una talla promedio de 320 milímetros de longitud total.

Lobina

Esta especie es de mayor fecundidad que la mojarra y el bagre, pues es capaz de producir un promedio de 15 mil huevecillos en una puesta. Su época de reproducción se extiende desde fines de diciembre hasta enero-marzo y parte de abril. Es posible encontrar un pico reproductivo durante enero-marzo. Esta especie alcanza la talla de primera reproducción alrededor de los 304.5 mm de longitud total.

ESFUERZO DE PESCA

Un total de 67 pescadores realizan su captura en este embalse, formando parte de tres sociedades cooperativas de producción pesquera; la Tres Rosas, que tiene en su padrón 22 socios, al igual que la Písces de Angostura, y con 23 socios se encuentra la Río Mocerito. Los pescadores son, en su mayoría, habitantes de pueblos aledaños al embalse (tabla 11).

Tabla 11. Esfuerzo de pesca y poblados de procedencia de los pescadores

SCPP Tres Rosas, SCL (22 socios)	SCPP Písces de Angostura, SCL (22 socios)	SCPP Río Mocerito SCL (23 socios)
Ejido Palmarito	Guamúchil	Ejido Potrerillos
Ejido La Misión	Ejido Tamazula	Ejido Tamazula
Ejido Potrerillos	Ejido Villa Benito Juárez	Guamúchil
Guamúchil		
Ejido Villa Benito Juárez		
Ejido Diacochito		

Fuente: Elaboración propia.

ARTES DE PESCA

La pesca se lleva a cabo mediante redes de tipo agallera o de enmalle para la captura de mojarra y bagre. Es un arte de pesca de 35 - 40 metros de longitud, entre tres y cinco metros de altura de hilo calibre 0.25, con una luz de malla de 3 - 3 ½ pulgadas. La nasa se utiliza para la captura de bagre principalmente.



Artes de pesca utilizados en la captura de mojarra y bagre.

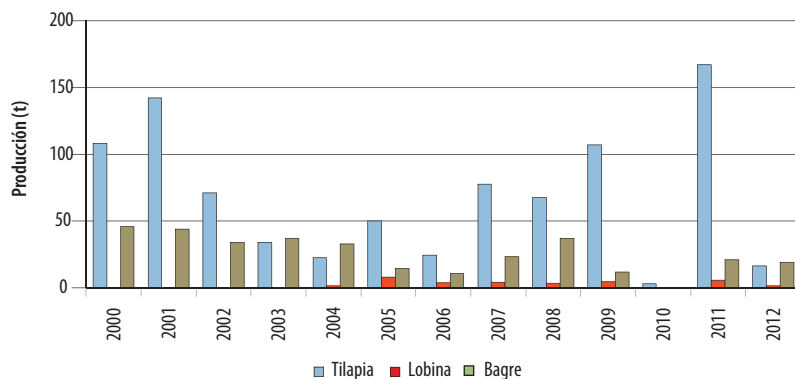
SELECTIVIDAD DE LAS REDES UTILIZADAS EN LA PESCA COMERCIAL

La red de 3 pulgadas de luz de malla atrapa organismos de mojarra cuya talla oscila entre 181 a 260 milímetros de longitud total, con una talla óptima de 194 milímetros. La red de 3 ¼ pulgadas de luz de malla, atrapa organismo cuya talla oscila entre 190 a 214 mm de longitud total, con una talla óptima de 202 milímetros. La red de 3 ½ pulgadas de luz de malla atrapa organismo cuya talla oscila entre 189 y 217 mm de longitud total, con una talla óptima de 203 milímetros.

PRODUCCIÓN PESQUERA

La producción pesquera por especie se presenta en la gráfica 34. La mayor producción se obtuvo en el año 2011 con alrededor de 194 toneladas, de las cuales 167.2 fueron de mojarra, 21.2 de bagre y 5.6 de lobina. Después del 2002 la captura se ha mantenido alrededor de las 80 toneladas en promedio, con algunos incrementos esporádicos como en los años 2009 y 2011.

Gráfica 34. Comportamiento de la producción pesquera



Fuente: Elaboración propia

COMERCIALIZACIÓN

La producción obtenida en este embalse se comercializa en presentación entero a orilla de la presa por cada cooperativa, donde se dan a la tarea de llevar a cabo el fileteado y enhielado, conservándose fresco para su venta al menudeo a compradores que llegan hasta el campamento.

PESCA DEPORTIVA-RECREATIVA

Esta actividad se lleva a cabo a muy baja escala por los pobladores de la ciudad de Guamúchil, de manera desorganizada, sin ningún control.

REPOBLACIÓN

Durante el año 2013 se depositaron en este embalse 2 millones de crías de mojarra provenientes del Centro Reproductor de Baccurato. De acuerdo con la variación de la superficie inundada la necesidad de siembra anualmente es de 1.5 millones.

INFRAESTRUCTURA PESQUERA EXISTENTE

Las SSCP cuentan con un edificio que alberga bodega, cuarto refrigerado y cuarto para el fileteo. Representó una inversión de 2.5 millones de pesos del gobierno federal. Las instalaciones se terminaron en julio del 2008, pero debido a las bajas capturas, no han funcionado de manera adecuada.

ALGUNAS RECOMENDACIONES ESTABLECIDAS EN EL PLAN DE MANEJO PESQUERO Y ACUÍCOLA LLEVADO A CABO EN EL 2010

- Reducir, en lo posible, el número de pescadores.
- Utilizar cinco redes por pescador de 3.75 pulgadas de luz de malla.
- Aplicar una veda reproductiva para la mojarra que abarque de mayo a noviembre.
- Implementar las cuotas de captura y periodos de pesca.
- El arte de pesca recomendado, al inicio de la pesca, es la red agallera de 3.5 pulgadas de luz de malla.
- Aplicar la modalidad de tender las redes y levantar al siguiente día.
- El producto de desecho, al eviscerar los peces, depositarlo en la orilla de la presa en sitios y depósitos especiales donde no contaminen el agua ni el ambiente circundante.
- Es recomendable monitorear las condiciones de calidad del agua y realizar estudios de biología pesquera para actualizar el Modelo de Manejo Pesquero y Acuícola.

CAPÍTULO 8

PRESA ADOLFO LÓPEZ MATEOS, “EL VAREJONAL”

La presa Adolfo López Mateos, regionalmente conocida como “El Varejonal”, cuya capacidad de almacenamiento es de 3 160 millones de metros cúbicos cubriendo una superficie total de 11 320 hectáreas se construyó hace más de 40 años, con los siguientes objetivos: cubrir las necesidades de riego de alrededor de 126 100 hectáreas y control de avenidas; adicionalmente se utiliza para la pesca comercial y deportiva.

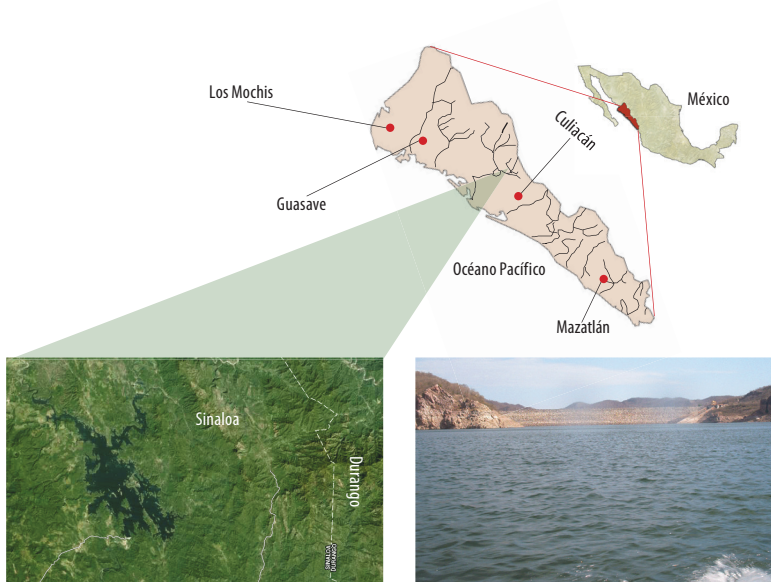
Cuadro 10. Datos de identificación de la presa

Nombre	Presa Adolfo López Mateos, conocida como “El Varejonal”.
Fecha de construcción	De 1957 a 1964 por la compañía Victoria y Asociados, S.A. Entra en servicio en septiembre de 1963.
Ubicación	Regula las aguas del río Humaya y Badiraguato en el estado de Sinaloa.
Localización	A 32 kilómetros aproximadamente al norte de la ciudad de Culiacán, en el sitio denominado “El Varejonal”, municipio de Culiacán.

LOCALIZACIÓN

A 32 kilómetros aproximadamente al norte de la ciudad de Culiacán, en el sitio denominado El Varejonal, sobre el río Humaya, en los municipios de Culiacán y Badiraguato (mapa 8).

Mapa 8. Ubicación geográfica y vista de la cortina de la presa Adolfo López Mateos, "El Varejonal"



Vista de la presa El Varejonal.

ESTRUCTURA DE LA CORTINA

Del tipo roca con corazón impermeable, central angosto y simétrico, protegido con materiales friccionantes formados por filtros de grava y arena y respaldos de roca, grava y arena con chapas de enrocamiento para protección contra oleaje y erosión.

COMUNIDADES PRÓXIMAS AL EMBALSE

Están las comunidades de Jesús María, La Curva, El Potrero, La Ciénaga, El Sálate de los Ibarra y El Rincón; en estos pueblos habitan la mayoría de los pescadores.

CLIMA DE LA REGIÓN

El clima que impera en la cuenca del río Humaya, de acuerdo con García (1988), es del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual va de 22 °C a 26 °C; la temperatura media del mes más frío es de 18 °C y la precipitación total anual varía entre 700 y 800 milímetros (García, 2004).

TEMPERATURA AMBIENTE

Los valores máximos varían de 34 °C a 30 °C; el mínimo promedio es de 18.3° C. En la región, las máximas temperaturas se alcanzan en los meses de verano (junio a septiembre). En contraparte, la época fría corresponde a los meses de diciembre a febrero.

PRECIPITACIÓN

Como es característico de esta región, la temporada de mayores precipitaciones abarca de junio a septiembre, en octubre se siguen presentando algunas lluvias que en ciertos años suelen ser de importancia, con la presencia de ciclones y tormentas tropicales. La época de estiaje se presenta desde el mes de noviembre y se prolonga hasta el mes de mayo. Las mayores precipitaciones que se han registrado han alcanzado alrededor de 350 milímetros.

EVAPORACIÓN

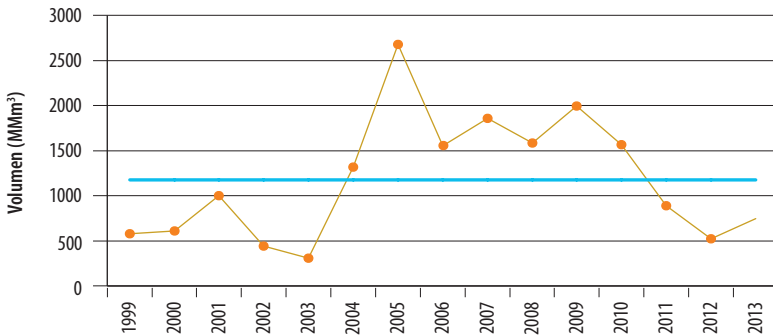
En la zona rebasa los 300 mm, los valores máximos ocurren en abril y mayo, disminuyendo en junio, julio y agosto, por efecto de las nubosidades; los valores mínimos son en los meses fríos de diciembre, enero y febrero.

La vegetación que caracteriza la cuenca del río Humaya y la zona aledaña al embalse, de acuerdo con Rzedowski (2006), es el bosque tropical caducifolio en su parte alta y bosque espinoso en su parte baja.

COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN ALMACENADO

El volumen almacenado en este embalse, en los años 1999 al 2003, registró valores por debajo del promedio del periodo analizado, el cual se estableció en 1 176.5 millones de metros cúbicos. En el año 2005, se presenta un registro histórico de 2 679 MMm³ y aunque disminuye en los siguientes cinco años, siempre se mantiene por arriba del promedio. Los últimos tres años disminuyó de nuevo, para ubicarse en valores alrededor de los 500 millones de metros cúbicos (gráfica 35).

Gráfica 35. Comportamiento del volumen almacenado

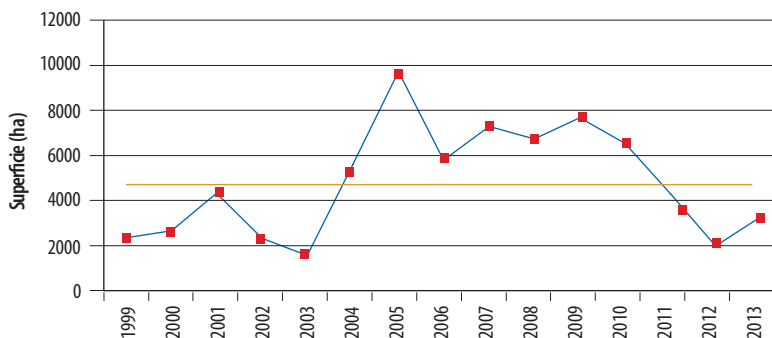


Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE

Los cambios de la superficie están de acuerdo con la variación que registra el volumen. El promedio observado en los últimos 15 años es de 5 993 hectáreas. Entre 1999 y 2003 se observan valores por debajo, entre el 2004 y 2010 se incrementa a valores superiores al promedio, con un registro máximo de 10 970 hectáreas en el 2005. En los últimos tres años la superficie de la presa es menor a las 6 000 hectáreas (gráfica 36).

Gráfica 36. Comportamiento de la superficie cubierta



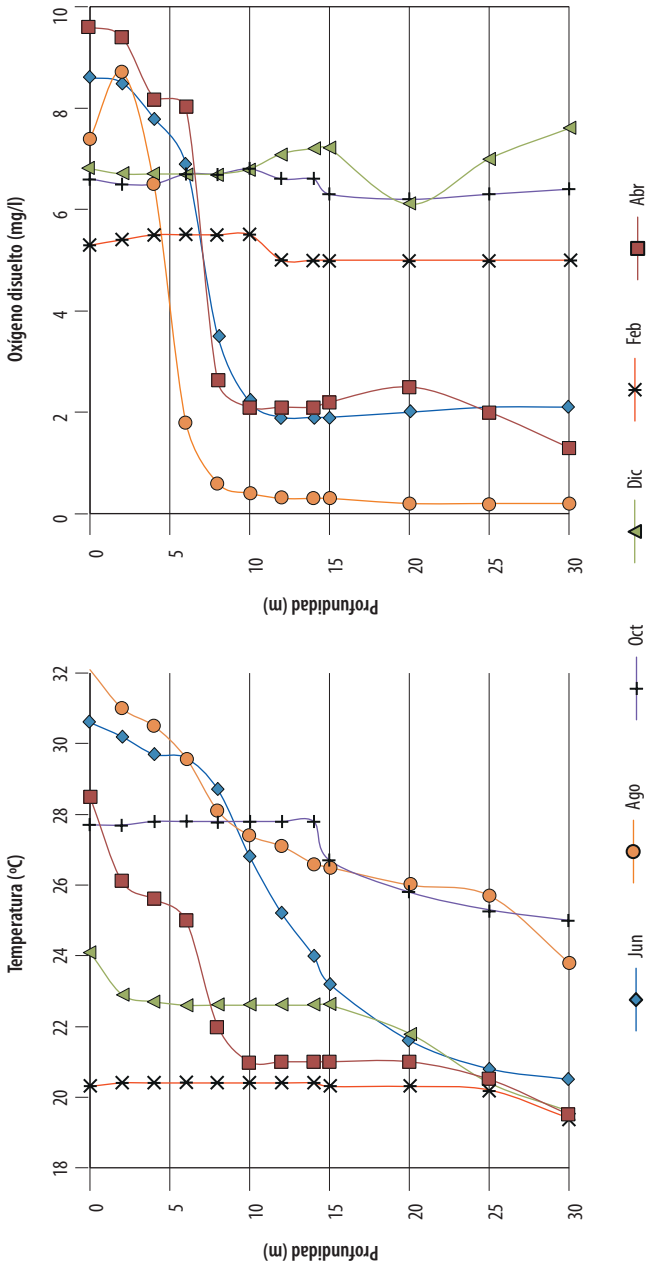
Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Temperatura del agua

La temperatura del agua superficial registró su valor más alto de 32 °C en agosto y el más bajo fue de 20 °C en febrero. En la zona profunda del embalse, 30 m, la temperatura varió entre 19 °C en febrero a 25 °C en junio. En los meses de diciembre a febrero se aprecia la homogeneización de la temperatura en toda la columna de agua; en esta época del año el viento mezcla toda la masa de agua, en los meses restantes se registra la estratificación

Gráfica 37. Comportamiento de la temperatura del agua y del oxígeno disuelto



Fuente: Elaboración propia.

térmica del agua, como ya se ha mencionado para otros embalses (gráfica 37).

Oxígeno disuelto

Las concentraciones de este gas, en superficie, registraron valores de 5 mg/l en febrero a 9.6 mg/l en abril. La capa oxigenada del embalse se extiende, durante la época de mezcla (invierno), hasta el fondo; sin embargo, durante la época de estratificación por temperatura (verano), el oxígeno solamente se registra hasta los 10 m de profundidad (gráfica 37).

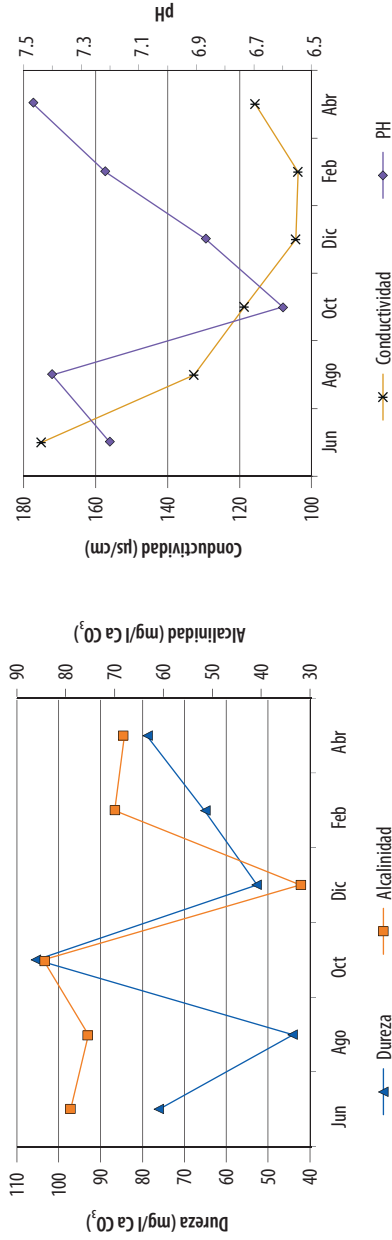
Dureza y alcalinidad

Los valores de dureza del agua registrados en este embalse indican que se ubican como moderadamente duras, ya que varió entre 44 y 105.3 mg/l CaCO_3 . La alcalinidad, por su parte, varió entre 32 y 84.7 mg/l CaCO_3 . Estas variables están relacionadas con el pH, cuyos valores fueron entre 6.6 y 7.5. La conductividad es baja (103.7-175 $\mu\text{S/cm}$). Estos factores físico-químicos, además de los nutrimentos, de alguna manera, son indicadoras del grado de productividad biológica del ecosistema (gráfica 38).

Los principales nutrimentos (nitritos, nitratos, amonio, sulfitos y los fosfatos) provienen fundamentalmente de los escurrimientos durante la temporada de lluvias, las cuales se presentan en los meses de julio a octubre. Durante la mezcla invernal del agua se presenta un importante afloramiento de nutrientes, lo cual se refleja en el enverdecimiento del agua por la abundancia de fitoplancton (gráfica 39).

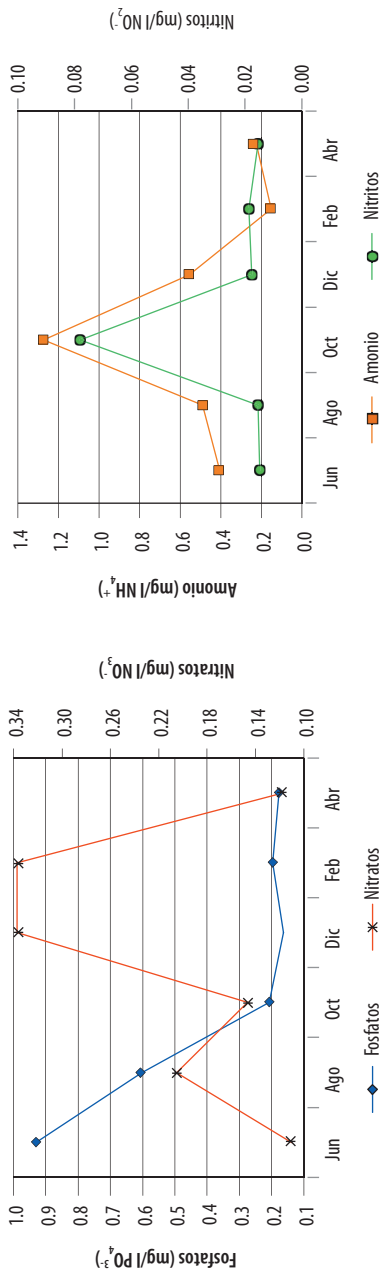
De acuerdo con los datos de transparencia, clorofilas y fósforo total, se establece que el embalse se encuentra en un estado eutrófico (Martínez, 2005).

Gráfica 38. Comportamiento de algunas variables fisico-químicas



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 39. Variación de algunos nutrientes



Fuente: Elaboración propia.

ESPECIES ENDÉMICAS

La única especie endémica en la presa es la mojarra verde identificada como *Ciclasoma beani*, pues habitaba el río antes de que fuera regulado por la construcción de la presa.

ESPECIES INTRODUCIDAS

Una vez que se construyó el embalse, se procedió a la introducción de especies de peces que pudieran ser aprovechadas como fuente de proteínas y que potencialmente pudieran ser utilizadas en la pesca doméstica por parte de los habitantes de los pueblos ribereños. En esos años llegaron las primeras especies de mojarra provenientes de África, conocidas genéricamente como tilapias (Morales, 1991). De acuerdo a la Subdelegación de Pesca de la entidad, la introducción de la mojarra al embalse se realizó por primera vez en el año de 1978; el bagre de canal *Ictalurus punctatus* se introdujo en 1981 mientras que la lobina negra *Micropterus salmoides* y la mojarra coqueta *Lepomis macrochirus* en 1989 (Acosta, 1997).

Como en los otros embalses, la lobina fue para pesca deportiva y la mojarra coqueta como forrajera. La introducción de carpa se hizo en 1995, como parte de un programa de control de malezas acuáticas, sobre todo el lirio acuático *Eichornia grassipes* (Acosta, 1997). Actualmente se encuentra establecida una pesquería de la mojarra *O. aureus*, el bagre de canal *I. punctatus* y la lobina *M. salmoides* (tabla 12). Se debe señalar que durante el tiempo que duró el estudio, no se encontraron especímenes de carpa. Los pescadores refieren que los especímenes de carpa son escasos y que prefieren tirarlos, dado que su precio de venta es muy bajo.

Tabla 12. Fauna ictiológica presente en el embalse

Nombre común	Nombre científico	Condición	Fines
Mojarra	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida	Pesca comercial
Mojarra	<i>Ciclasoma beani</i>	Nativa	
Bagre	<i>Ictalurus punctatus</i>	Introducida	Pesca comercial
Lobina negra	<i>Micropterus salmoides</i>	Introducida	Pesca comercial y deportiva
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Introducida	Pesca comercial
Mojarra coqueta	<i>Lepomis machrochirus</i>	Introducida	Forrajera
Sardinita de agua dulce	<i>Dorosoma smithi</i>	Introducida	Forrajera

Fuente: Elaboración propia.

PRODUCTORES

La pesca en el embalse permite la participación, de acuerdo con el padrón registrado en la Subdelegación de Pesca del estado, de alrededor de 229 personas organizadas en cinco sociedades cooperativas y un permisionario. El número de miembros de estas organizaciones sociales es variable, como se observa en la tabla 13. El promedio de redes por pescador y cooperativa es igualmente variable, de tal manera que los pescadores que menos redes utilizan son de la SCPP La Curva, con seis, en tanto que los que más utilizan son los de la SCPP Lic. Adolfo López Mateos, con 15. El total de redes agalleras utilizadas es de 2 077.

Tabla 13. Número promedio de redes por pescador y total

Sociedad corporativa	Núm. de pescadores	Promedio de redes/pescador	Total de redes
SCPP Cualpita, SCL	46	8	240
SCPP El Varejonal, SCL	53	10	700
SCPP La Curva, SCL	28	6	162
SCPP La Presita, SCL	18	10	210
SCPP Pte. Adolfo López Mateos, SCL	49	15	765
Permisionaro Diego Rivera, SCL	15		
Total	209		2077



Pescadores realizando labores de fileteado en la presa Adolfo López Mateos.

Origen de los pescadores

En el poblado de Jesús María, comunidad situada próxima al embalse, habita la mayoría de los pescadores. Otros más habitan en los ejidos Varejonal, La Curva y la Presita.

PESCA COMERCIAL

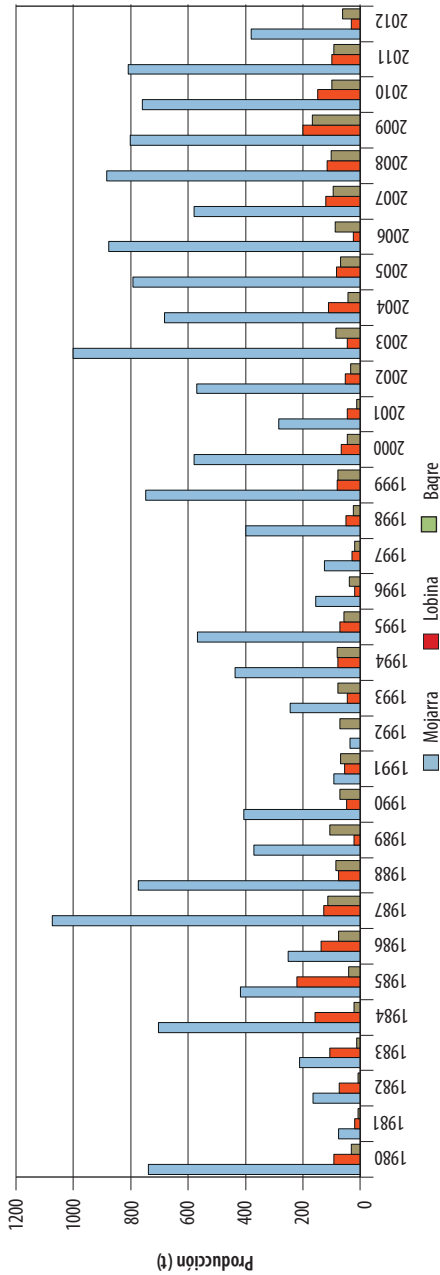
La producción histórica total de las especies explotadas en el embalse se presenta en la gráfica 40. Salvo en muy contados años, la captura tiende a igualarse entre las especies. Aparentemente los datos reflejan un comportamiento cíclico de la producción pesquera, ya que se aprecia que posterior a los años ochenta, el rendimiento se incrementó y alcanzó poco más de 880 toneladas en 1984 y poco más de las 1 300 toneladas en 1987. Posterior a este año, se volvió a registrar una disminución que llegó a 107 toneladas en 1992. Aunque se registró un leve repunte en los cuatro años posteriores, en 1997 la actividad presentó una crisis, provocando que un considerable número de pescadores migraran en busca de trabajo.

En los últimos años la variación en las capturas ha sido menor, y en el año 2003 la producción registró un importante repunte al alcanzar poco más de 1 100 t y en los últimos cinco años se ha mantenido por arriba de las 950 t en promedio. Aparentemente las mayores capturas se han registrado en los años en los que los niveles de agua han sido los más bajos. Esto pudiera deberse a que al bajar los niveles de agua los organismos están más expuestos a las artes de pesca.

En el comportamiento de la composición por especie, se aprecia que en algunos años, las capturas, si bien no se igualan, llegan a ser muy parecidas; de manera similar se aprecia que cuando la producción total se incrementa, se debe a que la participación de la mojarra se eleva considerablemente con relación a las otras especies. Es notorio que las capturas de lobina y bagre mantienen poca variabilidad con los años, salvo en el periodo 1988-1994, cuando el bagre predominó con relación a la lobina. En los años restantes la proporción entre las especies es muy parecida.

La producción de lobina se ha comportado de manera muy variable; los máximos aparecen en 1985 cuando se alcanza una

Gráfica 40. Comportamiento de la producción total de los últimos 32 años



Fuente: Elaboración propia.

producción por arriba de las 200 toneladas, a partir de ese año se observa una disminución que llega a cero en 1992. Las capturas de lobina no han sido tan altas, ya que se han mantenido alrededor de las 50 toneladas y han contribuido para alejar a los inversionistas que pensaron en la posibilidad de desarrollar esta presa para pesca deportiva.

Actualmente la proporción porcentual de participación de las especies en la producción total favorece a la mojarra con cerca del 80 por ciento seguida de la lobina con un poco más del 10 por ciento y el bagre, el cual se puede considerar como una especie complementaria. Lo anterior permite aseverar que la pesquería en el embalse Adolfo López Mateos es del tipo monoespecífica.

RENDIMIENTO PESQUERO POTENCIAL

Se utilizó el índice morfoedáfico, el cual se expresa mediante el valor promedio de la conductividad dividido entre la profundidad media (Ryder, 1965).

Cuadro 11. Índice morfoedáfico

Índice morfoedáfico	IME = Conductividad/Profundidad media IME = 133.56/20 = 6.678
El modelo utilizado es	Y = 19.0677 (IME) ^{0.7950} Y = 19.0677 (6.678) ^{0.7950} = 86.276 kg/ha

Considerando una superficie promedio de 4 000 hectáreas, el rendimiento pesquero = 345.10 x factor batimétrico 2.5 = 862.7 toneladas por año.

Esto significa que el rendimiento máximo del embalse se puede situar alrededor de las 862.7 toneladas por temporada, con una adecuada administración de los recursos y figurando la mojarra como especie principal.

RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN

La pesca comercial se lleva a cabo durante 10 meses del año, de octubre a julio, dejando un periodo de dos meses (agosto y septiembre), como una veda de tipo reproductivo.

ARTES DE PESCA

En la pesca de mojarra se utilizan redes agalleras construidas de paño monofilamento calibre 020 y 025, color verde agua, predominantemente, con un relingado entre el 50 y 60 por ciento, con luz de malla que varía de 3, 3.25, 3.5 y 4 pulgadas, predominando las segunda y tercera, con flotadores rústicos de diversos tipos de envases de plásticos que le dan cierta flotabilidad a la relinga superior y piedras amarradas a la relinga inferior o de hundimiento.

La selectividad de la red agallera de 3 pulgadas de luz de malla, captura organismos de mojarra cuya talla de primera captura ($L_{c_{50\%}}$) es de 185 mm; una $L_{c_{75\%}}$ de 220 y una L_{op} de 203 mm. La red de 3 $\frac{1}{4}$ pulgadas captura especímenes con una talla de primera captura de $L_{c_{50\%}}$ de 204 mm; $L_{c_{75\%}}$ es de 243 y una L_{op} de 223, y finalmente la red de 3 $\frac{1}{2}$ pulgadas, captura organismos con una $L_{c_{50\%}}$ de 216 mm, $L_{c_{75\%}}$ de 246 y una L_{op} de 231.

Selectividad de nasa en la captura de bagre

La captura de bagre mediante la nasa se realiza sobre una población de organismos cuya talla varía de $L_{c_{25\%}} = 257$ mm a una $L_{c_{75\%}} = 312$ mm; la talla de primera captura o $L_{c_{50\%}} = 284$ milímetros.

REPOBLAMIENTO

La repoblación del embalse con crías de mojarra fue consistente durante el periodo de 1990 a 2005, indicando que la

cantidad de crías que se depositaban en la presa sobrepasaba, en la mayoría de los años, los dos millones. Sin embargo, este embalse es de los más grandes del Estado, por lo que sus necesidades de crías son mayores y se requieren alrededor de cinco millones anuales. En el año 2013 fueron sembrados dos millones de crías.

PESCA DEPORTIVA Y TURISMO

Las actividades de la pesca deportiva están reguladas por la NOM-017-PESC-1994. Además debe considerarse la NOM-009-PESC-1993.

COMERCIALIZACIÓN

En la compra de la producción pesquera participan los siguientes compradores:

Cuadro 12. Principales compradores

Cresencio Jacques	Comercializa con la SCPP La Curva
Jesús Cerda	Comercializa con la SCPP Adolfo López Mateos
Cesar V. Arellano	Compra la producción de la SCPP La Presita
Diego Rivera	Esta persona habilita un grupo de pescadores a quienes les compra la producción

La presentación del producto, dependiendo de la especie, se realiza de diferente manera; la mojarra se comercializa fundamentalmente en forma de filete, lo cual se debe a que la captura la realizan sobre organismos de pequeña talla de difícil comercialización en presentación entera eviscerada; aunque en menor cantidad también se vende entera eviscerada. El bagre se comercializa totalmente en forma entera eviscerada.

REGULACIONES RECOMENDADAS EN EL PLAN DE MANEJO PESQUERO Y ACUÍCOLA

- Que se eliminen de manera gradual de las redes 3.0, 3.25 y 3.5 pulgadas de luz de malla; es decir, que la red que se deteriora se elimine y se repongan con redes de 3 $\frac{3}{4}$ pulgadas y 4.0 pulgadas.
- Que se elimine la pesca con red de arrastre, ya que es una actividad que daña a las poblaciones al capturar organismos que se encuentran en plena madurez sexual y que se han acercado a la orilla para reproducirse.
- Que se eliminen las atarrayas, los anzuelos y el arpón en la pesca comercial por ser artes de pesca no selectivos, los cuales atrapan especímenes juveniles que aún no alcanzan su primera madurez.
- Que se suspendan las actividades de pesca comercial durante los meses de mayo a agosto, por ser la época de reproducción de la mojarra y que la temporada de pesca se establezca en ocho meses: de septiembre a abril.
- Que se pongan en práctica las recomendaciones establecidas en el Plan de Manejo Pesquero y Acuícola llevado a cabo en el 2007.
- Restructurar el Subcomité de Pesca del embalse.

La Carta Nacional Pesquera (2011) recomienda los siguientes lineamientos y estrategias de manejo:

1. Determinar tallas mínimas de captura para el aprovechamiento óptimo de los recursos pesqueros del embalse, así como la cantidad y características de las artes de pesca.
2. Determinar una relación entre los periodos y cantidades de captura adecuados al porcentaje del nivel de agua del embalse.

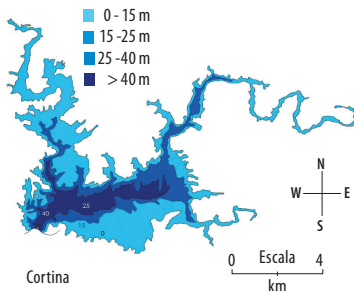
3. Establecer el Subcomité de Administración del Embalse.
4. Determinar la capacidad de carga del embalse, lo que coadyuvará al establecimiento de un programa de siembras anuales según la especie.
5. Fomentar actividades de acuicultura y de repoblación, en tanto se establezca el Plan de Manejo Pesquero del Embalse.

CAPÍTULO 9 PRESA SANALONA

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DEMARCACIÓN POLÍTICA

La presa está situada sobre la cuenca del río Tamazula, la cual pertenece a la región hidrológica número 10, aproximadamente 32 km al sureste de la localidad de Culiacán, capital del estado de Sinaloa, entre los paralelos 24° 47' y 24° 53' de latitud Norte y los meridianos 107° 05' y 107° 10' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich (mapa 9).

Mapa 9. Ubicación geográfica y mapa batimétrico de la presa Sanalona y pueblos aledaños



Fuente: Elaboración propia.



Presa Sanalona, temporada de lluvias (julio-octubre) del 2012.

El objetivo de construcción de la presa fue controlar las avenidas del río Tamazula para aprovechar sus aguas en el riego de una superficie de terreno distribuido en el Valle Culiacán, así como para la generación de energía eléctrica.

TEMPERATURA AMBIENTE

La variación de la temperatura mínima registrada por la estación meteorológica ubicada a un costado de la cortina de la presa, en el periodo de 1990 a la fecha, indica temperaturas mínimas de 11.1 °C; las temperaturas más altas han alcanzado valores de entre 36.5 °C y 39 °C.

PRECIPITACIÓN

En el periodo de 1990 a 2006, la lluvia muestra marcada variación interanual. Los años en los que se registró menor cantidad de lluvia fueron 1993 y 1999, con cantidades de poco más de los 50 mm, en tanto que los años más lluviosos fueron 1990, 1994,

2000, 2004 y 2006, en los que las precipitaciones se mantuvieron por encima de los 100 milímetros. Los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre, aunque en octubre se registran también lluvias importantes.

EVAPORACIÓN

Muestra poca variación interanual. Durante el periodo analizado, los valores se muestran por encima de los 150 mm, con un valor inusual, en el 2005, que rebasó los 200 milímetros.

COMUNIDADES BIOLÓGICAS DE LA RIBERA

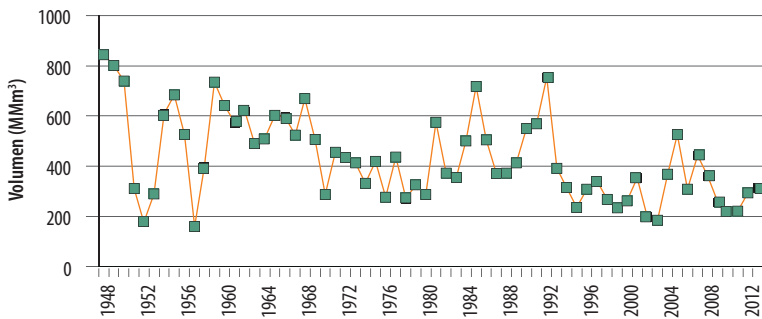
Se caracterizan por estar conformadas principalmente por la presencia de selva baja caducifolia, cuya característica principal es el hecho de que pierde sus hojas en la época de estiaje. Las especies dominantes son: *Bursera fagaroides* (torote), *Lysiloma divariata* (mauto), *Ceiba acumiata* (pochote), *Tabebuila palmari* (amapa), *Crescentia alata* (ayale), *Ipomea arborecen* (palo blanco), *Guásuma ulmifolia* (guácima), *Chlorophora tintorica* (mora), entre otras (Rzedowski, 2006).

COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN

Su capacidad de almacenamiento es de aproximadamente 970.6 MMm³, lo que significa que del periodo analizado solamente en 1948 alcanzó toda su capacidad. Como la mayoría de los embalses de la entidad, el almacenamiento registró una amplia variación. En los años 1952 y 1957 el almacenamiento promedio anual solamente alcanzó poco más de los

100 MMm³, luego se presenta un periodo de recuperación, entre 1960 y 1968, ya que se mantiene por encima del promedio del periodo (430 MMm³). En los últimos doce años, con excepción de 2006, el almacenamiento ha sido menor al promedio (gráfica 41).

Gráfica 41. Comportamiento del volumen

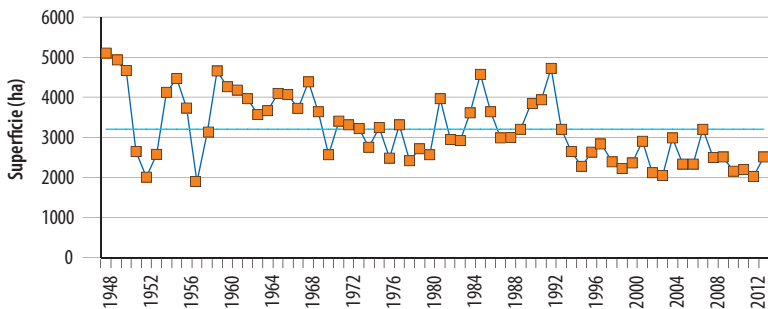


Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE

La superficie inundada promedio del periodo que se analiza es de 3 202 hectáreas y en correspondencia con los volúmenes de agua almacenados, registra cierta variabilidad con los años. La superficie promedio anual mínima observada es de 1 854 hectáreas. En el periodo que comprende entre 1993 a 2003, los valores se mantienen por debajo de la media sin bajar de las 2 000 hectáreas (gráfica 42).

Gráfica 42. Comportamiento de la superficie



Fuente: Elaboración propia.

MORFOMETRÍA DE LA PRESA

Es conocida la influencia de la morfometría de los lagos en su régimen térmico (Talling, 1969, y Lewis, 1973), productividad primaria (Brylinsky y Mann, 1973), (Hecky *et al.*, 1981) y rendimiento pesquero potencial (Rawson, 1951, Ryder, 1965, 1982).

La variación del nivel del agua del embalse hace variar su morfometría, así, a las cotas de 40 m de profundidad tiene un área 2 900 hectáreas, pero a 20 m de profundidad disminuye a 900 hectáreas (tabla 14); cuando el embalse tiene esa profundidad quedan al descubierto 2 000 hectáreas, lo que equivale al 68.9 por ciento del total. La zona descubierta tiene una importancia ecológica relevante, pues durante el lapso que permanece expuesta es colonizada por una vegetación muy diversa. Al subir el nivel de agua en la época de lluvias, la vegetación queda sumergida, sirviendo como fuente de alimento a los organismos herbívoros que habitan el embalse. Kimsey (1958) sugiere que las áreas que se exponen periódicamente, al ser inundadas de nuevo, facilitan al reciclado de los nutrientes.

Tabla 14. Principales medidas morfométricas de la presa Sanalona

Parámetro	Prof. máxima 40 m	Prof. máxima 20 m
Longitud máxima (SE-NE)	16.5 km	5.5 km
Ancho máximo (SE-NW)	11.9 km	2.4 km
Área superficial (Ao)	2 900 ha	900 ha
Volumen total (Vo)	440 x 10 ⁶ m ³	80 x 10 ⁶ m ³
Profundidad media (Z)	15.1 m	8.8 m
Profundidad media estimada	16.0 m	8.0 m
Línea de costa (Lc)	261 km	22 km
Índice de ribera (Ir)	4.3	2.08
Desarrollo de volumen (Dv)	1.37	1.33
Relación prof. media/prof. máxima	0.379	0.445

Fuente: elaboración propia.

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

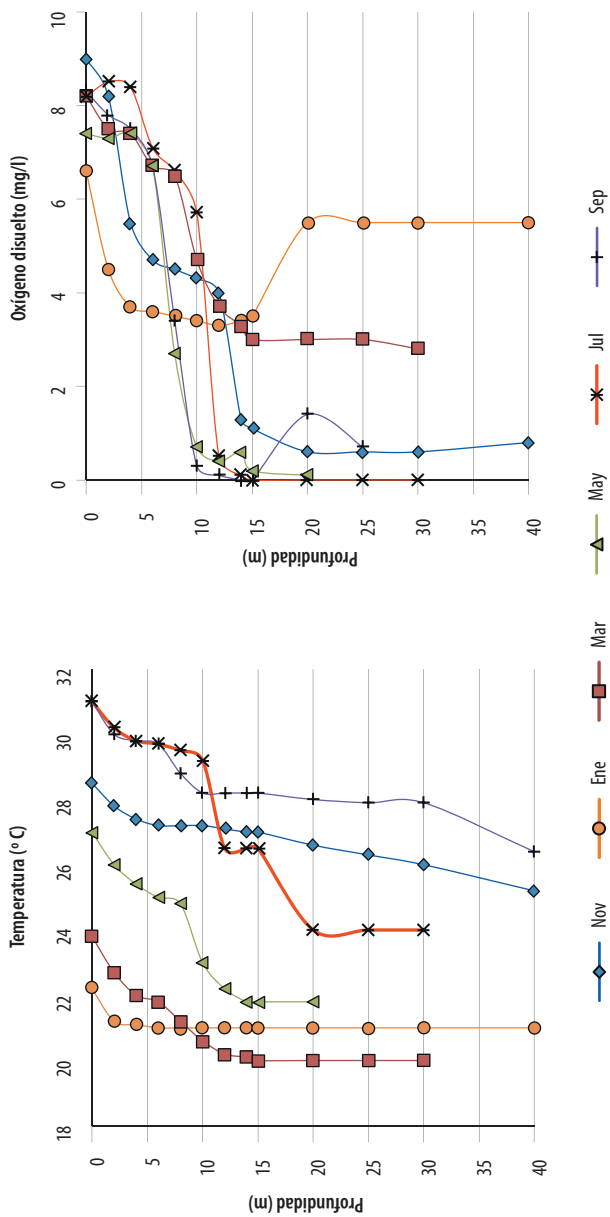
Temperatura del agua

En su parte superficial se registran valores de 22.2 °C y en la zona profunda 21 °C, en enero. En este mes se observa la mayor homogeneización térmica de la columna de agua. Las temperaturas más altas, en superficie, se registraron en julio-septiembre, ya que alcanzan valores de 31° C con una tendencia a disminuir con la profundidad, con valores de 24 °C y 26.4 °C en la parte más profunda (40 m). La presencia de una termoclina se observa de mayo a septiembre (gráfica 43).

Oxígeno disuelto

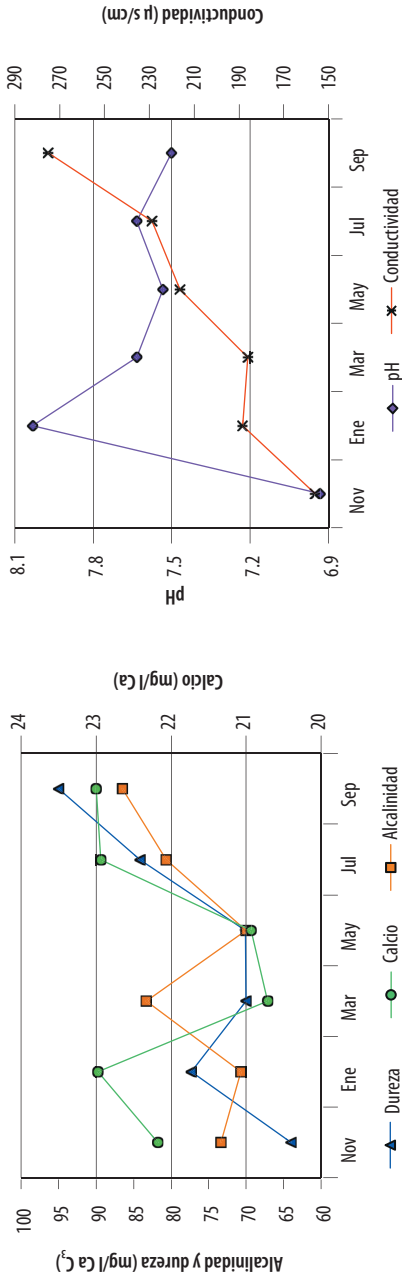
La concentración de este gas en la capa superficial alcanza valores de 9 mg/l en noviembre y hasta 8.5 mg/l en septiembre.

Gráfica 43. Comportamiento de la temperatura y oxígeno disuelto



Fuente: elaboración propia.

Gráfica 44. Comportamiento de algunos iones disueltos



Fuente: elaboración propia.

Evidenciando la presencia de una mezcla de la columna de agua, en enero la masa de agua se encuentra oxigenada de la superficie al fondo, en el resto de los meses el oxígeno disminuye con la profundidad, incluso se registra condición de anoxia (gráfica 43).

Dureza y alcalinidad

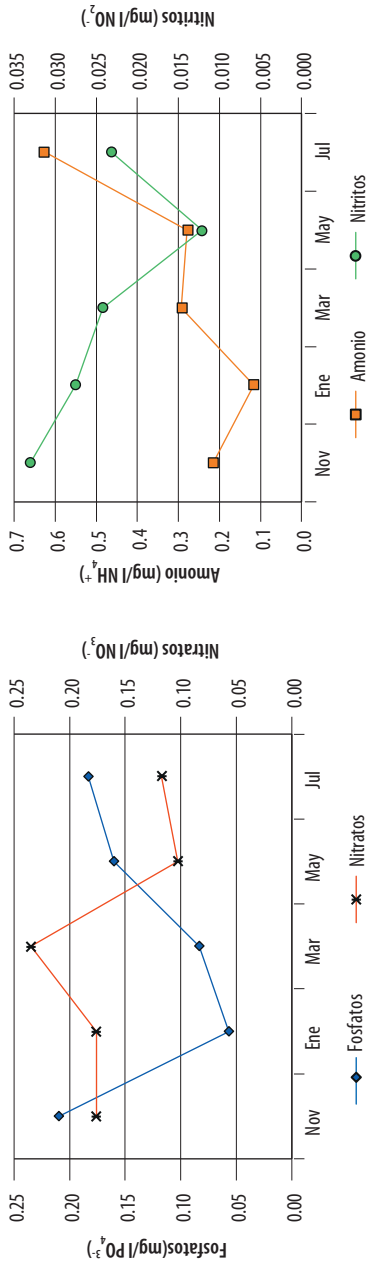
Como ya se ha señalado, la dureza indica las concentraciones de calcio y magnesio, principalmente; la alcalinidad, por su parte, es la expresión de iones bicarbonatos y carbonatos en la columna de agua. Martínez (1989) afirma que la importancia de la alcalinidad es por la relación directa con los niveles de CO_2 presente en el agua, de tal manera que en alcalinidades de 20 mg/l la concentración de CO_2 es baja, pero en valores de 150 mg/l la cantidad de CO_2 disuelto es alto, ayudando al desarrollo de la fotosíntesis; por otro lado, aguas de baja alcalinidad son pobres amortiguadoras de pH.

De acuerdo con lo anterior, los valores de dureza y alcalinidad del agua, en este embalse, lo ubican como de moderadamente dura, y por su alcalinidad de productividad moderada. Los niveles de nutrientes, en sus distintas formas, provienen de los escurrimientos durante la época de lluvias, su concentración, en este embalse, propician la proliferación de fitoplancton, lo cual viene a ser benéfico, ya que representa una fuente importante de alimento para el zooplancton, y ambos, tanto fito y zooplancton, benefician a todos los peces durante su vida de larva y juvenil, al ser su principal opción alimenticia (gráficas 44 y 45).

COMPOSICIÓN DE LOS CRUSTÁCEOS PLANCTÓNICOS

La comunidad zooplanctónica del embalse Sanalona, tanto en el arrastre de día como de noche, quedó representada por dos grupos, en los cuales estuvieron presentes los copépodos con dos órdenes; el orden Calanoideo con una familia, un género y dos

Gráfica 45. Comportamiento de algunos nutrientes



Fuente: elaboración propia

especies, y el orden Cyclopoideo con una familia y dos géneros. Los cladóceros estuvieron presentes con dos órdenes; el orden Anamopoda con una familia, dos géneros y tres especies, y el orden Ctenopoda con tres familias, tres géneros y dos especies. La proporción de los crustáceos planctónicos identificados en este embalse permitió determinar que el grupo de los copépodos predomina con una abundancia del 60%, mientras que los cladóceros registraron un 40% de abundancia (Valenzuela, 2008).

FAUNA ÍCTICA

La especie endémica es la mojarra verde *Ciclasoma beani*, en cuanto a las especies introducidas se muestran en la tabla 15.

Tabla 15. Especies de peces introducidas en el embalse

Nombre común	Nombre científico	Condición	Fines
Mojarra	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida	Pesca comercial
Bagre	<i>Ictalurus sp</i>	Introducida	Pesca comercial
Lobina negra	<i>Micropterus salmoides</i>	Introducida	Pesca comercial y deportiva
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	Introducida	Pesca comercial
Sardinita de agua dulce	<i>Dorosoma smithi</i>	Introducida	Forraje

Fuente: Elaboración propia.

PRODUCTORES

Los registros de la Subdelegación de Pesca en el estado de Sinaloa señalan que el esfuerzo pesquero, expresado como número de pescadores en el embalse, es de 103, de los cuales 70 se encuentran organizados en el organismo Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera Sanalona, SCL, además de 33 pescadores que trabajan para dos permisionarios.

Origen de los pescadores

Todos los miembros de la cooperativa presa Sanalona provienen de los poblados El Melón, Puerto Rico y Bienvenido. Los restantes habitan el poblado de Sanalona.

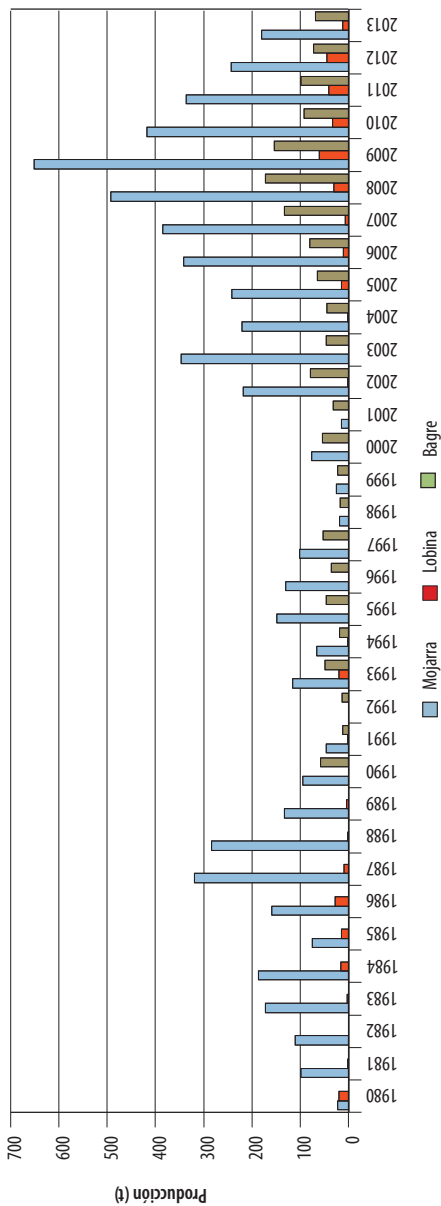
ESFUERZO PESQUERO

En términos de número de artes de pesca, los registros oficiales señalan el uso de 239 redes agalleras de luz de malla de 100, 101.5 y 125 mm, de monofilamento calibre 020 entre 35 y 60-70 m de largo, de 5 m de caída, con envases de plástico (comúnmente envase desechable de refresco y agua) como flotadores en la relinga superior y lastre de piedras amarradas a la relinga inferior o de hundimiento para la pesca, principalmente de mojarra. Para la pesca de bagre cuentan con 30 cimbras de 100 m de longitud con 50 reynales.

PESCA COMERCIAL

La producción pesquera total en el embalse está conformada por tres especies: la mojarra tilapia *Oreochromis aureus*, la lobina negra *Micropterus salmoides* y el bagre de canal *Ictalurus punctatus*. La pesquería ha sufrido amplias variaciones en su producción, como sucedió en los años 1985, 1988, 1991 y 1992, los cuales sin duda han sido críticos para quienes viven de esta actividad. Una importante producción se registró en 1987, que fue de 328.4 t, en las que la mojarra *Oreochromis aureus* fue la más importante con el 95.8% del total de la producción. En general se observan dos repuntes en la producción pesquera: en los años de 1993 a 1995 y de 2002 a 2004; en el último periodo los datos indican producciones ligeramente mayores a las 300 toneladas. En el 2009 se obtiene un registro histórico de 866 toneladas. El porcentaje de participación de las tres especies, en el total de la producción, fue como sigue: mojarra 73.2 por ciento, bagre 25.3 por ciento y lobina 1.4 por ciento (gráfica 46).

Gráfica 46. Comportamiento de la producción en los últimos 32 años



Fuente: elaboración propia.

El bagre es un recurso pesquero cuya participación en la producción global es significativa, ya que es la segunda especie en importancia, y aunque se han mantenido producciones más bajas, comparativamente con otras, sin duda es un recurso que requiere de muchos estudios que permitan saber si existen alternativas de un manejo de acuicultura que permita obtener mejores rendimientos.

La lobina negra es la tercera en importancia, en cuanto a producción se refiere, y se pesca en cantidades poco significativas, como ha sucedido en los últimos años en los que el porcentaje de participación ha sido de los más altos. Aunque se diga que la lobina está reservada para la pesca deportiva, no existe ninguna restricción para su extracción.



Se mantiene la pesca deportiva en el embalse.

COMERCIALIZACIÓN

La producción pesquera se vende en fresco, a orillas del embalse, los clientes son compradores intermediarios que la compran al mayoreo, ya sea en presentación entera eviscerada o en filete. Parte de este producto se distribuye regionalmente y otra se traslada al mercado de la Viga en la Ciudad de México.

REPOBLAMIENTO

El embalse ha sido objeto de repoblaciones con crías de mojarra de la especie *O. aureus* procedentes del Centro Acuícola El Vaquejón. En los últimos 15 años la siembra ha sido consistente, recibiendo cantidades que en los últimos seis años ha variado de 500 mil a dos millones. De acuerdo con la información proporcionada por la Subdelegación de Pesca en Sinaloa, el embalse recibió en 1993, 20 mil crías de lobina, y en el 2013 se sembraron dos millones de crías de mojarra. La necesidad de repoblamiento de este embalse es de tres millones anuales.

REGULACIONES PESQUERAS

- Tallas mínimas. En este apartado se recomiendan las siguientes tallas de captura (longitud total):

Cuadro 13. Tallas mínimas recomendadas

Mojarra:	Talla mínima de 260 milímetros
Bagre:	Talla mínima de 350 milímetros
Lobina:	Talla mínima de 350 milímetros

- Vedas. El periodo de veda recomendado para la mojarra y el bagre es del primero de mayo al 31 de julio.
- Conformar un comité de inspección y vigilancia.

RECOMENDACIONES

Establecidas en el Plan de Manejo Pesquero y Acuícola:

1. No incrementar el esfuerzo pesquero en ninguna de sus modalidades. Es recomendable la organización de los pescadores libres en sociedades cooperativas.

2. Utilizar redes agalleras de 4 pulgadas de luz de malla en la pesca comercial.
3. No realizar pesca mediante la red de arrastre.
4. No utilizar atarraya, arpón ni sustancias contaminantes en la captura de especies acuáticas.
5. Aplicar una veda reproductiva para la mojarra y el bagre del primer día del mes mayo hasta el día último de julio.
6. La veda para lobina se recomienda sea del primer día mes de enero hasta el último día del mes de abril.
7. Las tallas mínimas de captura deberán ser de 26 cm para la mojarra, 30 cm para el bagre y 35 cm para la lobina.
8. La tasa de siembra de cría de mojarra debe ser de 1 000 crías por ha, considerando la superficie promedio señalada.
9. Se recomienda la aplicación de cuota de captura y periodos de pesca. La cuota inicial puede ser de 300 kg sólo de mojarra por decena por pescador. Trabajar dos decenas, descansando el resto del tiempo de cada mes.
10. Buscar los medios para incrementar la infraestructura para la pesca deportiva.
11. Darle continuidad a los estudios de hidrología y calidad de agua, la biología de las especies y la biología pesquera de las mismas.
12. Que los desechos del fileteado se depositen en tierra, en fosas construidas *ex profeso* mientras se concreta la construcción y operación de la fábrica de harina de pescado.
13. Darle solución al problema más sentido por la comunidad de pescadores mediante la creación de la figura de inspector de pesca habilitado, apoyado siempre y constantemente por el inspector federal.
14. Respetar las zonas recomendadas para la reproducción.

CAPÍTULO 10

PRESA JOSÉ LÓPEZ PORTILLO, "EL COMEDERO"

La presa se destina a controlar las avenidas del río San Lorenzo para aprovechar sus aguas en el riego de una superficie de aproximadamente 105 000 ha de terreno distribuido en los valles de San Lorenzo y Culiacán, así como la generación de energía eléctrica. Adicionalmente, se lleva a cabo actividad pesquera y acuícola.

Cuadro 14. Datos de identificación de la presa

Periodo de construcción	De 1977 a 1983
Fecha de inicio de operaciones	Julio de 1981
Capacidad en millones de metros cúbicos	3 400
Superficie embalsada (ha)	6,655 NAME

Fuente: Comisión Nacional del Agua.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

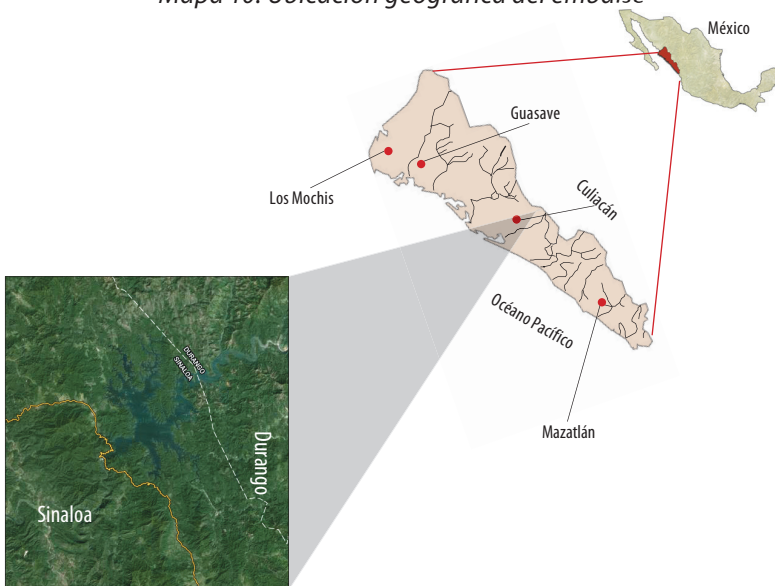
La presa está situada sobre la cuenca del río San Lorenzo, en la región hidrológica número 10, a 29 km del norte de la localidad de Cosalá y a 98 km al sureste de la ciudad de Culiacán, capital

del estado de Sinaloa, entre los paralelos $24^{\circ} 30'$ y $24^{\circ} 45'$ de latitud Norte y los meridianos $106^{\circ} 45'$ y $107^{\circ} 48'$ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich (mapa 10).

VÍAS DE COMUNICACIÓN

En el kilómetro 16 del camino que comunica a la ciudad Culiacán con la presa Sanalona, hay un entronque con un camino de 65 km de longitud que llega a la ranchería serrana denominada La Llama, de la cual parte un camino vecinal de 9 km de longitud que termina precisamente en la presa. Otra ruta de acceso se inicia en el kilómetro 112 de la carretera federal Guadalajara-Nogales, donde entronca la carretera estatal al poblado de Cosalá, distante 56 km, de ahí sale un camino de terracería de 30 km de longitud que conduce directamente a la presa.

Mapa 10. Ubicación geográfica del embalse



Fuente: Elaboración propia.

CLIMA

De acuerdo con García (2004), el clima imperante en la región donde se localiza la presa es del tipo cálido subhúmedo con lluvias de verano. La temperatura media anual oscila entre 24 °C y 26 °C.

PRECIPITACIÓN

La temporada de lluvias en la zona está bien definida y abarca de julio hasta octubre, con precipitaciones esporádicas en los meses de noviembre a enero. El estiaje se presenta de febrero a mayo. La precipitación alcanza entre 800 y 1 000 mm (CNA, 2011).

EVAPORACIÓN

La evaporación más intensa en la zona se registra en los meses de abril, mayo y junio, cuando alcanza valores que rebasan los 300 mm, mientras que los mínimos, en los mismos meses, se mantienen en alrededor de 200 milímetros (CNA, 2011).

VEGETACIÓN

La vegetación característica de la zona de estudio es el bosque espinoso, el cual se distingue por ser una comunidad heterogénea de vegetales que tienen en común la característica de ser bajos y cuyos componentes, al menos en gran proporción, son árboles espinosos (Rzedowzky, 2006).

COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN

El periodo analizado del comportamiento del volumen es de los últimos 15 años. Los primeros cinco años (1999-2004), los registros indican volúmenes de agua promedio anuales que se mantienen alrededor de los 500 MMm³, valores por debajo de la media que se establece en 1 017 millones de metros cúbicos. Luego viene un periodo entre el 2005 y 2011 donde el almacenamiento se ubica por encima de los 1 500 MMm³, en este caso, los valores se ubican por encima de la media (gráfica 47).

Gráfica 47. Comportamiento del volumen



Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE

La superficie de terreno cubierto por las aguas almacenadas en esta presa se mantiene, en los primeros cinco años, entre 2 000 y 3 000 ha, esto es, por debajo del promedio que se calcula en 4 067 hectáreas. En los seis años siguientes, la superficie mantiene valores muy próximos a las 6 000 hectáreas. Recientemente, en 2012 y 2013, bajó de nuevo la superficie cubierta, con un valor aproximado de 2 000 hectáreas (gráfica 48).

Gráfica 48. Comportamiento de la superficie



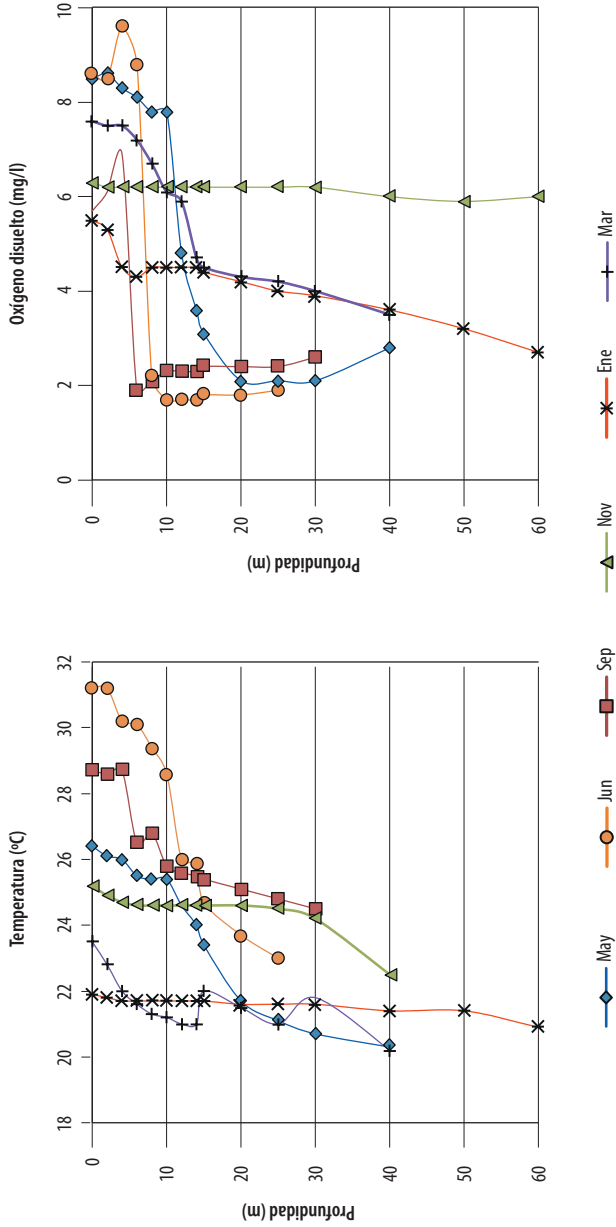
Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Temperatura del agua

En enero la temperatura del agua superficial registró 21.9 °C y 20.9 °C en el fondo (60 m); se establece una diferencia de 1 °C, por lo que el agua se considera térmicamente homogénea. Esta condición propicia que la fuerza del viento induzca movimientos convectivos del agua cuyas corrientes alcanzan las zonas más profundas del embalse. Conforme transcurre el tiempo, la temperatura del agua gradualmente se incrementa hasta alcanzar 31.2 °C en junio. La capa de mezcla abarca de la superficie a los 10 metros y, entre este nivel y los 20 metros, se ubica la capa de agua reconocida como metalimnion, donde se registra el gradiente térmico o termoclina, esta condición del embalse evita la mezcla del agua superficial con la de fondo (gráfica 49).

Gráfica 49. Comportamiento de la temperatura y del oxígeno disuelto



Fuente: elaboración propia.

Oxígeno disuelto

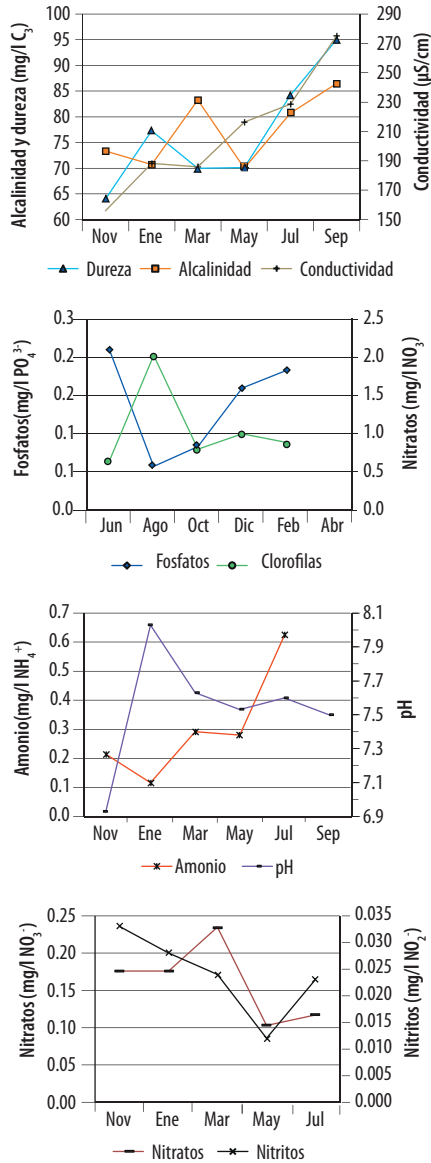
La superficie del agua registró una concentración de entre 5.5 mg/l en enero y 8.6 mg/l en junio, aunque se registró una disminución con la profundidad; su presencia a los seis metros significa que esta región del embalse presenta condiciones adecuadas en cuanto a la presencia del gas. Durante los meses en los que el agua se estratifica (todo el verano y parte del otoño), al no haber mezcla de toda la columna de agua, el oxígeno de las capas profundas disminuye debido a los procesos de oxidación de la materia orgánica, las condiciones reductoras inducen a la liberación y acumulación de gases como el bióxido de carbono, amonio y sulfuros. Durante la circulación de invierno el agua transfiere este gas hacia las capas más profundas del embalse, propiciando condiciones oxidantes, lo que permite la mineralización de la materia orgánica (Wetzel, 2001; Dodds, 2002 y Roldán y Ramírez, 2010) (gráfica 49).

Dureza y alcalinidad

De acuerdo con los valores de dureza (promedio de 76.8 mg/l CaCO_3), las aguas de este embalse se pueden considerar como moderadamente duras y con alcalinidad moderada. Los promedios anuales de estos iones permiten clasificar a las aguas del embalse como de productividad biológica media (Boyd, 1990). La conductividad se mantiene por arriba de 156 y alcanza un máximo de 275 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valores que están por encima de otros embalses del estado (gráfica 50).

En cuanto a nutrimentos, se observó que los nitritos variaron entre 0.012 y 0.033 mg/l NO_2^- , los nitratos entre 0.103 y 0.235 mg/l NO_3^- y el amonio entre 0.116 y 0.624 mg/l NH_4^+ . El pH se mantuvo por encima de la neutralidad con un mínimo de 6.9, registrado en noviembre, y un máximo de 8 en enero, y un promedio de 7.5 de pH. Los fosfatos registraron valores de entre 0.057 como mínimo en el mes de enero y 0.21 mg/l PO_4^{3-} como máximo en el mes de noviembre, con un promedio de 0.139. La

Gráfica 50. Comportamiento de variables químicas en el embalse



Fuente: elaboración propia.

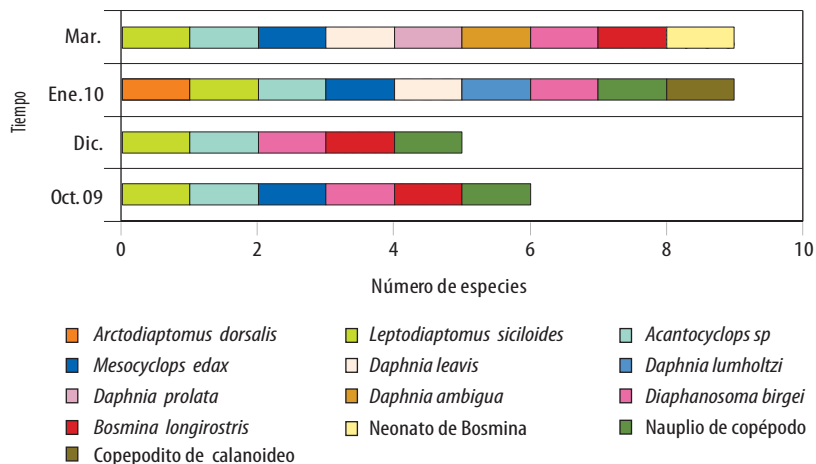
concentración de los sulfitos presentaron un intervalo de 0.001-0.0047 mg/l S²⁻. Las clorofilas presentaron concentraciones entre 0.624 mgC/m³ y 2.026, con un promedio de 1.06 (gráfica 50).

COMPOSICIÓN DE LOS CRUSTÁCEOS PLANCTÓNICOS

La comunidad de los crustáceos planctónicos analizada quedó representada por dos grupos, uno de ellos fueron los copépodos, con dos órdenes: el Cyclopoida, con dos géneros, *Mesocyclops* sp. y *Acanthocyclops* sp; y el Calanoide con dos especies, *Skistodiaptomus pallidus* y *Arctodiaptomus dorsalis* (gráfica 51).

El otro grupo de los crustáceos fueron los cladóceros, con dos órdenes: el Anamópoda, del cual se identificaron cinco géneros y seis especies; y el Ctenopoda, con tres géneros y tres especies (gráfica 51).

Gráfica 51. Riqueza de especies en el embalse el Comedero



Fuente: elaboración propia.

ESPECIES QUE CONFORMAN LA ACTIVIDAD PESQUERA Y ACUÍCOLA

La mojarra tilapia *Oreochromis aureus*, especie principal el bagre de canal *Ictalurus punctatus*, y la carpa *Cyprinus carpio*. La lobina negra *Micropterus salmoides* sostiene la pesca deportiva.

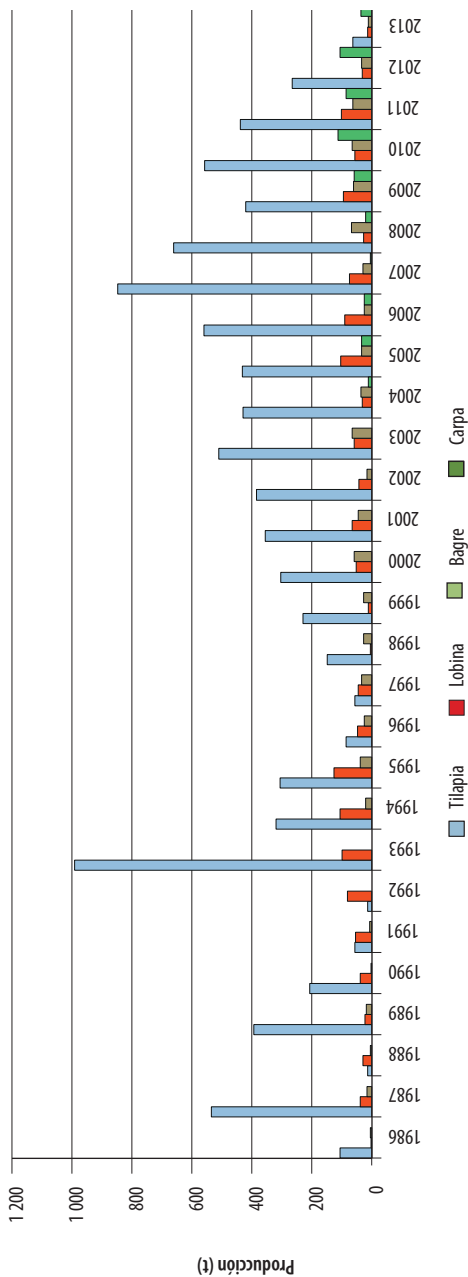
PESCA COMERCIAL

La pesquería ha sufrido amplias variaciones en su producción como sucedió en los años 1986, 1988, 1996 y 1997, los cuales sin duda han sido bastante críticos para quienes viven de esta actividad. La mayor producción se registró en 1993, ya que se alcanzó un total de 992 toneladas, en la que la mojarra *Oreochromis aureus* es la más importante con el 95.8 por ciento del total de la producción. En general se observan dos repuntes en la producción pesquera, en los años de 1993 a 1995 y de 2000 a 2004. En ambos periodos, salvo lo registrado en 1993, los registros indican producciones mayores a las 400 toneladas, para incrementarse en el 2007 y 2008, ubicándose por arriba de las 770 toneladas (gráfica 52).

PRODUCCIÓN PESQUERA POR ESPECIE

La producción pesquera total en el embalse está conformada por la participación de tres especies: la mojarra tilapia *Oreochromis aureus*, el bagre de canal *Ictalurus punctatus* y la lobina negra *Micropterus salmoides*. El porcentaje de participación de estas especies en el total de la producción es como sigue: mojarra 71.9 por ciento, lobina 19.28 por ciento y bagre 8.75 por ciento. Adicionalmente se captura una variedad de carpa que al parecer es carpa espejo *Cyprinus carpio var_espularis*; los registros de producción que hasta la fecha se tienen muestran que su aporte a la producción total no es significativo.

Gráfica 52. Producción pesquera por especie, periodo 1986-2013



Fuente: Subdelegación de Pesca, Sinaloa.

De manera comparativa, en la producción de las tres especies por temporada de pesca, a excepción de los años 1988, 1991 y 1997, se observa que en todas las temporadas se aprecia la dominancia de la mojarra y la diferencia se hace mucho mayor en el año de 1993. Resalta que en los últimos años la producción presenta una importante recuperación.

La lobina negra es la segunda en importancia en cuanto a producción se refiere, y se pescan importantes cantidades, como sucedió en los años 1994 y 1995, en los que el porcentaje de participación son los más altos. Aunque se señala que la lobina está reservada a la pesca deportiva, no existe ninguna restricción para su extracción que rebase los porcentajes considerados para pesca incidental.

El bagre es un recurso pesquero cuya participación en la producción global es poco significativa. Se mantiene en un 8.7 por ciento y ocupa el tercer lugar por su abundancia. Esta especie ha mantenido producciones muy bajas, comparativamente, con otras especies, sin que a la fecha se conozcan los factores que propician tal condición.

Uno de los problemas a los que se enfrentan los embalses es el riesgo de contaminación por diversas actividades humanas que se llevan a cabo en la parte serrana, en zonas próximas a los ríos, entre las que destaca la actividad minera. En el 2013 se registró un derrame de desechos en la mina El Herrero, ubicada aguas arriba sobre el río Los Remedios, Durango, conocido como río San Lorenzo en territorio de Sinaloa y principal tributario de la presa José López Portillo, “El Comedero”, cuyos estudios desarrollados por el doctor Federico Pez del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, revelaron que el agua del embalse fue contaminada con metales y metaloides, como arsénico, cobre, mercurio y plomo, los cuales se han bioconcentrado en hígado, branquias y músculos de los peces, lo que ha traído como consecuencia mortalidad masiva de éstos en el

embalse, haciéndose crítico el caso de las especies que sustentan la pesca comercial y la actividad turística. Este fenómeno ha traído como consecuencia la disminución de la producción pesquera, afectando alrededor de 300 pescadores y sus familias.

ESFUERZO DE PESCA

Los registros de la Subdelegación de Pesca en el estado de Sinaloa señalan que el esfuerzo pesquero, expresado como número de pescadores en el embalse, es de 197, organizados en cuatro Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera. El nombre de la sociedad cooperativa y el lugar de residencia se presentan en la tabla 16.

Las encuestas aplicadas a los miembros de las cooperativas revelan que el esfuerzo pesquero se ha incrementado en los últimos años, ya que las cuatro organizaciones han incorporado a su padrón 114 nuevos miembros, elevando el número de pescadores a 311, lo que equivale a un incremento del 57.8 por ciento. Se tiene información de los propios directivos de que esta cifra puede ser mayor. De ser cierta, la situación de sobreexplotación es demasiado evidente, lo que se ha reflejado en la captura.

Tabla 16. Comportamiento del esfuerzo pesquero expresado en número de pescadores

Grupo social	Número de pescadores	Lugar de residencia
SCPP la Boca de la Presa	40	San José de las bocas
SCPP Productores de Mezcaltitlán	40	Mezcaltitlán
SCPP Chepe Gordo	35	El Ranchito
SCPP Las Cañadas de Jacopa	12	Las Cañadas de Jacopa
SCPP Ribereños del Comedero	70	La Llama
Total	197	

Fuente: Elaboración propia.

Esfuerzo pesquero en términos de número de artes de pesca

Las artes de pesca utilizadas durante la temporada de pesca 2009-2010 son las redes agalleras de luz de malla de 4.0, 4.25, 4.5 pulgadas, predominando las primeras, de monofilamento calibre 020 entre 35 y 60 m de largo de 3.5 a 6 m de caída con embalses de plástico, como flotador en la relinga superior y lastre de piedras amarradas a la relinga inferior o de hundimiento. El número de redes por pescador varía entre 12 y 30, con un promedio de 17.4.

Otras artes de pesca utilizadas son la caña de pescar, la cual se utiliza para la captura de lobina, ya que no existe ninguna restricción para ello, y la nasa, utilizada en la captura de bagre.

Tamaño de la población de mojarra

Se estimó mediante el método de Leslie y Davis (1939). Para ello se utilizaron los datos de captura mensual del 2010, la relación entre la captura acumulada y la Captura por Unidad de Esfuerzo, la cual se explica mediante el modelo $CPUE = 0.0067 (CA) + 3.2337$; con una correlación de $r^2 = 0.8046$. El tamaño de la población se estimó haciendo $N_0 = a/b = 3.2337/0.0067 = 482.64$ t, es decir, que tan sólo de mojarra, la captura oscilará alrededor de esta cantidad.

Con el propósito de estimar el rendimiento pesquero potencial de la presa José López Portillo, se utiliza el índice morfoedáfico, para lo cual se requieren datos de conductividad eléctrica (promedio anual) y la profundidad media del embalse.

Cuadro 15. Parámetros morfométricos

Conductividad promedio anual del agua	= 160.85
Profundidad media del embalse	= 15
Índice morfoedáfico	= $160.85/15 = 10.72$
Modelo Y = 19.0677 (IME)^{0.7950}	= 125.69 kg/ha

Rendimiento total anual (superficie promedio 3 000 ha) = (377 070 t) x un factor 1.5 = 565 t/temporada. El factor utilizado fue establecido por Beltrán *et al.*, (en preparación) y que tiene que ver con parámetros morfométricos del embalse.

COMERCIALIZACIÓN

Todo el producto se vende en presentación entero eviscerado. Los compradores que acaparan la producción en el embalse son:

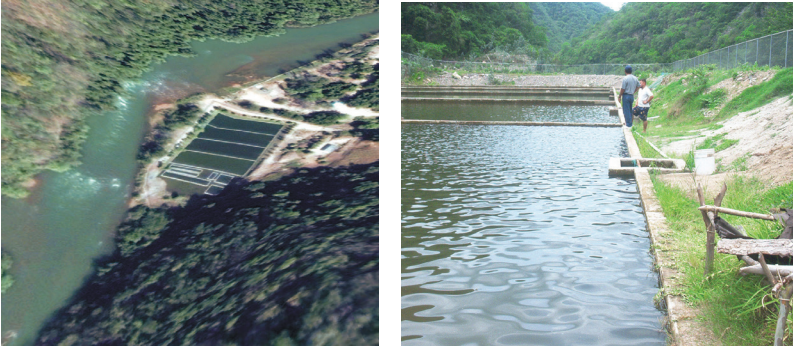
Alfredo Cerda. Comprador de la SCPP Chepe Gordo SCL, la Boca de la Presa y de Productores de Mezcaltitán y la SCPP Cañada de Jacopa.

Jesús Cerda. Compra a la SCPP productores de Mezcaltitán y a un grupo perteneciente a la SCPP Ribereños del Comedero.

Crescencio Jake. Comprador de las SCPP Ribereños del Comedero SCL.

REPOBLAMIENTO

Con el propósito de producir la cantidad de crías requeridas por el embalse, las sociedades cooperativas tienen cuatro estanques de concreto de 16 x 45 m y una casa bodega. Su ubicación geográfica es en los 24° 31' 48" de latitud Norte y 106° 48' 33" de longitud Oeste, en terrenos de la Comunidad El Ranchito, Cosalá. La necesidad de repoblamiento de acuerdo con el promedio de la superficie inundada es de cuatro millones de crías de mojarra por temporada.



Centro reproductor de la presa José López Portillo “El Comedero”.

RECOMENDACIONES

- Que se tenga especial cuidado en los niveles de agua del embalse, ya que al disminuir se podrán presentar condiciones adversas para la fauna acuática y en especial de las especies que soportan la pesquería, y pondría en serio peligro la sobrevivencia de las mojarra sujetas a engorda en los módulos de las jaulas flotantes.
- Que se mantenga el uso de las redes agalleras de 4 pulgadas, ya que atrapan especímenes de mojarra cuya talla oscila entre 220 y 370 mm, con un promedio de 271.
- Que se proteja la mojarra durante el periodo de mayo-agosto. La pesca de mojarra se realiza durante los meses en los que la reproducción es la más importante, lo que pone en peligro su renovación natural.
- Para disminuir la sobreexplotación de la mojarra se deben implementar cuotas de captura.
- Que se implementen periodos de pesca, lo que permitirá lo siguiente:
 1. Que la mojarra cuente con espacios libres para la búsqueda de su alimento y se libere del estrés, lo que se

traduce en un crecimiento más rápido, mejor estado fisiológico y una recuperación de la pesquería.

2. Que el número de redes utilizadas disminuya paulatinamente conforme se recupere la pesquería.
3. Que el recurso se distribuya de manera más equitativa entre los pescadores.
4. Que los recursos pesqueros se aprovechen a su nivel máximo y a la vez sustentable.

- El bagre se debe proteger mediante una veda de tipo reproductiva de marzo a mayo.
- La lobina se debe proteger durante la época de reproducción, la cual se lleva a cabo de enero a marzo.
- Se recomienda que el Comité de Pesca del Embalse, se reúna cuando menos cuatro veces al año.
- La inspección y vigilancia es muy escasa, se requiere mayor presencia de las autoridades de encargadas de cuidar el orden pesquero.

En cuanto a la problemática de la contaminación, es prioritario que se identifiquen los contaminantes que están generando la mortandad de peces; además es necesario incluir estudios de ictiopatología, ya que los pescadores han reportado que los peces presentan los ojos hundidos y nado errático.

CAPÍTULO 11

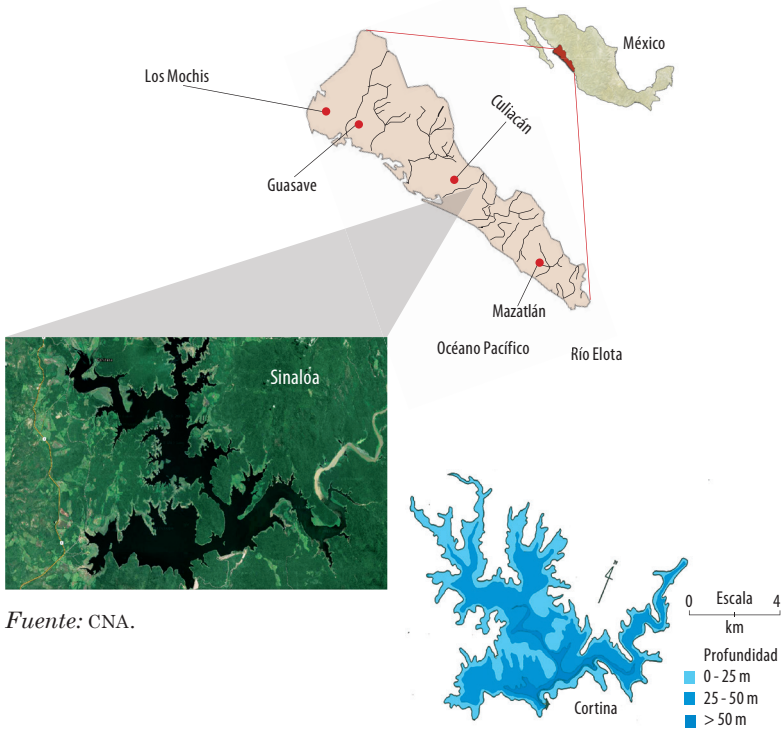
PRESA AURELIO BENASINI VIZCAÍNO, "EL SALTO"

La cortina del embalse cuenta con 300 metros de longitud y una elevación de 167.10 metros sobre el nivel del mar. La elevación normal del agua será de 154.5 m almacenando aproximadamente 415×10^6 metros cúbicos de agua e inundando aproximadamente 3 200 hectáreas. Tanto la cortina como los diques El Salto y El Bajío, fueron construidos de material impermeable, grava, arena y enrocamiento (CNA, 1980) (mapa 11).

Cuadro 16. identificación de la presa "El Salto"

Nombre	Aurelio Benassini Vizcaíno, "El Salto"
Ubicación	Municipio de Elota, Sinaloa
Localización geográfica	24° 06' LN; 106° 41' LO.
Río que regula	Río Elota
Superficie máxima inundable	3 200 hectáreas
Volumen máximo	410×10^6 m ³
Periodo de construcción	1982 – 1985

Mapa 11. Ubicación geográfica y mapa batimétrico de la presa Aurelio Benassini Vizcaíno



Fuente: CNA.

Al cerrarse el flujo del río Elota se inundaron varios poblados y rancherías, entre los más importantes están: Zoquititan, Conitaca, El Salto Chico, Salto Grande, La Estancia, La Montaña, El Bajío, Las Golondrinas, El Limoncito y Las Moras. Los habitantes de los pueblos inundados fueron ubicados en tres comunidades construidas ex profeso, quienes además de recibir casa-habitación de una, dos y tres recámaras, de acuerdo con el número de miembros de la familia, recibieron en algunos casos, 10 hectáreas de tierra de cultivo.

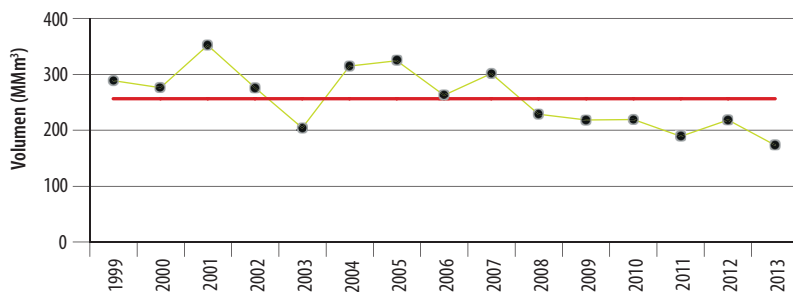
CLIMA

La clasificación del clima imperante en la región, de acuerdo con García (2004), es la siguiente: en la parte alta de la cuenca del río Elota predomina el clima semicálido, templado subhúmedo, con lluvias de verano, la temperatura media del mes más caliente oscila entre 6.5 °C y 2 °C y una oscilación térmica extremosa entre 7 °C y 14 °C. En su parte media, el clima es más seco de los cálidos subhúmedos, lluvias en verano y una oscilación térmica extremosa entre 7 °C y 14 °C. Finalmente, en la parte baja de la cuenca el clima es de los más secos de los esteparios, muy cálido, el régimen de lluvias es de verano, muy extremoso de 7 °C a 14 °C.

COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN

El volumen de agua almacenado durante los últimos 15 años indica, como en la mayoría de las presas del estado, una amplia variación, observándose un valor promedio máximo en el 2001 cuando logra almacenar 352 MMm³, en el 2003 disminuyó a 204 millones de metros cúbicos. El resto de los años se observa una tendencia a disminuir, de tal manera que después del 2008 los valores se mantienen por debajo del promedio del periodo, el cual se establece en 256.4 millones de metros cúbicos (gráfica 53).

Gráfica 53. Comportamiento del volumen

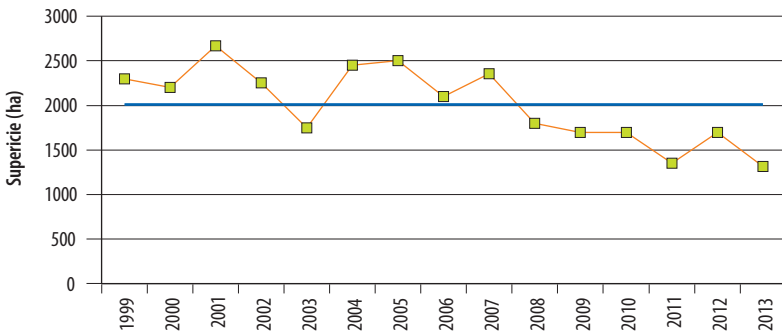


Fuente: Elaboración propia.

COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE

Los promedios anuales de la superficie cubierta en el periodo que se analiza, indican un valor máximo de 2667 hectáreas en 2001. Como respuesta a los bajos almacenamientos en los últimos años, la superficie cubierta disminuye y se mantienen alrededor de 1500 hectáreas, la cual es menor al promedio de 2009.6 hectáreas. Los últimos dos años la superficie cubierta se reduce a mínimos históricos, llegando a ser de sólo 1315 hectáreas (gráfica 54).

Gráfica 54. Comportamiento de la superficie



Fuente: Elaboración propia.

MORFOMETRÍA

El vaso de almacenamiento de esta presa se caracteriza por presentar los siguientes parámetros morfométricos (Beltrán, 1996).

Cuadro 17. Morfometría

Largo máximo (Lm): 13.2 kilómetros	Ancho máximo (Am): 7.4 kilómetros
Área superficial (Ao): 3 200 hectáreas	Volumen (Vo): 415 millones de metros cúbicos
Profundidad máxima (zm): 50 metros	Profundidad media (z): 14 metros
Línea de costa (Lc): 213.7 kilómetros	Índice de ribera (Ir): 9.5
Desarrollo de volumen: 0.75	

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

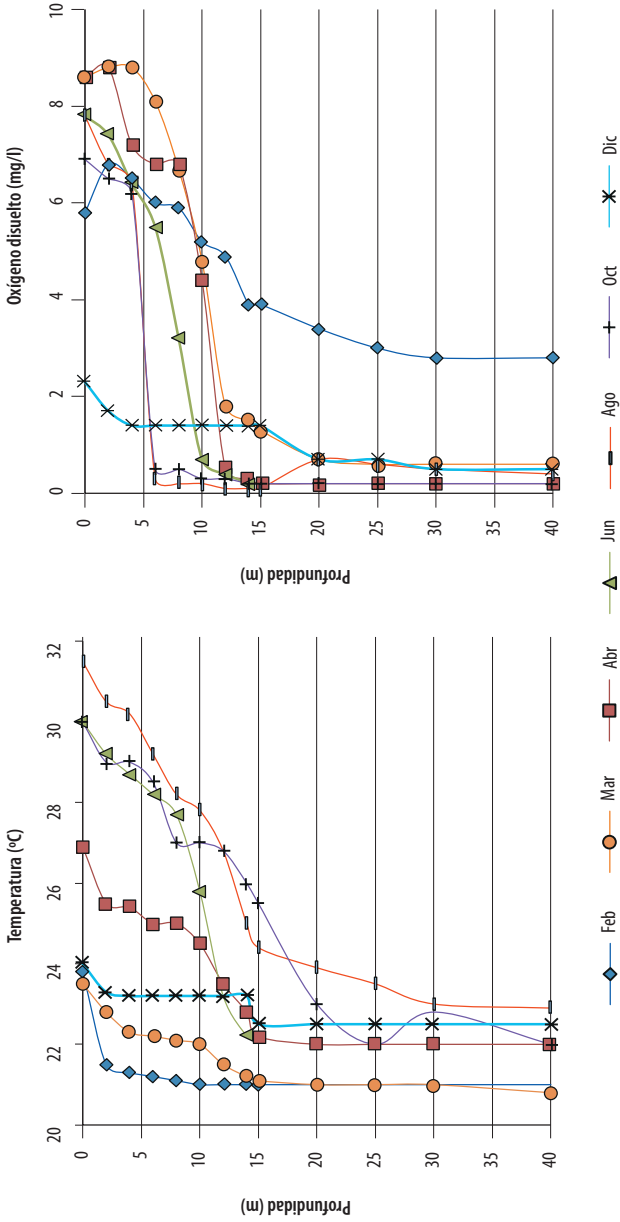
Temperatura del agua

Corresponde a los meses de invierno (diciembre-febrero) cuando la temperatura del agua registra la temperatura más baja (23 °C), en los meses restantes, primavera, otoño y verano, el agua incrementa gradualmente su temperatura, 26.9 °C en abril, 30 °C en junio y 30 °C en octubre. Como lo descrito para los embalses de Sinaloa, también éste muestra una estratificación térmica durante tres de las cuatro estaciones del año y solamente en invierno este fenómeno desaparece, y la temperatura se homogeneiza con la profundidad, lo cual permite que el viento mezcle el agua hasta el fondo (gráfica 55).

Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en la superficie varió de 2.3 mg/l en diciembre a 8.6 mg/l en marzo y abril. Se aprecia una capa de agua oxigenada que se extiende hasta ocho metros en promedio, a mayor profundidad el oxígeno disminuye a concentraciones menores de 1 mg/l. Durante todo el verano y otoño, se registra una estratificación térmica, que evita los movimientos convectivos del agua y que se difunda el oxígeno hacia aguas profundas, por lo que se favorecen las condiciones anóxicas (gráfica 55).

Gráfica 55. Comportamiento de la temperatura y oxígeno disuelto



Fuente: Elaboración propia.

Dureza y alcalinidad

El promedio anual de algunas variables físico-químicas indican que las aguas son moderadamente duras con predominancia del ion calcio y los valores de alcalinidad ubican estas aguas como de alcalinidad media. El pH por encima del valor neutro indica aguas ligeramente alcalinas. Las concentraciones de ion calcio son ligeramente mayores al promedio anual del resto de los embalses de Sinaloa. En el caso de los sulfatos, fueron menores al promedio encontrado en otros embalses del Estado. De acuerdo con los promedios anuales de estas variables, además de la concentración de los nutrientes, todo lo cual caracteriza al embalse con aguas de productividad media (tabla 17).

Tabla 17. Variables físico-químicas (promedios anuales)

Temperatura del agua (°C)	25.5
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.5
Dureza (mg/l CaCO ₃)	103
Calcio (mg/l Ca ²⁺)	33.1
Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)	124
Conductividad (µS/cm)	161.5
Sólidos disueltos totales (mg/l)	126
pH	7.3
Nitritos (mg/l NO ₂ ⁻)	0.050
Nitratos (mg/l NO ₃ ⁻)	0.187
Amonio (mg/l NH ₄ ⁺)	0.288
Fosfatos (mg/l PO ₄ ³⁻)	5.17
Sulfatos (mg/l SO ₄ ²⁻)	0.008
Clorofilas (mg C/m ³)	0.641

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 18. Fauna ictiológica presente

Mojarra	<i>Oreochromis aureus</i>	Introducida
Lobina negra	<i>Micropterus salmoides</i>	Introducida
Sardinita de agua dulce	<i>Dorosoma smithi</i>	Introducida

ESFUERZO DE PESCA

La explotación comercial de las especies de mojarra *Oreochromis aureus*, se inició en el año de 1998 por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera El Paredón Colorado, con un padrón de 46 socios. La actividad pesquera por los socios de esta SCPP la desarrollaban mediante redes agalleras de cinco pulgadas de luz de malla.

A fines de 1989 se formó la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera, El Salto Chico, constituida por un total de 60 socios. Al año siguiente se constituye un nuevo grupo denominado SCPP, Arroyo del Chirimole, constituido por 30 personas. En 1990 y principios de 1991 se gesta la formación de un nuevo grupo denominado SCPP, Nuevo Zoquititan, a esta agrupación pertenecían 10 personas. Tres grupos de pescadores más obtienen permisos para pescar en el embalse: La SCPP, El Agarroso, con 10 socios inician a pescar en 1993 y en 1995 se integran la SCPP, El Sabinal con 15 y SCPP Pueblo Nuevo Zoquititan, con 14. En total son siete sociedades de producción pesquera que oficialmente aglutinan a 203 personas (tabla 18).

Hasta el 2010 se contaba con 134 embarcaciones y 127 motores registrados.

La especie que sostiene la pesquería en el embalse es la mojarra *Oreochromis aureus*, siendo la producción de lobina

Tabla 18. Cooperativas y número de pescadores registrados

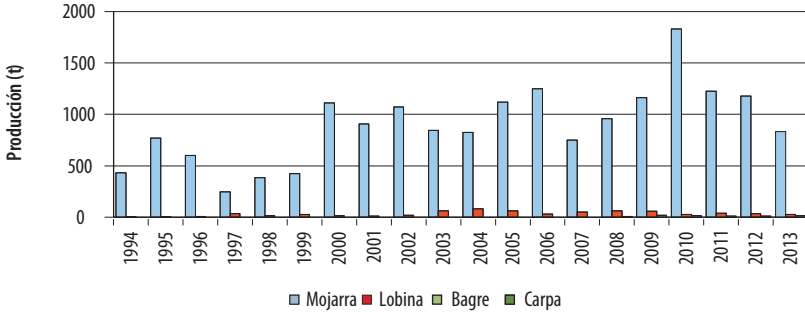
Sociedades cooperativas	Núm. de pescadores
SCPP Acuícola El Paredón Colorado, SCL	47
SCPP El Salto Chico, SCL	60
SCPP El Chirimole scl	30
SCPP El Agarroso, SCL	15
sc de Productores Nuevo Zoquititan, SCL	10
SCPP El Sabinal de Rubén Ayala SCL	15
SCPP Pueblo Nuevo Zoquititan	14
Total	203

Fuente: Subdelegación de pesca del estado de Sinaloa.

escasamente el 3 por ciento de la producción total registrada, por ello, la pesquería es de tipo monoespecífica. La producción pesquera obtenida desde los inicios de la pesca comercial de mojarra hasta el año 2012 se aprecia en la gráfica 56. Al inicio de la pesca la captura fue de tan sólo 21 toneladas y baja aún más en el año siguiente. Este comportamiento tiene varias explicaciones: por un lado, las poblaciones de mojarra estaban en proceso de adaptación y expansión en este nuevo hábitat, por el otro, las personas que se iniciaban en esta actividad carecían de la experiencia necesaria para realizar adecuadamente las faenas de pesca.

A partir del año de 1990 la producción pesquera se incrementó notablemente, en esto mucho tienen que ver, por un lado, el hecho de que el esfuerzo se eleva, y por el otro, que paralelamente la destreza de los pescadores mejora sustancialmente.

Gráfica 56. Producción de mojarra



Fuente: Elaboración propia.

ACTIVIDAD PESQUERA

Aunque el esfuerzo pesquero registrado en términos de número de pescadores que se dedican a la pesca de mojarra es de 185 personas, las encuestas aplicadas indican que este número se ha incrementado a 212. Si referimos el esfuerzo en términos de número de redes agalleras, se tiene que es de aproximadamente 2120, considerando que, como lo señalan las encuestas, cada pescador opera en promedio 10 redes.



Pescador haciendo labores de captura.

Las actividades de pesca deportivo-recreativa en el embalse están reguladas por la NOM-017-PESC-1994. Además debe considerarse la NOM-009-PESC-1993. La Conapesca presentó el Proyecto de NOM (PROY-NOM-054-PESC-2007) para el aprovechamiento de los recursos pesqueros.

REPOBLAMIENTO

Tradicionalmente la repoblación del embalse con crías de mojarra se realizaba año con año, y provenía de la granja piscícola ubicada en el poblado de Chametla, Sinaloa. Debido a que dicha estación piscícola dejó de producir la suficiente cría de mojarra, se construyó un centro reproductor de peces, de tal manera que el registro de siembra para el 2010 fue de tres millones. Las necesidades de crías de esta presa de acuerdo al promedio de superficie, se estableció en dos millones, sin embargo, por sus características morfológicas, como son, alto valor de línea de costa y de índice de ribera, que caracterizan al embalse como altamente productivo, es posible incrementar al doble la cantidad de crías a sembrar, es decir, cuatro millones por año.

PRESTADORES DE SERVICIOS TURÍSTICOS

Actualmente seis promotores turísticos brindan el servicio de pesca deportiva en la presa, para lo cual se han constituido en una asociación civil.

1. Angler's Inn. Se instaló en el año de 1989. Es la empresa más importante en el embalse, tanto por el tamaño de su flota como por sus operaciones.
2. Chapman & Balderrama. Comenzó a trabajar en la temporada 2001-2002, sus 12 embarcaciones representan el 19 por ciento del total de la flota.

3. Ron Speeds. Cuenta con ocho embarcaciones representando el 13 por ciento del total de la flota.
4. El Salto Pro Bass Adventures. Inició sus operaciones en noviembre del 200, representa el 10 por ciento del total de la flota, ya que cuenta con seis embarcaciones dedicadas a la pesca deportiva.
5. Amazing Outdoors Tours and Bass Fishing Unlimited. Comenzó a operar en el embalse en el año de 1993, representa el 10 por ciento del total de la flota; cuenta con seis embarcaciones y no tiene instalaciones en la presa, traslada a los turistas desde el puerto de Mazatlán donde los hospeda. Maneja un promedio de 400 turistas por temporada y genera cuatro empleos directos de los cuales todos son guías.
6. La empresa de Héctor Ramón Escobar contaba al momento de la encuesta con cinco embarcaciones, lo que representa el cinco por ciento del total de la flota

REGULACIONES PESQUERAS

Actualmente se aplican las siguientes regulaciones pesqueras.

1. El esfuerzo pesquero real es de 212 pescadores organizados en siete cooperativas.
2. Se utilizan redes agalleras de 035 de número de hilo, cuatro pulgadas de luz de malla como mínimo y 60 m de largo y cinco m de ancho.
3. Se aplica una época de veda reproductiva en el mes de mayo y se prolonga hasta el mes de agosto.
4. Se tiene establecida una cuota de captura que varía entre 300-350 kg por pescador, por decena trabajada.
5. Aun y cuando no es permanente, se cuenta con inspección y vigilancia durante la época de veda.

RECOMENDACIONES

Establecidas en el Plan de Manejo Pesquero y Acuícola llevado a cabo en el 2007.

- Se requiere la resiembra de cuando menos tres millones de crías de mojarra anuales.
- Seguir utilizando redes de enmalle de 4 pulgadas de luz de malla y mayor.
- Aplicar una veda reproductiva del mes de mayo a septiembre.
- Seguir aplicando la cuota de captura entre 300-350 kg por decena por pescador.
- Implementar equipos de inspección y vigilancia con la participación de miembros de todas las cooperativas y con el apoyo de la policía municipal e inspectores federales.

CAPÍTULO 12

PRESA PICACHOS

La presa Picachos es la más reciente, está construida sobre la cuenca del Río Presidio y puesta en operación en el año de 2009. Su cortina se ubica sobre las coordenadas geográficas 23° 28' 45" de latitud Norte y 106° 12' 19" de longitud oeste a 81 m sobre el nivel medio del mar (mapa 12).

Mapa 12. Ubicación de la presa Picachos



Fuente: CNA.

Los objetivos de construcción de este embalse son: asegurar las reservas de agua para uso industrial, doméstico y potable de los municipios de Concordia y Mazatlán, así como para el uso agrícola.

A su Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO) el embalse cuenta con una capacidad de almacenamiento de 2 000 hectáreas y a su Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) es de 2 975 hectáreas (tabla 19). En las fotos que aparecen en seguida se aprecia una panorámica de la cortina.

Tabla 19. Características del embalse Picachos

Elevación al NAMINO	103.85 msnm
Elevación al NAMO	124.70 msnm
Elevación al NAME	134.30 msnm
Capacidad para azolves	75.00 hm
Capacidad útil	247.00 hm
Capacidad de control de avenidas	258.00 hm
Área al NAME	2 975.00 ha
Área al NAMO	2 000.00 ha
Área al NAMINO	590.00 ha

Fuente: Elaboración propia.



Sitio (izquierda) donde se construyó la cortina (derecha) de la presa Picachos. Gobierno Municipal de Mazatlán.

CLIMA DE LA REGIÓN

Es de tipo subtropical subhúmedo con temperaturas que oscilan entre 5 °C y 45 °C con precipitaciones promedio anual de 1000 mm (García, 2004). La vegetación en la zona del embalse es de tipo tropical caducifolio (Rzedowki, 2006).

Los parámetros morfométricos de este vaso de almacenamiento se muestran en la tabla 19. La parte más larga con una orientación Norte-Oeste es de 8.46 kilómetros, en tanto que la parte más ancha orientada al Oeste registró una distancia de 5.38 kilómetros.

Destacan por su importancia los parámetros indicadores del tamaño del vaso: el área superficial es de 2 069.41 hectáreas sobre nivel medio del mar. Por otro lado, el volumen a este mismo nivel es de 327.712 MM³, con un perímetro o línea de costa de 155.38 kilómetros.

El embalse es profundo pues a su nivel máximo ordinario llega a alcanzar alrededor de 55 m, con una profundidad media de 15.83 metros.

Con respecto al desarrollo de volumen (Dv), este compara la forma de la cubeta lacustre con la de un cono invertido cuya base y altura son iguales al área superficial y profundidad máxima del cuerpo de agua (Cole, 1975). El valor del Dv de este vaso de almacenamiento fue de 0.8634, por lo que su forma se acerca al de un cono invertido.

Uno de los parámetros morfométricos con una marcada influencia en el comportamiento hidrológico de los cuerpos de agua, indicadores de la forma del vaso, es el índice de ribera, el cual alcanzó un valor de 9.63, reflejando que la ribera de este embalse es irregular.

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Temperatura

La temperatura del agua mostró los valores más altos en la superficie con una tendencia a disminuir con respecto a la profundidad durante todo el año; septiembre es el mes que registra las temperaturas más altas, mientras que febrero presenta la más baja. Por la proximidad de los muestreos realizados el comportamiento de la temperatura fue muy parecido en las cuatro estaciones.

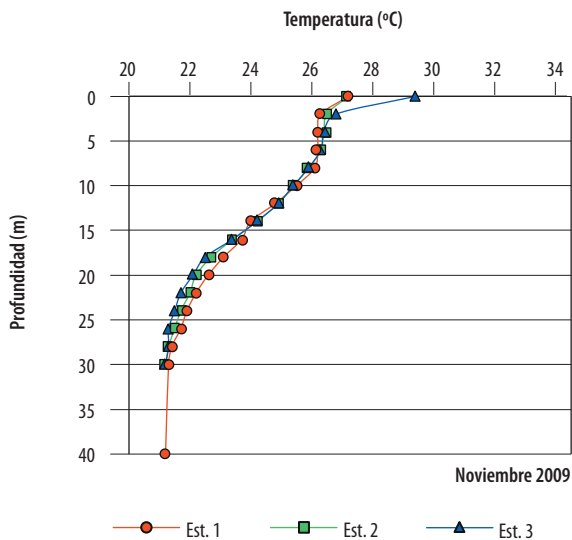
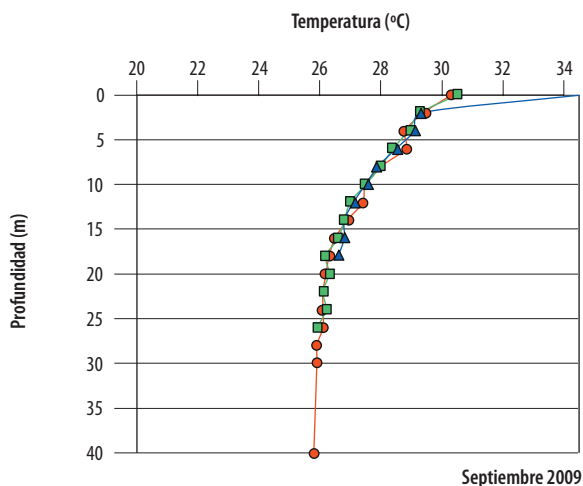
En septiembre se registraron temperaturas del agua superficial por encima de los 34 °C. La mayores diferencia se registran en los primeros 3 m de profundidad, después de la cual la temperatura es muy similar, aunque la tendencia es a disminuir y no se presentan grandes variaciones entre estaciones. Tan es así, que a los 10 m se midió la misma temperatura que fue de 27.5 °C. En este mes, se aprecia un gradiente térmico de 0.8 °C, suficiente para evitar que se mezcle toda la columna de agua.

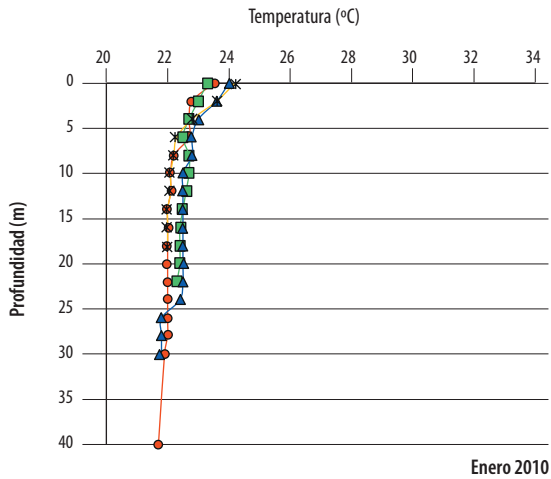
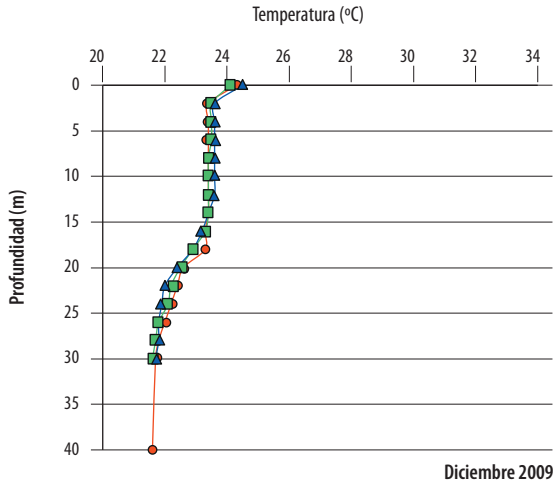
Tanto en diciembre como en enero, la temperatura de todo el cuerpo de agua disminuye. En diciembre el agua superficial registra valores entre 24.1 °C y 24.5 °C, bajando ligeramente en los siguientes dos mes. Aunque en la capa superficial se detectaron pequeños gradientes térmicos en los tres meses, la región profunda registra un agua térmicamente homogénea. La diferencia en grados centígrados entre la superficie y fondo fue menor en el mes de enero. Tanto en diciembre como en enero, al homogeneizarse la temperatura, la columna de agua se mezcla por efecto del viento que incide sobre la superficie del agua (gráfica 57).

Oxígeno disuelto

Su concentración y distribución están relacionadas con el comportamiento de la temperatura que presenta el embalse,

Gráfica 57. Comportamiento de la temperatura del agua, septiembre de 2009 a enero de 2010





—●— Est. 1 —■— Est. 2 —▲— Est. 3 —*— Est. 4

Fuente: elaboración propia.

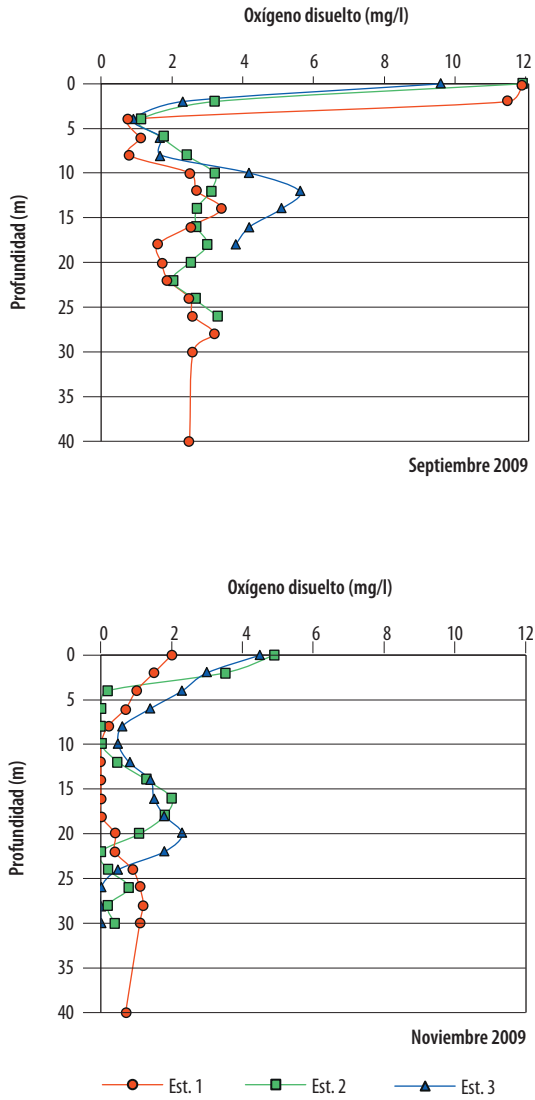
ya que durante el invierno hay una homogeneización de todo el cuerpo de agua con temperaturas similares, alcanzando condiciones para su mezcla con ayuda del viento, de tal modo que los movimientos convectivos del agua transfieren el oxígeno a mayores profundidades, evitando así condiciones anóxicas en el fondo.

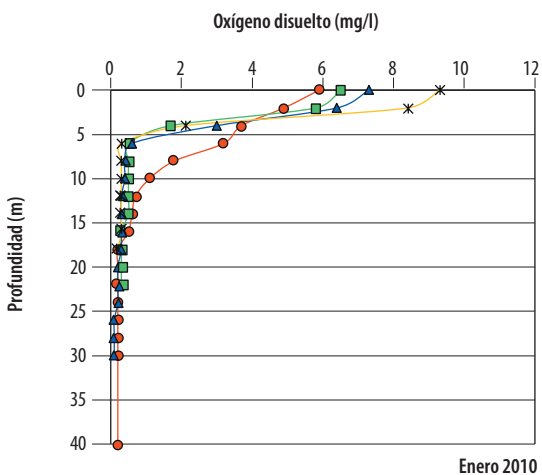
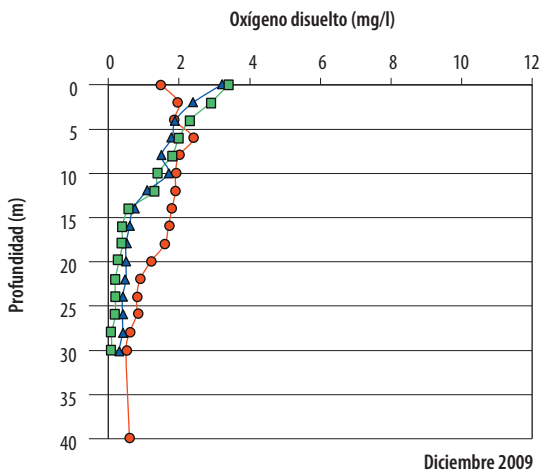
En septiembre, las concentraciones de oxígeno disuelto son altas, con 11.9 mg/l en superficie y 11.5 mg/l a los dos metros de profundidad. Para los siguientes niveles se registra una drástica disminución a 0.8 mg/l, concentración que se mantiene hasta los 8 m, después del cual se presenta un ligero incremento que llega a 3.4 mg/l a los 14 metros. Aunque con cierta variabilidad, este gas se detecta al fondo (40 metros). Esta inusitada concentración de oxígeno en la superficie parece explicarse por una elevada concentración de microalgas que se presentaron en este mes.

En noviembre, el oxígeno cuantificado en la superficie varía entre 2 mg/l y 4.9 mg/l. La capa oxigenada se extiende a sólo a 4 metros. Si consideramos que el agua se tipifica de anóxica cuando el oxígeno disuelto es menor a 1 mg/l, entonces se tiene que entre seis y 20 m se localiza una capa anóxica, registrándose la presencia de oxígeno por debajo de esta profundidad en el resto de las estaciones.

Diciembre es el mes en que el oxígeno disuelto fue muy bajo en toda la columna de agua 1.5 mg/l y 3.4 mg/l. En este mes se observa cierta variabilidad con la profundidad, aunque su concentración no sobrepasa los 2.4 mg/l registrado a los seis metros. La capa oxigenada se extiende hasta los seis metros en los sitios cercanos a la entrada del río Presidio, cuyas aguas traen oxígeno disuelto. Aunque en enero el oxígeno se incrementa en la superficie y la capa oxigenada es mayor, la masa de agua de mayor profundidad registra concentraciones por debajo de 1 mg/l (gráfica 58).

Gráfica 58. Comportamiento del oxígeno disuelto, septiembre de 2009 a enero de 2010





—●— Est. 1 —■— Est. 2 —▲— Est. 3 —×— Est. 4

Fuente: elaboración propia

Dureza y alcalinidad

Con respecto a los iones disueltos (dureza, alcalinidad, conductividad), su concentración es poco variable en todo el cuerpo de agua, sólo se observan ligeros incrementos hacia la cola de la presa, es decir, hacia donde penetra el río Presidio. El promedio anual de la dureza indica que el agua se puede considerar como moderadamente dura, según el criterio de Sawyer y MCarty (1969). El promedio de pH indica poca variación en los tres sitios y se mantiene ligeramente por encima de la neutralidad; sin embargo, en los registros puntuales se observan valores ligeramente más ácidos en la parte profunda como respuesta a la acumulación de gases, producto de la remineralización de la materia orgánica; estos gases son el amonio, bióxido de carbono y productos reducidos de azufre. Estos últimos le imprimen un olor a huevo podrido al agua del fondo, lo cual es común en embalses que registran anoxia en el fondo (González, 2004).

En cuanto a los nutrimentos, la principal vía de entrada de éstos a la presa es su transporte de manera disuelta en el agua que acarrea el río Presidio y se comportan de manera muy similar a otros iones disueltos. El amonio se comporta a la inversa; es decir, muestra una concentración mayor hacia la estación número 1; que es el sitio más profundo de los tres, ubicado cerca de la cortina de la presa, lo cual se explica por el hecho de que en ese punto la anoxia es más severa y por lo tanto los procesos de amonificación por la presencia de bacterias son más intensos.

En septiembre, la penetración de la luz no alcanzó grandes profundidades (0.5 m-1.7 m). La turbidez del agua fue baja debido a dos factores principales: por un lado a la entrada de sólidos disueltos y suspendidos vía escurrimientos y, por otro, a la presencia de microalgas por la alta productividad primaria que se registra en esta fecha. En los siguientes meses, ya pasada la época de lluvias, la transparencia del agua se incrementa por encima de los 2.5 m de profundidad en el mes de mayo (tabla 20).

Tabla 20. Valores de variables físico-químicas

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Dureza (mg/l CaCO ₃)	39.6	36.9	43.8	42.2	46.2	55.4	53	62	66.6	71
Calcio (mg/l Ca ²⁺)	11.1	11.2	16.17	12.2	12.5	12.5	15.5	15.5	19.3	19.3
Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)	31.6	27	43.14	47.1	41.2	41.2	55.7	59.4	62.3	68.6
Conductividad (µS/cm)	115.3	89.2	88.7	103.4	106.3	106.3	109.5	117.5	122.5	129.5
SDT (mg/l)	56.1	44.5	44.3	51.7	50	50	55.8	56.6	61.1	64.5
pH	7.50	6.9	6.8	6.7	6.98	6.98	7.02	7.2	7.5	7.4
Nitritos (mg/l NO ₂ ⁻)	0.028	0.009	0.009	0.019	0.005	0.005	0.004	0.002	0.004	0.002
Nitratos (mg/l NO ₃ ⁻)	0.018	0.054	0.051	0.016	0.042	0.04	0.022	0.018	0.037	0.003
Fosfatos (mg/l PO ₄ ³⁻)	0.25	0.012	0.62	0.2	0.188	0.188	0.095	0.112	0.113	0.075
Amonio (mg/l NH ₄ ⁺)	0.265	0.16	0.974	0.80	0.361	0.36	0.63	0.58	0.116	0.555
Sulfatos (mg/l SO ₄ ²⁻)	18.14	10.14	7.1	17.7	18.7	18.7	11.14	10.7	15.1	9.3
Sulfitos (mg/l S ²⁻)	0.0054	0.002	0.080	0.03	0.035	0.035	0.009	0.14	0.006	0.003

FAUNA PRESENTE EN EL EMBALSE

La fauna ictiológica presente en el embalse, al momento en que se realiza un estudio entre agosto del 2009 y julio del 2010, corresponde a los organismos invasores provenientes del río Presidio, principal afluente del embalse Picachos.

La mojarra tilapia *Oreochromis sp*, aparece como la más abundante, la mojarra verde *Cichlasoma beani*, es una especie considerada endémica de este río, pero su presencia ha venido disminuyendo, probablemente a la gran variabilidad ambiental que presenta esta corriente y a que es capturada por los pobladores de los pueblos aledaños con fines alimenticios. Otra de las especies presentes es *Dorosoma smithi*, conocida como sardinita de río.



*Fauna ictiológica presente
en el embalse Picachos.*

La presa Picachos es un embalse de reciente creación y, como la mayoría de ellos, su construcción lleva implícitos diversos problemas, entre los más notables son los sociopolíticos, generados por los grupos de personas que debido a que sus pueblos quedaron bajo las aguas, son desplazados a otros lugares donde tardan años en acomodarse. La construcción de esta presa obligó a las autoridades a movilizar a los habitantes de

cuatro pueblos, quienes después de transcurridos algunos años de su desalojo, siguen esperando que se cumplan las promesas de las autoridades. El caso más crítico en este sentido lo menciona Margalef (1984), quien señaló que al construirse el embalse sobre el río Volta se desplazaron 90 mil personas que, además, no se beneficiaron con él.

Los objetivos de construcción de la presa Picachos son el abastecimiento de agua y el riego de tierras de poblaciones de Concordia y Mazatlán. Como actividad adicional se llevarán a cabo la piscicultura extensiva y pesca turística-deportiva mediante la repoblación de especies para tal fin.

La presa Picachos una vez que alcance su Nivel de Aguas Máximo Ordinario, almacenará un volumen estimado en 247 MMm³ de agua, cubriendo una superficie de 2 000 hectáreas (FIHSIN, 2008). Una vez que sus aguas sean utilizadas para los usos establecidos, el vaso de almacenamiento registrará amplias variaciones de nivel.

La profundidad de la presa Picachos varía a lo largo del año. A su NAME la altura de la columna de agua es de 50 m, lo cual se localiza en un punto próximo a la cortina.

La productividad primaria en ecosistemas acuáticos es una manera de medir la captación de energía solar por parte de organismos autotróficos, que en lagos y embalses están constituidos fundamentalmente por microalgas que habitan la zona iluminada del cuerpo de agua (Ramírez y Alcaraz, 2002). En embalses tropicales, los factores principales que regulan la intensidad de la productividad primaria son por un lado la radiación solar y por otro la dinámica de los nutrientes (Brylisky y Man, 1973; Pinilla, 2009).

En la presa Picachos la productividad primaria bruta alcanzó 423.5 mgC/m³-hr en la parte superficial en septiembre, de los cuales quedaron en su totalidad como productividad primaria neta, es decir, disponibles para los siguientes

eslabones de la cadena trófica. Esta alta productividad responde a una alta concentración de nutrientes que recibió el embalse por la vía de su principal tributario, el río Presidio, que en este mes ya tenía importantes entradas de agua producto de las lluvias. En los siguientes meses continúa siendo alta (221.8 en octubre y 302.5 en noviembre), son valores considerados altos con relación a otros cuerpos de agua (Pinilla, 2009). En los meses restantes (diciembre a junio), la productividad primaria disminuyó considerablemente, como sucede en diciembre donde la productividad primaria bruta fue de 20.16 mg/C-m³-hr.

Los primeros organismos que llegaron a la presa Pica-chos son aquellos que habitan el río Presidio, entre los cuales se han capturado diversas especies de peces como la mojarra *Oreochromis* sp, la mojarra verde (*Cichlasoma beani*), la sardinita de río (*Dorosoma smithi*) y diversas especies de poecilidos; es probable que sigan apareciendo otras especies, mismas que o bien se adaptan a las nuevas condiciones o bien desaparecen del vaso de almacenamiento. Con respecto a la mojarra, durante los últimos muestreos, se aprecia que ha estado reproduciéndose y creciendo, así lo demuestra la presencia de nidos en las zonas someras y planas de la rivera del embalse. Es recomendable realizar estudios específicos de su biología (taxonomía, reproducción, alimentación, crecimiento, etc.) para establecer su grado de adaptación al nuevo cuerpo de agua.

PRODUCTORES

Actualmente se han formado nueve Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, cuyos beneficiarios pertenecen a los pueblos que fueron desalojados del vaso de la presa (tabla 21).

*Tabla 21. Sociedades Cooperativas de Producción
Pesquera de Picachos*

Nombre	Núm socios
SCPP Octavio Román, SC, de RL de CV	40
SCPP El Marqués, SC, de RL de CV	40
SCT Y P El Cuacoyol de las Iguanas, SC de CV	40
SCT Y P La Picachos del Placer, SC, de RL de CV	11
SCP Y P Ecológica integral de actividades diversa, servicios de turismo y pesca deportiva, Las casas viejas de Picachos, SC, de RL de CV	12
Unidad de Afectados Presa Picachos, SC, de RL de CV	21
SCPP El Triunfo del Potrero de las Tetas, SC, de RL de CV	19
SC El Porvenir de los Copales, SC, de RL de CV	18
Arroyo del Rincón de Casas Viejas, SC, de RL de CV	17
Total	214

Fuente: Elaboración propia.

PRODUCCIÓN PESQUERA

Los registros que se encuentran en la Oficina Federal de Pesca en Mazatlán, establecen que en el 2012 se reportó una producción de 289.3 toneladas de mojarra, producción que provino de dos de las sociedades cooperativas. Para el 2013 la producción se incrementa a 864.8 toneladas de mojarra, en este caso, tal producción corresponde a las capturas de cinco cooperativas que operaban en ese año.

ARTES DE PESCA

En la pesca de mojarra se utilizan redes agalleras de monofilamento de 0.25 de calibre de hilo de 50 m de longitud y 5 m

de ancho, con una luz de malla de 4.5 pulgadas. Se han autorizado un total de cuatro redes por lancha en la que trabajan dos personas.

CAPÍTULO 13

PROGRAMAS PARA EL APROVECHAMIENTO ÓPTIMO Y SUSTENTABLE DE LOS EMBALSES

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Para lograr la sustentabilidad de esta iniciativa, será necesario identificar los impactos ambientales que generarán las actividades que se promuevan en el marco del mismo, así como promover las medidas de mitigación que disminuyan considerablemente la afectación de los recursos naturales de la zona.

Una vez definidas las acciones estratégicas se deberá de promover la realización de un estudio de impacto ambiental integral, mediante el cual se logre una autorización única, evitando así duplicar el esfuerzo que implicaría la presentación de un impacto ambiental por cada proyecto que se promueva.

En virtud de que algunos embalses sirven de refugio a aves migratorias, es recomendable ubicar y contactar programas internacionales de conservación de la vida silvestre que permitan desarrollar acciones de protección de la fauna en riesgo o en peligro de extinción.

CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO

Diagnósticos realizados en importantes embalses del país demuestran que muchos de los problemas que enfrentan las pesquerías están vinculados a la desorganización de los pescadores, al bajo nivel educativo de los mismos, a la falta de coordinación entre las distintas instancias de gobierno vinculadas al sector y a la carencia de políticas de financiamiento adecuadas.

Una forma de afrontar estas dificultades es mediante la puesta en marcha de un eficiente programa de capacitación y la generación de procesos organizativos entre los involucrados, de tal forma que puedan superarse las complicaciones de fondo que aquejan a la actividad pesquera en aguas continentales.

Para que este tipo de experiencias fructifique es necesario considerar lo siguiente:

- Lograr la participación de los actores del sector pesquero no basta, pues muchas veces carecen de herramientas básicas para desempeñar su papel en el proceso.
- En virtud de lo anterior, debe capacitarse a los involucrados en aspectos de carácter técnico, administrativo y del manejo de los recursos.
- Esto debe acompañarse de un proceso de formación que les otorgue la capacidad de gestión y análisis para dar continuidad a los planes, programas o tareas que resulten.

INCREMENTAR LA CONFIANZA EN LAS AUTORIDADES

El primer contacto con los representantes de las cooperativas, dejó ver que las autoridades normativas son vistas con recelo y desconfianza, existiendo el temor, infundado, de que puedan promover acciones en su perjuicio.

USO DE MÉTODOS PARTICIPATIVOS

En los que se identifique la problemática y se planteen alternativas de solución, además de la planeación, toma de decisiones y evaluación de resultados y las técnicas complementarias que se consideren pertinentes.

FORMACIÓN DE LOS PARTICIPANTES

Considerando que los productores rurales han estado sujetos durante muchos años a políticas paternalistas, es necesario generar condiciones que faciliten la formación de los mismos durante cada una de las etapas del Plan, de tal forma que asuman el compromiso y responsabilidad que les corresponda, es decir, favoreciendo la creación de una actitud más positiva, autónoma y autogestora en la resolución de los problemas que limitan su desarrollo.

OBTENCIÓN DE RESULTADOS CONCRETOS

No debe de perderse de vista el objetivo final, a saber: generar condiciones para la instalación y puesta en marcha del plan de manejo. Se destaca el logro de resultados en virtud de que logros organizativos sustanciales pueden opacar o dejar de lado los objetivos.

Promover cursos de capacitación vinculados a las actividades productivas identificadas que desean impulsarse.

A partir del diagnóstico interno de la organización pesquera de las presas, se detectaron en primera instancia necesidades de capacitación en materia de:

- Administración y organización para la actividad pesquera.

- Acuicultura.
- Manejo de embalses (enfoque práctico).
- Seguridad y primeros auxilios.
- Ecoturismo.
- Sanidad e inocuidad.
- Programas de apoyo y financiamiento, a nivel municipal, estatal y federal.
- Mantenimiento y conservación de equipos y artes de pesca.

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO

Uno de los aspectos que se tiene que considerar dentro de todo el Plan de Manejo es precisamente las estrategias de desarrollo a implementarse, ya que todo proyecto debe tener la capacidad de autofinanciarse a corto y mediano plazo, para que los productores se vean beneficiados con las utilidades que arrojen los proyectos que se implementen como estrategia para el desarrollo comunitario.

Es por eso que dentro de los planes de manejo se debe contemplar como estrategia la elaboración de dos proyectos productivos, uno de índole turística y el otro en materia de acuicultura, ambos dirigidos a ser operados por las cooperativas cuyo giro principal es la pesca comercial, y cuyo objetivo primordial es que a través de estos proyectos diversifiquen sus actividades productivas, como medios alternos de desarrollo económico.

Hasta el momento se han elaborado proyectos de engorda de mojarra en jaulas flotantes en algunas presas, los cuales se encuentran en la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (Conapesca), lo cual deberá ser revisado por personal técnico, que no solamente conozca de números sino que además reconozca la viabilidad técnica, y en su caso, su rentabilidad, ya que los proyectos no han tenido los resultados esperados.

Se han iniciado estudios en la perspectiva de establecer la potencialidad de la acuicultura en jaulas (capacidad de carga) del embalse, por lo que se tendrá que realizar un seguimiento del comportamiento de la calidad de agua que permita establecer si la operación de las jaulas provoca cambios en el comportamiento hidrológico del embalse y su estado trófico. En este sentido se debe de considerar la experiencia de la empresa Grupo Piscimex S.A. de CV., en la presa Cajón de Peña de Tomatlán, Jalisco.

Con la idea de recuperar los niveles de producción pesquera de los embalses, se recomienda poner en práctica las siguientes medidas:

1. Las siembras de crías de mojarra han estado, en los últimos años, muy por debajo de los requerimientos de cada embalse, por ello recomendamos realizarlas a una tasa de cuando menos 1 000 crías por hectárea, haciendo consideraciones para algunas presas en particular, que requieren de una mayor cantidad de crías.
2. Se entiende que no es posible utilizar redes agalleras de cuatro pulgadas de luz de malla, como mínimo para todas las presas, sin embargo, se debe tomar en cuenta que se debe capturar la mojarra cuando haya cumplido, al menos, con la primera reproducción, lo cual se garantiza cuando su captura se hace con redes de enmalle mayores de $3 \frac{3}{4}$ de pulgada de luz de malla.
3. Establecer cuotas de captura por pescador, lo que permitirá:
 - Controlar y disminuir el esfuerzo aplicado a la pesquería.
 - Una distribución más equitativa del recurso pesquero entre los pescadores.

4. Establecer periodos de pesca de 10 días de cada mes, lo anterior permitirá:

- Que los peces dispongan de espacios libres, lo que ayuda a que los peces busquen su alimento y zonas de refugio.
- De esta manera crezcan más rápido y sanos.
- Que los pescadores dispongan de tiempo para realizar otras actividades productivas.
- Menor desgaste de equipos de pesca.

5. Poner en práctica un programa de inspección y vigilancia con la participación de los pescadores, promotores turísticos y los tres niveles de gobierno en sus respectivas competencias.
6. Explorar la posibilidad de depurar los padrones de pescadores en aquellas cooperativas donde el esfuerzo aplicado se encuentra excedido.
7. Hacer efectiva en todas las presas de Sinaloa la comercialización de lobina capturada de manera incidental hasta un 10 por ciento de la pesca de mojarra.
8. Apoyar a los productores para la implementación de proyectos productivos alternos a la pesca, como pueden ser la engorda de mojarra y bagre en condiciones controladas.
9. Propiciar las condiciones para incentivar a los productores a llevar a cabo actividades encaminadas a transformar el producto y darle valor agregado.
10. Apoyar a productores en la búsqueda de canales efectivos de comercialización estatal, nacional e internacional.
11. Continuar los estudios limnológicos y pesqueros, que comprenda aspectos de calidad de agua, contaminación y productividad primaria, así como de biología y biología pesquera de los recursos pesqueros.

SEMBLANZA DE LOS AUTORES

RIGOBERTO BELTRÁN ÁLVAREZ

Es licenciado en Biología Pesquera por la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa y maestro en Ciencias del Mar, especialidad Oceanografía Biológica y Pesquera, por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha sido profesor e investigador de la Facultad de Ciencias del Mar desde hace 38 años. Es autor de 18 artículos científicos, ha dirigido 40 tesis de licenciatura y ha formado parte del cuerpo de sinodales de otras 30 tesis de licenciatura y maestría. Es autor del capítulo “Las Aguas Continentales de Sinaloa” del libro *Sinaloa y su ambiente: Visiones y Perspectivas*, y también del capítulo “La presa Adolfo López Mateos” en el libro *Las Aguas interiores de México: Conceptos y Casos*. Es responsable de diversos proyectos de investigación entre los cuales destacan los Planes de Manejo Pesqueros y Acuícolas de las presas de Sinaloa, y de las presas La Boquilla y El Granero ubicadas en el estado de Chihuahua. Ha sido ponente en congresos nacionales de zoología, de ictiología, de oceanografía y en foros estatales de ciencias y tecnología. Pertenece a las Sociedades Mexicana de Zoología y

Mexicana de Ictiología, y está habilitado por Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA) como consultor Técnico Pesquero y Acuícola.

GLORIA ANA MARÍA ARROYO BUSTOS

Es licenciada en Biología Pesquera por la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa, y tiene el grado de maestra en Ciencias con especialidad en Ecología, con mención honorífica por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Es profesora investigadora de tiempo completo, asociada D, también en la Facultad de Ciencias del Mar. Ha participado en proyectos de investigación en diversos aspectos del comportamiento de las pesquerías de los embalses de Sinaloa. A lo largo de su trayectoria académica, ha dirigido 19 tesis de licenciatura y ha sido sinodal en otras 40. Ha publicado siete artículos científicos en diferentes medios de divulgación, como los Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, en boletines de la UAEM, en la *Revista Hidrobiológica* de la UAM, en revistas internacionales y revistas electrónicas. Ha participado con 25 ponencias en congresos regionales, nacionales e internacionales. Por su destacada participación docente y su relación de empatía, los alumnos la han honrado con su nombre en dos generaciones de egresados.

JESÚS SÁNCHEZ PALACIOS

Biólogo Pesquero por la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa, maestro en Ciencias con especialidad en Recursos Acuáticos, por parte de la misma institución y titular de las asignaturas de Cálculo Aplicado y Bioestadística. Está

adscrito al Laboratorio de Limnología y Pesquerías de Agua Dulce en la Facultad de Ciencias del Mar. Ha publicado artículos científicos en revistas indexadas y arbitradas, donde trata sobre aspectos de la biología poblacional de crustáceos carideos y peces de aguas continentales. También ha dirigido tesis de licenciatura que tratan la temática limnológica de embalses y ríos de Sinaloa.

REFERENCIAS

- ALCOCER, J. Chávez Arteaga y Escobar, B. E., 1993. *La limnología en México (Historia y Perspectiva Futura de las Investigaciones Limnológicas)*. *Ciencia* 44: 441-453.
- ARREDONDO-FIGUEROA, J. L. y Guzmán-Arroyo, M., 1986. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu tilapii- ni (Pises: Cichlidae) introducidas en México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx.* 56, Ser. Zool. (2):555-572.
- ARREDONDO, F. J. L., Díaz, Z. G. y Ponce, P. J. T. 2007. *Limnología de Presas Mexicanas*. Aspectos teóricos y prácticos. AGT ed.
- ARAGÓN, M., Arroyo, B. G. y Ruiz V., 1988. Estudio sobre crecimiento de lobina negra (*Micropterus salmoides*), en la presa Sanalona, Sinaloa, México. Memoria.
- BAGENAL, B.T., 1978. Aspects of fish fecundity. In ecology of freshwater fish production (Ed) Gerking, D. S. Blackwell Scientific Publication, Oxford, London.
- BELTRÁN, A. R. 1987. PRESAS LAS HIGUERRAS. Estratificación y mezcla en un embalse tropical del sur de Sinaloa, México. *Rev. de Ciencias del mar* Núm.9:26-31.
- BELTRÁN, A. R., 1989. Morfometría, hidrología y rendimiento pesquero potencial de la presa “Los Horcones”, Sin. México.

- Tesis de maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, 79 p.
- BELTRÁN, A. R., Sánchez P. J. y Arroyo, B. G., 1993. Morfometría y comportamiento térmico de la presa Sanalona, Sinaloa, México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx.* 38: 199-212.
- BELTRÁN, A. R., Arroyo B.G, Sánchez P. J. 1995. Estudio limnobiológico de la presa El Salto, Sinaloa, México. I. Comportamiento hidrológico. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx.* 41: 211-223.
- BELTRÁN, A. R. 2003. Las aguas continentales de Sinaloa y su aprovechamiento pesquero. IN: Karam y Bereaud (Ed): Sinaloa y su ambiente. *Visiones del presente y perspectivas*. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- BELTRÁN, A. R., Sánchez, P. J. y Ramírez, L. J. P. 2006. *Morfometría y características físicas y químicas del agua del embalse Gustavo Díaz Ordaz "Bacurato", Sinaloa, México*. *Rev. CIENCIAS DEL MAR, UAS.* 8:41-46.
- BELTRÁN, A., R., Sánchez, J. Ramírez, L., J., P. 2006. *Reproducción de la mojarra Oreochromis aureus (Steindachner 1864) en la presa Aurelio Benassini Vizcaíno, Sin. México*. *Revista Ciencias del Mar* Vol. 18: 15-18.
- BELTRÁN, A. R. y Sánchez, P. J. 2007. Presa Adolfo López Mateos "El Varejonal", Sinaloa, México. IN: De la Lanza, G. (ED.) *Las Aguas Interiores de México*. AGT EDITOR, S.A.
- BELTRÁN, A. R., Sánchez, P.J. y Ramírez, L. J. P. 2007. Plan ed. de manejo pesquero y acuícola de la presa Miguel Hidalgo "Mahone", Sin. México. Conapesca-UAS.
- BELTRÁN, A. R., Sánchez, P.J. y Ramírez, L. J. P. 2007. Plan de manejo pesquero y acuícola de la presa Josefa Ortiz de Domínguez "El Sabino", Sin. México. Conapesca-UAS.
- BELTRÁN, A. R., Sánchez, P.J. y Ramírez, L. J. P. 2010. Plan de manejo pesquero y acuícola de la presa Gustavo Díaz Ordaz, Sin. México. FPS-UAS.

- BELTRÁN, A. R., Sánchez, P.J. y Ramírez, L. J. P. 2010. Plan de manejo pesquero y acuícola de la presa Eustaquio Buelna, Sin. México. FPS-UAS.
- BELTRÁN, A. R., Sánchez, P.J. y Ramírez, L. J. P. 2010. Plan de manejo pesquero y acuícola de la presa José López Portillo “El Comedero”, Sin. México. FPS-UAS.
- BELTRÁN, A. R., Sánchez, P. J., Valdez, L. G. y Ortega-Salas, A. 2010. Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (*Pisces: Cichlidae*) en la presa Sanalona, Sin. México. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 58 (1): 325-338.
- BELTRÁN, A. R. Sánchez, P. J. 2012. Comportamiento de la temperatura y oxígeno disuelto en la presa Picachos. *Hidrobiología* 22(1):93-97.
- BELTRÁN-ÁLVAREZ, R., Sánchez-Palacios, J., Farías-Sánchez, A. y Ramírez-Lozano, J. P. 2012. Aspectos reproductivos de la lobina negra (*Micropterus salmoides*) en la presa José López-Portillo, El Comedero, Sinaloa, México. *Ciencia Pesquera* (2012) 20(1): 65-75.
- BETANCOUR, C., Suarez, R. y Toledo, L. 2009. Patrones de distribución temporal de algunas variables físicas y químicas en el embalse Paso Bonito, Cienfuegos, Cuba. *Limnética*, 28 (1): 23-34.
- BOSTROM, B., J. M. Andersen, S. Fleischer & M. Jansson. 1988. Exchange of phosphorus across the sediment-water interface. *Hydrobiologia*
- BOYD, C. E. 1990. Water quality in pond. For aquaculture. Agricultural Alabama University. 482 p.
- BROWN, T.G., B. Runciman, S. Pollard, and ADA Grant, 2009. Biological Synopsis of Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*). Fisheries and Oceans Canada Science Branch, Pacific Region Pacific Biological Station 3190 Hammond Bay Road Nanaimo, B.C. V9T 6N7 CANADA.

- BRYLISKY, M. y K. H. Man, 1973. An analysis of Factors of governing productivity in Lakes and reservoirs. *Limnology and Oceanography*, 18:1-13.
- CARLSON, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22: 361-369.
- CARLSON, R. E. and J. Simpson. 1996. *A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods*. North American Lake Management Society. 96 pp.
- CONTRERAS F, Castañeda L, García A. 1994. La clorofila como base para un índice trófico en lagunas costeras mexicanas. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (Universidad Autónoma de México)*, 21: 55-66.
- Conapesca, 2011. Carta Nacional Pesquera 2011.
- CHORN, L., Webster, C., 2006. *Tilapia: Biology, Culture and Nutrition*. Food Products press, 678 p.
- DE LA LANZA, E. G. 2007. *Las Aguas Interiores de México*. AGT Ed.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, 2001. Estimación de la precipitación media mensual histórica por entidad federativa y por región administrativa, realizada a partir de los registros de lluvia de la red de estaciones climatológicas localizadas en el territorio nacional. Subdirección General Técnica, Gerencia del Servicio Meteorológico Nacional, México.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, 2008. Estadísticas del agua en México. 228 p.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, 2011. Estadísticas del agua en México. 181 p.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, 2011. Reporte del clima en México. Servicio meteorológico Nacional, 16 p.
- DODDS, W. 2002. *Freshwater Ecology. Concepts and Environmental Application*. Academic Press., 569 p.
- FAO, 1974. Actas del Simposio sobre Acuicultura en América Latina. Volumen 1 - documentos de investigación. Montevideo,

- Uruguay, 26 de noviembre a 2 de diciembre de 1974. Informe de Pesca, (159). Vol.1:374 p
- GARCÍA, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*, Serie Libros, núm. 6, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- GONZÁLEZ, J. E., Carrillo, V. Peñaherrera, V. 2004. Características físicas y químicas del embalse Agua Fría (parque nacional Macarao, estado Miranda, Venezuela). *Acta científica Venezolana*, 55:225-236.
- HAMMER, J. M and Mac Kichan, K. 1981. *Hidrology and Quality of Water Resources*. John Wiley and Sons. 486 p.
- HAKANSON N, L. 1981. *A manual of Lake Morphometry*. Springer-Verlag Ed. Berlin. 78 pp.
- HEREDIA, D. C. A. 2011. Evaluación de la eficiencia de las redes de enmalle utilizadas en la captura comercial de tilapia en la presa Lic. Gustavo Díaz Ordaz, Bacurato, Sinaloa, México. Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Mazatlán.
- HECKY, R.E. and E.J. Fee, 1981. Primary production and rates of algal growth in Lake Tanganyika. *Limnol.Oceanogr.* 26:532-47.
- IBAÑEZ, L. A., Espinosa, P. H. y García-Calderón, J. L. 2011. Datos recientes de la distribución de la siembra de especies exóticas como base de la producción pesquera en aguas interiores mexicanas. *Revista mexicana de Biodiversidad* 82: 904-914.
- KELLEY, J.W. 1968. Effects of incubation temperatures on survival of largemouth bass eggs. *Prog. Fish-Cult.* 30:159-163.
- LASENBY, T.A., and Kerr, S.J. 2000. Bass transfers and stocking: An annotated bibliography and literature review. Fish and Wildlife Branch, Ontario Ministry of Natural resources. Peterborough, Ontario. 207 p.
- LIND, T.O., 1979. *Handbook of Commun Methods in limnology*, 2ª. Ed. The Mosby Company, 170 pp.

- LEWIS, M. W. Jr. 1987. Tropical limnology. Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 18 (159-184).
- MARSHALL, B. E., 1984. Towards predicting ecology and fish yield in African reservoirs from preimpoundment physico-chemical data. CIFA, Tech. Pap./Doc. Tech, CPCA.
- MARGALEF, R. 1983. Limnología. Ed. Omega. S.A. 1010 P.
- MARTÍNEZ, G., V. H. 2005. Comportamiento de algunas variables fisicoquímicas indicadoras de calidad de agua en la presa Adolfo López Mateos, Sinaloa, México. Tesis de Lic. FACIMAR- USA.
- MENDIVIL, A. 1992. Producción de crías de tilapia *Oreochromis aureus* (Trewavas) en estanquería rustica, en el centro acuícola de Chametla. Tesis de Lic. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, 30 p.
- MENDOZA, M. 210. Estructura de la comunidad de los crustáceos planctónicos de otoño-invierno en tres embalses del estado de Sinaloa, México. Tesis de Lic. FACIMAR- USA.
- MONTOYA, M. Y. 2008. Caracterización morfométrica de un sistema fluviolacuste tropical, Antioquia, Colombia. *Caldasia* 30(2): 413-420.
- MORALES-BOJÓRQUEZ, E.1995. Estimación del tamaño poblacional y el coeficiente de capturabilidad de la tilapia (*Oreochromis aureus*) por varios métodos de extracción sucesiva. *Ciencia pesquera*, Núm. 11 (Nueva época).
- PONCE-PALAFIX, T. J. Arredondo-Figueroa, J. L. 1984. Aporte al conocimiento limnológico de un embalse temporal tropical, por medio de la aplicación de modelos multivariados. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.
- MCPHAIL, J.D. 2007. The Freshwater Fishes of British Columbia. University of Alberta Press. 620 pp.
- KNOX, S., D. R. Turner, A. G. Dixson, M. I. Liddicoat, M. Whitfiel, & E. I. Butler. 1981. A statically analysis estuarine prole: A application to manganese and ammonium in the Tarner

- estuary. *Estuarine Coastal and Shell Science*, 13: 357-371.
- PAGE, L.M. y B.M. Burr. 1991. A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico. Houghton Mifflin Company, Boston. 432 p.
- PINILLA, A.G. A. 2009. Producción primaria en un lago de aguas claras de la Amazonia Colombiana (Las Boa). *Acta biol. Colom.*, Vol. 14:21-30
- PONCE-PALAFIX, J. T., Arredondo-Figueroa, J. L. 1984. Aporte al conocimiento limnológico de un embalse temporal tropical, por medio de la aplicación de modelos multivariados. *Inst. de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 132:47-65.
- QUIROZ, R., 2003. Principios de Ordenación Pesquera Responsable en Embalses con referencia a aquellos de América Latina. Seminario sobre Ordenación de Pesquerías en Grandes Ríos y Embalses de América Latina. San Salvador, República de El Salvador, 29 de enero. COPESCAL/FishCode/FAO.
- OROZCO, F. y Madinaveitia, A. 1941. Estudio químico de los lagos alcalinos. *An. Inst. Biol. UNAM*. 12, 429-438.
- RAWSON, D.S., 1955 Morphometry as a dominant factor in the productivity of large lakes. *Verh. Int.Ver.Theor.Angew.Limnol.*, 12:164-75
- MORALES, D., A. 1991. La Tilapia en México. Biología, cultivo y pesquerías. AGT Editor, S. A., 190 p.
- ROBBINS, W. y H. McCrimmon, 1974. The Blackbass in America and Overseas. *Biomangement and Research Enterprises.*, 197 p.
- RZEDOWKI, J., 2006. La Vegetación de México. 1era Edición digital, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México, 514 pp.
- ROLDÁN, P. G. y Ramírez R. J, J. 2010. Fundamentos de limnología neotropical. Ed. Universidad de Antioquia, Colombia, 440 p.
- RYDER, R. A. 1965. A method for estimating the potential fish production of north temperate lakes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 94:214-8.

- RYDER, R. A., 1982. The Morphoedaphic Index--Use, Abuse, and Fundamental Concepts. *Transaction of the American Fisheries Society* 111:154-164.
- SAWYER, C. N., P. L. Mccarty, & G. F. Parkin. 2003. *Chemistry for Environmental Engineering and Science*, 5th ed., McGraw Hill, Burr Ridge, IL 752 pp.
- STRICKLAND, D. H. y T. R. Parsons, 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*
- STUBER, R.J., Geghart, G., and Maughan, O.E. 1982. Habitat suitability suitability index models: Largemouth bass. U.S. Dept Int. Fish Wild. Serv. FWS/OBS-82/10.16. 32 p.
- SHIREMAN, J.V. y C.R. Smith (1983). Synopsis of biological data on the grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1884). *FAO Fish. Synop.* (Núm.135): pp. 86 p.
- STUBER, R.J., Geghart, G., and Maughan, O.E. 1982. Habitat suitability suitability index models: Largemouth bass. U.S. Dept Int. Fish Wild. Serv. FWS/OBS-82/10.16. 32 p.
- TORRES-OROZCO, R. 2007. Batimetría y morfometria. En: Arredondo-Figueroa, Díaz Zavaleta y Ponce-Palafox (Ed). *Limnología de las presas mexicanas*. AGT Editor, S.A.
- UMAÑA, V. G. 2006. Ciclo anual de estratificación y circulación en el Embalse Arenal, Cota Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 54 (Supl. 1):257-263.
- VERA I. M. Huszar, Caraco, N. Roland, F. and Cole,J. 2006. Nutrient–chlorophyll relationships in tropical–subtropical lakes: do temperate models fit. *Biogeochemistry* 79: 239–250.
- VERA-HERRERA F., R., J. L. Rojas-Galaviz, M. G. Arroyo, 1980. Estudio hidrológico de la presa Vicente Guerrero, Gro. (1976/1977). i. morfometría, temperatura del agua y oxígeno disuelto. *An. del inst. Cienc. del Mar y limnol. UNAM*, 8(1):159-174.

- WELLBURN, T. 1988. "Channel Catfish- Life History and Biology" . Consultado en octubre 2014. En. <http://aqua.ucdavis.edu/dbweb/outreach/aqua/180FS.PDF>.
- WETZEL, R. G., 2002. Limnology. Lakes and river ecosystems. Academic Press, 1006 p.

Diagnóstico limnológico y pesquero de los principales embalses de Sinaloa,
de Rigoberto Beltrán Álvarez, Jesús Sánchez Palacios y Gloria Arroyo Bustos

Se terminó de imprimir y encuadernar
en mayo de 2015, en los talleres de

Milenio 3-Genera

Tiraje: 1000 ejemplares.

La presente obra es producto de una serie de trabajos realizados en las presas de Sinaloa, que fue desarrollado durante los últimos 20 años por el equipo de investigadores del Laboratorio de Limnología y Pesquerías de Agua Dulce, de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Cuenta con la participación de tesis y colaboradores de proyectos de investigación de las carreras de Biólogo Pesquero y Biólogo Acuicultor. Capítulo a capítulo, se describen las características y dimensiones de los diez embalses más importantes de Sinaloa; se evalúan las condiciones de la calidad del agua en términos de las concentraciones de las variables que son indicadores de la salud ambiental de la columna de agua, y se consideran también los aspectos biológico-pesqueros, concluyendo con recomendaciones para lograr una pesquería sustentable, además de ser un material de apoyo en el diseño y manejo de proyectos acuícolas de gran alcance en lo relativo a los aspectos ambientales de estas explotaciones.



CEDRSSA

*Centro de Estudios para el Desarrollo
Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria*

QUE EL SABER SIRVA AL CAMPO