GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN COMISIÓN DE PESCA DEL ESTADO DE MICHOACÁN

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA YALIMENTACIÓN

INSTITUTO NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN PESQUERA DE PÁTZCUARO
COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD ACUÍCOLA DE MICHOACÁN
SUBDELEGACIÓN DE PESCA EN MICHOACÁN
CENTRO ACUÍCOLADE ZACAPU

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOBRE LOS RECURSOS NATURALES FACULTAD DE BIOLOGÍA



LISTA DEAUTORES

Introducción, Antecedentes y Objetivos Metodología

Generalidades, Mapas Temáticos y Regionales

Análisis del agua para treinta casos de estudio en Michoacán

Reflexiones finales

Fernando W. Bernal Brooks Itzihuari Santana Martínez José Antonio Carbajal López Claudia de Jesús Avendaño

Itzihuari Santana Martínez José Antonio Carbajal López Iliana Israde Alcántara Claudia de Jesús Avendaño Fernando W. Bernal Brooks

Ezequiel Arredondo Vargas Claudio Osuna Paredes Xavier Madrigal Guridi Claudia de Jesús Avendaño Fernando W. Bernal Brooks

Itzihuari Santana Martínez José Antonio Carbajal López Daniel Hernández Montaño Fernando W. Bernal Brooks

SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E ÍCONOS

g gramo(s)

km² kilómetro(s) cuadrado(s)

ha hectárea(s) m metro(s)

msnm metros sobre el nivel del mar

ton tonelada(s)

μS/cm micro siemens por centímetro

> mayor que < menor que

etal. etalii (y otros) p.ej. por ejemplo p., pp. página(s)

sic así, palabras textuales

v. véase

CESAMIC Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Michoacán H Coordinación General de Servicios Nacionales de Estadística,

CGSNEGI Geografía e Informática

CNAP Carta Nacional Acuícola y Pesquera

Compesca Comisión de Pesca del Estado de Michoacán

CONAGUA Comisión Nacional del Agua

CONAFESCA Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca

Conapo Consejo Nacional de Población

CRIP Pátzcuaro Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro

FAO Food and Agriculture Organization FES Facultad de Estudios Superiores

FIDEFA Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática

IME Índice morfoedáfico

INAP Instituto Nacional de Acuacultura y Pesca

INE Instituto Nacional de Ecología

INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

RH Región hidrológica

SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y

Alimentación

SC de RL Sociedad Cooperativa de Responsabilidad Limitada

SCL Sociedad de Capital Limitado

SCV Sociedad de Capital Variable S de SS Sociedad de Solidaridad Social

Semanat Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SIG Sistemas de Información Geográfica

SUMA Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del gobierno de Mi-

choacán

UMSNH Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo UNAM Universidad Nacional Autónoma de México

UPA Unidad de Producción Acuícola

Modalidad de producción: captura de especies

Modalidad de producción: intensiva-UPA

Modalidad de producción: repoblamiento para autoconsumo

Cuerpos de agua

Población

Migración Migración

Actividad económica

Agricultura Agricultura

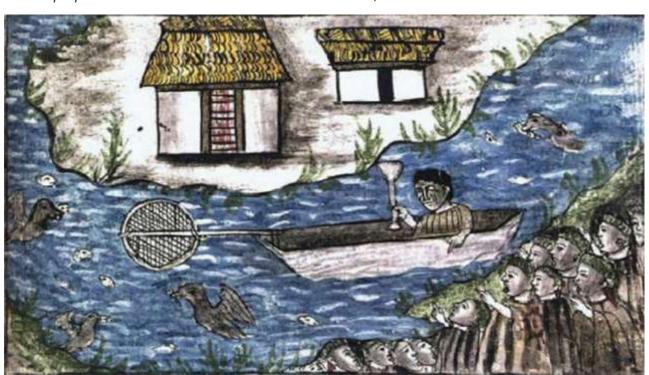
Ganadería Ganadería

Industria Industria

Como vieron la dicha isla que se llamaba por otro nombre Varúcaten hazícurin vieron un gran cu y otra isla llamada Pacandan y andando todos mirando, por la bajada del monte, de improviso vieron que andaba uno con una canoa de los de aquella isla primera, que se llaman los moradores de ella huréndetiechan y el que andaba en la canoa, andaba pescando de anzuelo [...] [...] Euno de aquellos señores llamado Vápeani, era valiente hombre, salctó en la canoa y vio que estaballena de muchas maneras de pescados y díjole: "Isleño, ¿qué es esto que has puesto aquí?". Respondió el pescador: "Señor eso se llama pescado". Ydijo Vápeani: "¿Qué cosa es esto?". Respondió el pescador. "Eso que tomaste se llama hacínnaran, y esta manera de pescado hurápeti y ese cuerepun y ese thirón y ese charóe. Tantas maneras de pescado hay aquí, ctodo esto ando buscando por esta laguna. De noche pesco con red y de día con anzuelo". Díjole Vápeani: "Yeste pescado, ¿qué sabor tiene?". Respondió el pescador: "Señor, sihobiese aquí fuego, estando asado, me lo preguntaras". Díjole Vápeani: "¿Qué dices, pescador? Busca un poco de leña, que nosotros, los chichimecas, de contino andamos con fuego. Daca leña". Ysacando fuego de un estrumencto prendió el fuego, y como hiciesen lumbre a la orilla, subió la llama y humo hacia arriba, y el pescador andaba sudando de asar pescado, y como iba asando, íbales dando, y ellos comieron de aquel pescado y dijieron: "Cierto, buen sabor tiene". Ycomo comían toda manera de caza los chichimecas, traía cada uno dellos unas redecillas agolletadas consigo, que traían llenas de conejos y otros llamados cuinique, y codornices y palomas y de otras aves de otras maneras.

[V] De como los dos hermanos señores de los chichimecas hicieron su vivienda cerca de pascuaro y tomaron una hija de un pescador y se caso uno dellos con ella, *Relación geográfica de Michoacán*, El Colegio de Michoacán-Universidad Indígena Intercultural de Michoacán-Foundation for the Advancement of Mesoamerican Studies, Inc. (FAMSI).

Pescador purépecha frente a la isla de Xarácuaro. Relación de Michoacán, lámina III.



PRESENTACIÓN

Anombre del Gobierno del Estado me da mucho gusto presentar el *Atlas Pesquero y Acuícola de Michoacán*, con el que ponemos a disposición de la ciudadanía, del sector pesquero, del académico, de las organizaciones sociales y de las instancias de los tres órdenes de gobierno, la información más actualizada de los recursos hídricos disponibles en la entidad.

El objetivo es que al presentar esta información vinculemos de una forma más articulada e integral los programas nacionales, sectoriales y regionales que nos permitan establecer mecanismos de coordinación entre las diferentes instancias en beneficio del desarrollo económico y social del sector con una perspectiva sustentable y de acuerdo con la Política Nacional de Pesca y Acuacultura Sostenibles. En otras palabras, al difundir la situación, tendencias, problemas y perspectivas del sector buscamos contribuir a su comprensión y con ello favorecer la aplicación de decisiones económicas y políticas acertadas con una perspectiva productiva, social y medioambiental.

Mediante contenidos de carácter informativo, datos estadísticos y cartográficos que favorezcan la comprensión real del sector, este documento expone un panorama integral de cada producto analizado y el comportamiento de las áreas de oportunidad en la producción, el comercio y el potencial en materia de pesca y acuicultura que se desarrollan en Michoacán, además de que como complemento, se abordan temas de interés para los actores relacionados con las cadenas productivas, las políticas públicas y la investigación.

No podemos dejar de señalar que la pesca y la acuicultura requieren de la responsabilidad y plena participación de la sociedad civil y del sector privado, por lo que tengo la certeza de que este *Atlas Pesquero yAcuícola de Michoacán*, servirá como un instrumento de referencia útil sobre el sector; para la mejor toma de decisiones considerando que Michoacán, es compromiso de todos.

Lic. Fausto Valleio Figueroa

Gobernador de Michoacán

PRÓLOGO

El estado de Michoacán presenta una variedad de climas y paisajes en su territorio, hecho que propicia una inmensa gama de actividades productivas con base en los abundantes recursos naturales de la región. En el rubro de pesca y acuicultura, la entidad podría recuperar el primer lugar alcanzado en producción en especies de agua dulce hace algunos años y, así, favorecer la generación de empleo e ingreso en las áreas más alejadas de los polos de desarrollo económico, la estabilidad social y el arraigo de las comunidades en sus lugares de origen.

Las recomendaciones pertinentes para el manejo de cada pesquería corren por cuenta del INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA a través de una *Carta Nacional Pesquera y Acuícola*, con fichas individualizadas por cada cuerpo de agua. No obstante, la visión centralizada y ajena a los contextos políticos, sociales y económicos de cada región, demanda un esfuerzo complementario en cada estado de la república para ubicar las unidades de producción pesquera y acuícola en su ámbito espacial, al igual que las relaciones existentes con las cuencas hidrográficas, los climas, la vegetación, los centros de población, mercados, etc.

Atinadamente, la *Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables* promueve la participación de los gobiernos estatales en el establecimiento de planes de manejo para la administración de los recursos acuáticos en sus respectivos territorios. Un primer paso consiste en generar estudios sobre el estado actual del sector productivo, con dos posibilidades. Primero: un estudio de gran visión para la totalidad del territorio estatal a manera de diagnóstico del sector productivo. Segundo: un estudio con un alcance más particular en torno a cada uno de los embalses más importantes desde el punto de vista pesquero, con planes de manejo específicos que den orientación al sector en su conjunto con planes a corto, mediano y largo plazo hacia el ordenamiento pesquero y la recuperación del potencial productivo.

Así, la Comisión de Pesca del Gobierno del Estado de Michoacán (Compesca) y el gobierno federal a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), en colaboración con el Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro (CRIP-Pátzcuaro) y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), unen esfuerzos para publicar un *Atlas pesquero y acuícola de Michoacán*, a fin de aportar elemen-

tos informativos a los sectores de la sociedad michoacana más marginados que dependen de la pesca para su sobrevivencia y, asimismo, promover el consumo de productos de un alto valor nutricional en el medio rural. Posteriormente, los trabajos deberán continuar con el ordenamiento pesquero y acuícola y los planes de manejo mediante la participación de las mismas instituciones antes mencionadas.

Cabe destacar la gran cantidad de pequeños embalses de uso agropecuario en la zona colindante entre los estados de México, Jalisco, Guanajuato y
Michoacán, una amplia región del centro occidente del país que corresponde a
la cuenca del río Lerma, como un factor de oportunidad para el desarrollo pesquero y acuícola. De hecho, la zona norte del estado de Michoacán cuenta con
un mayor potencial productivo, no sólo por las condiciones climáticas y acceso
a los mercados, sino además por una fuerte tradición pesquera en la población
indígena desde tiempos inmemorables. Así, la posibilidad de engranar la acuicultura dentro de los esquemas de producción tradicionales del campo, permitirá el uso eficiente y óptimo de la infraestructura hídrica en el amplio contexto
geográfico regional.

Por último, el consumo de productos pesqueros debe ser una prioridad en la dieta del mexicano tal como lo señala el Instituto Nacional de Nutrición. Michoacán desde hace ya varias décadas apuesta a la consolidación de la pesca y la acuicultura como un sector productivo que proporciona productos necesarios de la canasta básica con la intención de alcanzar niveles superiores de desarrollo. El presente *Atlas pesquero y acuícola de Michoacán* brinda las bases para un ordenamiento del sector y pone a consideración de otras entidades del país la presente estrategia como una herramienta que facilita la elaboración de planes regionales en cumplimiento de la ley antes citada, y sobre todo, en el interés genuino de llevar a cabo una administración sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas en las aguas continentales y marinas de Michoacán, el "lugar de los que poseen el pescado" (michoaques) por sus raíces náhualt.

JOSÉ RAÚL GUIIÉRREZ DURÁN

Director de la COMESOA

RESUMEN

El *Atlas Pesquero y Acuícola de Michoacán* contiene un conjunto de productos cartográficos que son una herramienta necesaria en el ordenamiento, planeación, explotación y desarrollo de la pesca y la acuacultura en la entidad de manera sustentable. Asimismo, es un núcleo de información básica para el diagnóstico de la actividad productiva que presenta:

- el inventario de cuerpos de agua y unidades de producción, así como el registro de organizaciones pesqueras;
- la estimación de la "capacidad de carga" de los embalses, como indicador para los programas de desarrollo acuícola, y
- un conocimiento elemental de las condiciones físicas y químicas de los recursos hídricos disponibles para el aprovechamiento acuícola.

Apartir de 83 mapas digitales 1:50,000 y el empleo del Sistema de Información Geográfica (SIG), el inventario de cuerpos de agua arroja 1 746 áreas inundadas a un nivel de detección cercano a una hectárea. Adicionalmente, un reconocimiento de campo permitió ubicar las unidades de producción acuícola que por su tamaño, relativamente pequeño, escapan a la posibilidad de ser captadas mediante imágenes aéreas o satelitales; también se incluye una base de datos asociada al SIG con información del Registro Nacional Pesquero, así como una liga con mapas temáticos.

El Centro Acuícola de Zacapu estimó la "capacidad de carga" de los embalses para el cultivo de carpa con dos enfoques, uno experimental en estanques y otro empírico (siembra-cosecha) en microembalses del municipio de Panindícuaro. Ambos trabajos coinciden en recomendar un organismo/m² y dos organismos/m² para acuacultura semintensiva y extensiva, respectivamente.

Treinta casos de estudio en la entidad revelan que la mayoría de cuerpos de agua presentan rasgos de contaminación y/o impactos ecológicos, salvo los casos de Camécuaro y Zirahuén donde predominan actividades turísticas y recreativas. Los cuerpos de agua temporales menores de diez hectáreas resultan los más numerosos y adecuados para el aprovechamiento acuícola en operaciones anuales de siembra-cosecha.

INTRODUCCIÓN

En el documento "Avances en el Manejo y Aprovechamiento Acuícola de Embalses en América Latina y El Caribe" (FAO 1992) se destaca que

...en términos generales, la evaluación de potencial productivo pesquero de los embalses es un factor limitante de impacto considerable en el aprovechamiento de estos recursos. Prácticamente se carece de un *inventario actualizado de los embalses*, particularmente de los medianos y de los pequeños, a través del cual se pueda disponer de información de base que permita *planificar su utilización en operaciones de cultivo semintensivo*. Colateralmente a lo anterior, la carencia de modelos que permitan estimar *la capacidad de arga* de cada embalse, a efecto de sustentar la programación de siembras y repoblaciones, es otra limitante considerable. El desarrollo y la aplicación de los modelos citados, deberá permitir mayor eficiencia en el uso de los recursos públicos y la planificación de actividades que favorezcan el desarrollo sustentable de la pesca en los embalses. Por último, la falta de modelos adaptados a las condiciones propias de los embalses mexicanos, para predecir el rendimiento potencial pesquero de los tipos principales, imposibilita validar las comparaciones y las evaluaciones de los resultados que actualmente se registran. (Moreno-Hemández *et al.*, 1992)

El presente *Atlas* es un estudio sobre los recursos hídricos del estado de Michoacán con un enfoque orientado al aprovechamiento pesquero y acuícola. El vasto territorio está constituido por un mosaico de condiciones ambientales contrastantes y una configuración topográfica que abarca planicies costeras, partes de la Sierra Madre del Sur, el Eje Volcánico Transversal, asícomo las depresiones de los ríos Lerma, Balsas y Tepalcatepec.

Debido a la variedad de climas se pueden cultivar diversas especies de acuicultura en condiciones ideales, como son: trucha arco iris, bagre de canal, carpa y tilapia; e incluso emprender cultivos experimentales con especies nativas o endémicas. La tilapia, en particular, sostuvo la producción pesquera más alta registrada en la entidad —16 581 ton— para consumo humano directo, con primer lugar a nivel nacional en el rubro de aguas interiores (CONAPESCA, 2004).

De esta manera, el punto de partida hacia un proceso de ordenamiento de las actividades pesqueras y acuícolas en el estado radica en la obtención de productos básicos de trabajo como son las cartas geográficas, con el objeto de identificar y ubicar espacialmente cada uno de los cuerpos de agua dentro del territorio.

Al disponer de un inventario de existencias hídricas con el cálculo de las áreas inundadas procede la incorporación de datos sobre sus usos actuales y potenciales, organizaciones pesqueras, productores, especies, producción, etc., información que a su vez sirve de base para una administración racional con planes regionales a corto, mediano y largo plazos.

Cabe señalar la importancia de contar con un listado de embalses por zona, para estimar el potencial productivo, no sólo en el área pesquera, sino también en la agrícola, la ganadera, etc. Es, además, una referencia dinámica que implica una actualización constante de datos debido a la construcción de nuevas presas, bordos, jagüeyes, entre otros, y a la temporalidad de los cuerpos de agua, fenómeno importante principalmente en aquellos embalses de menor dimensión (Moreno-Hernández *et al.*, 1993).

En virtud de la relevancia que implica identificar los recursos hídricos disponibles, diversas dependencias de gobierno en Michoacán han realizado inventarios de cuerpos de agua con anterioridad. Sin embargo, los avances generados en esta materia han desaparecido irremediablemente debido a los cambios de administración gubernamental, lo cual significa pérdidas económicas para la sociedad michoacana que vuelve a repetir el mismo esfuerzo tras la elección de un nuevo gobierno.

Aunado a lo anterior, la carencia de un indicador de "capacidad de carga" de los embalses, que permita definir cuántos organismos introducir por unidad de superficie inundada, da lugar en los centros acuícolas a programas de extensionismo un tanto improvisados, fenómeno no sólo privativo de Michoacán, sino que impacta a nivel nacional. El único criterio aplicado para la siembra de organismos ha consistido en acatar la instrucción de la CONAPESCA de destinar un organismo por metro cuadrado para la acuicultura extensiva en embalses. No obstante lo anterior, el Centro Acuícola de Zacapu emprendió una investigación para obtener indicadores regionales que permitan aprovechar apropiadamente los recursos hídricos existentes, al menos en lo que respecta al cultivo de carpa.

Otro factor que incide en el manejo piscícola es la contaminación de los cuerpos de agua de Michoacán, pues resulta preocupante debido a los impactos ambientales que podrían significar un eventual fracaso en la administración de los embalses para dicha actividad. Si bien en la entidad hay investigaciones lim-

nológicas sobre los lagos de Zirahuén, Pátzcuaro y Cuitzeo, principalmente, aún faltan estudios básicos sobre la contaminación del hábitat acuático en la gran mayoría de acuíferos.

Finalmente, la *Ley General de Acuacultura y Pesca Sustentables* vigente señala la obligación de los gobiernos estatales de realizar planes regionales para el sector pesquero y acuícola. La posibilidad de contar tanto con productos geográficos como con un diagnóstico del sector productivo, resulta fundamental en el cumplimiento de las nuevas tareas encomendadas por norma.

Así, en un hecho sin precedente, instituciones estatales y federales, y el sector académico concurren a sentar las bases del manejo de embalses y unidades de producción acuícola. La aplicación de elementos científicos y tecnológicos para alcanzar los máximos rendimientos posibles tanto productivos como económicos dentro de un marco de sustentabilidad, pretende promover el empleo e ingreso en el medio rural, elevar el estado nutricional de las poblaciones con mayores índices de marginación, facilitar el bienestar de las comunidades pesqueras o productores acuícolas en su propio lugar de origen y procurar un balance más equilibrado en el desarrollo económico regional. La intervención de distintas instituciones de orden federal y estatal, además de significar una suma de esfuerzos hacia un objetivo común, contempla la aplicación de criterios estrictos de redacción y formato para garantizar la permanencia del documento en centros de información y dejar así un precedente para futuras actualizaciones.

ANTECEDENTES

En el ámbito oficial, el *Reglamento de la Ley de Pesca*, en su título primero, capítulo III, artículo 17, señala que "la *Carta Nacional Pesquera* (CNAP) es la representación gráfica y escrita de indicadores sobre disponibilidad y conservación de recursos pesqueros y acuícolas en aguas de jurisdicción federal". Asimismo, el artículo 19 contempla que de conformidad con el reglamento interno de la SAGARPA, el Instituto Nacional de Pesca (INP) tiene las atribuciones de elaborar y actualizar la CNAP. La información que debe contener el referido documento contempla tres aspectos:

- el inventario de los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal susceptibles de aprovechamiento;
- la determinación de esfuerzo pesquero susceptible de aplicarse por especie o por grupo de especies en un área determinada, y
- los lineamientos, estrategias y demás provisiones para preservar, proteger, restaurar y aprovechar los recursos acuáticos y para realizar actividades productivas y demás obras sin afectar los ecosistemas respectivos.

Apesar de la responsabilidad del gobierno federal en esta materia, los gobiernos de los estados demandaron desde el periodo de gobierno federal 2000-2006, la administración de los cuerpos de agua localizados en sus respectivos territorios, debido a un hecho irrefutable: la cercanía con los productores. Es un hecho que "el fracaso del centralismo en el caso de las pesquerías de pequeña escala ha aumentado el interés por el potencial en el co-manejo" (Arthur, 2005).

Sin duda, la relación estrecha entre las instituciones y los pescadores y acuicultores en cada estado facilita la toma de decisiones conjunta y concensuada sobre las posibles soluciones a los problemas que aquejan a nivel muy específico de la localidad o comunidad. Así, en un reconocimiento del gobierno federal a las contrapartes estatales inició un proceso de transferencia de atribuciones en forma de una colaboración institucional en materia de investigación pesquera; aunque legalmente carece de validez sin reformas constitucionales.

La falta de interés y participación de los gobiernos estatales en la elaboración de la CNAP probablemente sea consecuencia del centralismo histórico en la política mexicana que a estas alturas resulta inaceptable, y que además da

lugar a inconformidades y serios inconvenientes para pescadores y/o acuicultores como usuarios finales de la información, debido a la complicación de una comunicación distante y, por lo mismo, poco fluida con el gobierno federal. En un caso extremo, el Plan de Mediano Plazo 2004-2009 Pesca y Acuacultura del Estado de Sonora, manifiesta abiertamente la oposición a la CNAP con un planteamiento alternativo de elaborar una carta estatal. La percepción en Michoacán es la siguiente:

- La proyección nacional de la CNAP contiene una visión centralizada de los embalses en fichas por casos individuales, que deja en segundo plano el interés particular de las entidades federativas de contar con un producto cartográfico (carta) que ubique espacialmente los diferentes lagos, presas y ríos dentro del territorio, así como la relación de los cuerpos de agua con las cuencas hidrológicas, fisiografía, clima, preferencias de consumo, regionalización administrativa, contexto socio-económico y división municipal.
- El compromiso del INP de determinar el esfuerzo pesquero aplicable para cada una de las especies pesqueras y grupos de especies en los embalses, por diversas razones, implica una tarea difícil de emprender en la práctica. Por un lado, el conocimiento taxonómico de las especies ícticas puede resultar un tema para especialistas en la materia —p.ej. caso Plecostomus en la presa del Infiernillo— y no para un nivel meramente técnico. Asimismo, la información presentada en las fichas pierde actualidad tan sólo en el proceso de publicación; y el apartado de "esfuerzo pesquero" en muchos casos no contiene recomendaciones sobre el manejo de las pesquerías, sino reitera la información contenida en el Registro Nacional Pesquero. A fin de facilitar la tarea, el INP emprendió una transferencia de la investigación a las entidades federativas, en el periodo de gobierno 2000-2006, a fin de solventar por medio de la capacitación de personal de las contrapartes estatales, el aspecto de las evaluaciones pesqueras. Sin embargo, al final del sexenio referido faltaron ejemplos demostrativos de este proceso a nivel nacional y resultó evidente que sin la participación estatal, la CNAP representa un esfuerzo meramente descriptivo sobre las especies de pesca y acuicultura, así como su localización, más que constituir un instrumento para ordenar y administrar los recursos acuáticos del país.
- La CNAP no define de manera precisa los conceptos "pesca" y "acuacultura". En particular, el nombre "acuacultura", proviene de la palabra *aquaculture* en inglés, y la correcta utilización del término en lengua castellana

debería ser acuicultura. Por otra parte, la Ley General de Pesca y Acuacultura (sic) Sustentables vigente, define la pesca como "el acto de extraer, capturar o recolectar, por cualquier método o procedimiento, especies biológicas o elementos biogénicos, cuyo medio de vida total, parcial o temporal, sea el agua"; mientras acuicultura "es el conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, preengorda y engorda de especies de la flora y fauna realizadas en instalaciones ubicadas en aguas dulces, marinas o salobres, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa". No obstante, la publicación oficial del documento en el Diario de la Federación (2004) compila en la sección II B "Pesquerías en aguas continentales", solamente catorce fichas con casos que van desde una superficie mínima de 92 ha —presa Los Carros, Puebla— a una máxima de 92 000 ha —lago de Chapala—. Alconsiderar este último ejemplo como un cuerpo de agua que pertenece más bien a Jalisco, Michoacán cuenta solamente con el ejemplo del lago de Pátzcuaro en la CNAP. Más aún, la pesquería de Infiernillo, que constituye la fuente principal de producción pesquera en Michoacán con un destacado lugar a nivel nacional, carece de registro en este apartado.

La división de la CNAP en pesquerías de aguas marinas y continentales presenta un enfoque distinto en ambos casos. Laprimera parte contempla el nivel de población como unidad de manejo —p.ej., camarón, tiburón, etc.— y lleva implícito un mayor apego a Ley de Pesca y Acuacultura Sustentables; mientras la contraparte de embalses abarca el conjunto de especies presentes en el medio acuático que dependen de la influencia de otras actividades productivas en el contexto de ecosistema. En este último caso la Ley de Aguas Nacionales establece que la administración del agua compete a la Comisión Nacional del Agua (CONACUA), institución ajena a las medidas establecidas por la SAGARPA para el manejo de recursos pesqueros y acuícolas en aguas interiores. Así, las prioridades en el uso del agua establecidas por la CONACUA a una escala geográfica de la cuenca de drenaje —generación de energía eléctrica, riego, abasto a asentamientos humanos—involucra el interés de diversos sectores en un entorno ecológico, social y económico de mayor amplitud al entorno lacustre —es decir, la cuenca hidrográfica—, lo cual puede o no ser compatible con el punto de vista del sector pesquero a un nivel más específico de la comunidad, como también con la opinión técnica del INP sobre el manejo de los recursos acuáticos. Si bien la pesca y la acuicultura no demandan consumo de líquido, sí dependen del medio acuático en una cantidad mínima y una calidad apropiada para llevar a cabo sus operaciones y, sin duda, esto a su vez mantiene una relación estrecha con el uso general del recurso hídrico en la cuenca de drenaje, por la interrelación existente en un ecosistema. Los pescadores y acuicultores, normalmente en desventaja competitiva con otros sectores productivos por el uso del agua, desde el punto de vista económico, dependen necesariamente de la negociación y búsqueda de consensos como la única vía para mantener una calidad del hábitat apropiada para la vida acuática y, por ende, para la pesca o la acuicultura. Por lo mismo, más que acatar las recomendaciones del INP, resulta conveniente tratar los asuntos pesqueros o acuícolas en un consejo de cuenca o comité local vinculado estrechamente con los tres niveles de gobierno, con instituciones no-gubernamentales y centros de investigación. El ejemplo del sudeste asiático del "co-manejo de aprendizaje adaptivo" muestra las ventajas de esta forma de trabajo (Garaway y Arthur, 2004).

- Dentro de la sección IV de Acuacultura aparecen fichas por especie con mapas de distribución general en el país sin explicar el manejo de embalses de dimensiones mayores a las diez hectáreas, donde existe un área inundada más bien permanente y poblaciones ícticas establecidas a través de la reproducción natural. En estos casos resulta aún más complicado definir la cantidad de organismos a introducir por unidad de superficie, por la competencia entre los distintos elementos bióticos usualmente presentes en los sitios de siembra.
- En el caso de la acuicultura extensiva con carpa y tilapia, el país cuenta con una capacidad limitada para producir crías en sus centros piscícolas, de tal manera que no es posible satisfacer completamente la demanda nacional potencial. Por ende, resulta necesario definir hasta qué punto o en qué casos el gobierno justifica el apoyo a la producción pesquera a través de la siembra o repoblación de organismos en los embalses, y en qué casos no.
- Las unidades de producción de carpa reportadas para Michoacán en la CNAP suman 802 unidades de autoconsumo —sugieren manejo extensivo y semintensivo— y 304 granjas comerciales, esta última cifra a pesar de la baja rentabilidad de la especie. Así, la información aparece dudosa y surge el imperativo de una revisión y consenso que permita unificar puntos de vista entre la federación y el estado.

En suma y desde la perspectiva michoacana, no resulta conveniente dejar de participar con la federación en la elaboración y mejoramiento de la CNAP, ya que la visión nacional resulta necesaria para el manejo de las aguas interiores del país; pero tampoco conviene esperanzar la solución de los problemas de las comunidades pesqueras a la intervención a distancia de la CONAPESCA desde Mazatlán, Sin.

El primer estado de la república que emprendió la realización de una carta acuícola fue el vecino estado de México —1991-1993—. En este caso, destaca la presencia de un producto cartográfico 1:500,000 ligado a diversas cartas temáticas que en conjunto permiten distinguir diez regiones en territorio mexiquense desde la interacción con clima, suelos y geología, usos del suelo y vegetación, precipitación, fisiografía, altitud y permeabilidad. Además, el análisis de muestras de agua sobre las características limnológicas de los embalses permitió reconocer la calidad del agua para acuicultura y una división en embalses de zonas frías, templadas y cálidas, que destaca aquellos casos en zonas marginadas. La aplicación de índices como clorofila "a", fósforo total, ortofosfato facilitó el establecimiento de siete categorías tróficas desde sitios ultra-oligotróficos hasta hiper-eutróficos. En función de todo lo anterior, deriva una propuesta de especies dominantes y alternativas tanto para embalses temporales como permanentes. Un capítulo por separado sobre las unidades de producción incluye 128 unidades de trucha arco iris, y al final aparece un inventario de cuerpos de agua con un resumen.

Más recientemente, un esfuerzo de corte netamente académico, la tesis de maestría de Sefteli (2002) realizada en la Universidad de Stirling en Escocia — Reino Unido —, dio lugar a un modelo para definir las áreas más propicias para el cultivo de determinadas especies en el territorio michoacano. La autora admite la falta de información real de campo por la limitación de tiempo y el alcance de la tesis centrado en el modelo mismo, más que en la utilidad o posible aplicación de los resultados. Una de las debilidades más evidentes del documento en cuanto a su aplicación radica en la utilización de bases de datos obtenidas a través del Internet. En consecuencia, las clasificaciones del territorio michoacano presentan una incertidumbre significativa que requiere verificación y validación de campo. La pregunta fundamental a resolver: ¿Cuál es la compatibilidad de un *área* dada para un sistema de cultivo deseado?, aborda el contexto general del estado y en contraste con las fichas por embalse del INP, deja

los cuerpos de agua sin nombre y sin datos adicionales de superficie, volumen y características propias del hábitat.

El documento antes citado tampoco indica cómo debería llevarse a cabo una administración de los embalses en el nivel específico de cada lugar o a nivel de cuenca, pues el interés va dirigido hacia la construcción de un modelo predictivo; tampoco contempla las necesidades de los usuarios de la información ni la influencia del mercado en la producción, de tal forma que el objetivo netamente académico de este esfuerzo conlleva a un resultado de limitada aplicación.

Antaramian-Hurutunián y García-López (2004) realizaron un reconocimiento de los cuerpos de agua del estado de Michoacán mayores de 25 ha, a partir de imágenes del satélite Landsat, con la finalidad de cuantificar en forma automatizada cada una de las superficies inundadas. Los resultados arrojan 83 cuerpos de agua en un rango de elevaciones que van desde 2 880 msnm —laguna Llano Grande, municipio de Hidalgo— hasta 40 msnm —presa La Villita, municipio de Lázaro Cárdenas—.

De los antecedentes disponibles, la CNAPy el trabajo de Sefteli (2002) presentan alcances opuestos y sólo el ejemplo de la Carta Acuícola del Estado de México contempla las necesidades propias de los usuarios en las comunidades pesqueras y las unidades de producción, por el contacto y comunicación directos con el gobierno estatal. Por un lado, la CNAP aborda un contexto demasiado específico de fichas donde las relaciones generales de la pesca y la acuicultura a nivel del estado se pierden; y, por otro lado, el trabajo de Sefteli resulta tan general que la respuesta a la pregunta planteada es de antemano conocida a nivel empírico tanto por las instituciones de gobierno en Michoacán, como por los posibles usuarios de la información a nivel de comunidad, es decir, donde es posible cultivar una especie u otra dentro del territorio michoacano.

Así, las necesidades propias del estado en cuanto a la obtención de productos cartográficos demandan un resultado intermedio entre la CNAP del INP y el trabajo de Sefteli (2002), además de una resolución mayor que la considerada por Antaramián-Hurutunián y García-López (2004) en su reconocimiento de cuerpos de agua mediante imágenes Landsat. Por consiguiente, el *Atlas Pesquero y Acuícola de Michoacán* intenta fusionar dos niveles de interés: uno particular, con los nombres de los cuerpos de agua, áreas, especies, prácticas de acuacultura, etc., y una contraparte general de relaciones con la regionalización administrativa, hidrología por cuencas y subcuencas, situación socioeconómica e

influencia del mercado; en forma simultánea a la elaboración de un diagnóstico de la actividad acuícola y pesquera. Deesta manera, el *Atlas* pretende servir de base para el ordenamiento y la planeación regional, una tarea de carácter obligatorio para los gobiernos estatales de acuerdo con la actual *Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables*; así como contribuir con el gobierno federal al enriquecimiento del esfuerzo ya realizado con la CNAP a nivel nacional, al igual que el fortalecimiento de ambas estrategias como referencias básicas para el manejo de los recursos pesqueros y acuícolas de Michoacán hacia un aprovechamiento sustentable.

El esfuerzo aquí realizado reconoce la importancia de las instituciones del estado como elementos activos en la obtención del producto final, al igual que los usuarios de la información en comunidades pesqueras y unidades de producción acuícolas, así como las políticas de desarrollo estatal establecidas en una regionalización decretada. Cabe destacar que el ámbito institucional relacionado con el *Atlas* abarca diversas dependencias de los tres niveles de gobierno: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA); Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Comisión de Pesca del Gobierno del Estado (COMPESCA); y los 113 ayuntamientos de Michoacán. No obstante, el presente documento va dirigido especialmente a los pescadores y acuicultores de la entidad como principales usuarios de la información.

OBJETIVOS

Generales

- Elaborar productos cartográficos que sirvan de base para la planificación de las actividades de pesca y acuicultura en el estado de Michoacán.
- Generar un diagnóstico del estado actual de la pesca y acuicultura en Michoacán a fin de realizar a futuro el ordenamiento de estas actividades productivas con planes regionales.

Particulares

- Realizar un inventario de cuerpos de agua a partir de la identificación de los mismos en 83 cartas digitales 1:50,000.
- Asociar información específica a cada cuerpo de agua identificable a nivel cartográfico como nombre, superficie, volumen, prácticas de acuicultura y el Registro Nacional Pesquero (datos proporcionados por la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA en Michoacán).
- Sobreponer mapas temáticos con el inventario de cuerpos de agua, a fin de identificar las relaciones espaciales con las distintas regiones administrativas, cuencas y subcuencas hidrológicas, división municipal y condiciones socioeconómicas (INEGI, 2000).
- Ubicar mediante GPS las Unidades de Producción Acuícola (UPA) que por su tamaño relativamente pequeño no alcanzan el límite de detección del producto cartográfico 1:50,000 (aportación del Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Michoacán, CESAMICH y la Comisión de Pesca del Gobierno del Estado).
- Desarrollar productos cartográficos para cada una de las diez regiones administrativas de la entidad, que permitan visualizar las características fundamentales del desarrollo acuícola y pesquero en cada área de acuerdo con una regionalización decretada por el gobierno del estado de Michoacán.
- Elaborar una "Carta Pesquera y Acuícola de Michoacán" que, con el conjunto de información temática disponible, muestre los diferentes grados de aprovechamiento acuícola y pesquero, las distintas especies y la influencia de mercado en territorio michoacano.

- Determinar la capacidad de carga de los embalses con base en una especie "ideal" del extensionismo acuícola: Cyprinus carpio (una investigación dirigida desde el Centro Acuícola de Zacapu). Es decir, cuántas crías por unidad de superficie deben ser sembradas en cada embalse para obtener rendimientos productivos óptimos de la actividad y, en el mejor de los casos, económicos.
- Evaluar treinta cuerpos de agua del estado de Michoacán en cuanto a variables físicas y químicas básicas, mediante el análisis de muestras de agua por métodos estándares (contribución del laboratorio de limnología del CRIP-Pátzcuaro). Latoma de muestras fue realizada tanto en condiciones estacionales de sequía y lluvia del 2005, para los casos de estudio en el cuadro 1.

Cuadro 1 Relación de 30 cuerpos de agua en estudio.

Cuerpo de agua	Municipio (s)
Lago de Zirahuén	Salvador Escalante
Lago de Cuitzeo	Cuitzeo, Huandacareo, Álvaro Obregón y Zinapécuaro
Lago de Zacapu	Zacapu
Lago de Camécuaro	Tangancícuaro
Lago "Los Negritos"	Villamar
Lago Cráter 'La Hoya de los Espinos'	Jiménez
Lago Cráter 'La Alberca"	Tacámbaro
Lago Cráter 'La Alberca"	Morelia
Resa "Melchor Ocampo"	Angamacutiro
Presa "San Juanico"	Cotija
Presa "Tarecuato"	Tangamandapio
Presa "Urepetiro"	Tazazata
Presa "Malpaís"	Queréndaro y Zinapécuaro
Presa "Los Oivos"	Tepalcatepec
Presa "Zicuirán"	LaHuara
Presa "Infiernillo"	Arteaga, La Hucana, Churumuco y Múgica
Presa"La Vilita"	Lázaro Cárdenes
Presa "El Pejo"	Huetamo
Presa "Aristeo Mercado"	Jiménez
Presa "Copándaro"	Jiménez
Presa "Cointzio"	Morelia
Presa del Bosque	Zitácuaro
Presa "Pucuato"	Hidalgo
Presa "Sabaneta"	Hidalgo
Presa "Mata de Pinos"	Hidalgo
Presa "El Fresno"	Maravatío
Presa "Chincua"	Senguio
Presa "Santa Teresa"	Contepec

METODOLOGÍA

Las diferentes investigaciones propuestas involucran:

- el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la obtención de productos cartográficos y generación de bases de datos;
- trabajo experimental en estanques del Centro Acuícola de Zacapu y un enfoque empírico complementario en siete microembalses del municipio de Panindícuaro, y
- muestreos de campo y trabajo de laboratorio en el CRIP-Pátzcuaro para el análisis del agua de treinta casos de estudio.

Productos cartográficos

El reconocimiento de cuerpos de agua sobre la capa de aguas superficiales de 83 cartas digitales 1:50,000 mediante la utilización del programa *ArcGis* versión 9.3 permitió la detección de los lagos naturales y toda la infraestructura hídrica existente en el territorio de Michoacán hasta un límite de una hectárea aproximadamente, incluyendo aguas permanentes y temporales, así como los humedales asociados. Posteriormente, el trabajo continuó con la superposición de capas de información de cinco regiones hidrológicas, diez regiones administrativas, 113 entidades municipales y las preferencias de consumo de la población derivadas de los registros de siembra del Centro Acuícola de Zacapu.

Cabe destacar que antes de proceder a la elaboración de mapas aplicaron los siguientes criterios:

- la exclusión del inventario de cuerpos de agua del lago de Chapala, ya que casi la totalidad de la superficie corresponde al estado de Jalisco;
- la inclusión en el inventario del lago de Cuitzeo y las presas de Infiernillo, Los Olivos y El Gallo con la totalidad de su superficie. En el primer caso, la parte que corresponde al estado de Guanajuato es mínima; el resto corresponde a pesquerías administradas por el estado de Michoacán, aunque no formen parte del territorio en su totalidad;
- todas las superficies de inundación asociadas o no a los cuerpos de agua representan cuerpos de agua intermitentes, debido a que normalmente el

- tiempo de permanencia del agua resulta propicio para realizar operaciones de acuicultura, y
- el presente trabajo sólo reconoce cuerpos de agua permanentes o intermitentes, sin considerar otros términos como bordo, presa, abrevadero y jagüey.

Bases de datos

Las existencias hídricas detectadas mediante la cartografía digital conforman un listado con datos asociados —nombre, especies, prácticas de acuicultura, organizaciones pesqueras, equipos de pesca, etc.— y en sobreposición con capas temáticas de hidrología, regionalización administrativa del estado, aspectos socioeconómicos y preferencias de consumo de la población.

Capacidad de carga de los embalses

Véase artículo de Huipe Ramos y Bernal Brooks (2008), en *Hidrobiológica*, vol. 18, núm. 3 (CD anexo).

Verificaciones de campo

La toma de muestras de agua de los treinta embalses previamente citados incluye dos muestreos anuales en las temporadas de secas y lluvias de 2005, con datos obtenidos en campo y laboratorio (v. cuadro 2).

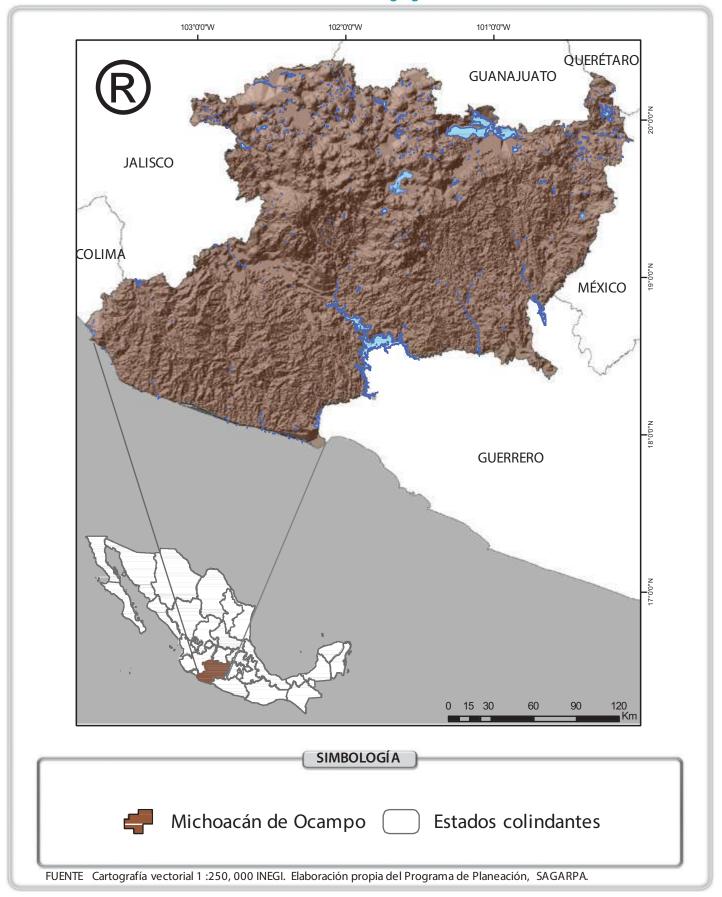
CUADRO 2 Métodos de campo ylaboratorio aplicados amuestras de los treinta cuerpos de aguaen estudio.

Variable	Técnica/Instrumento utilizado
Transparencia*	Disco de Secchi
Temperatura*	Termómetro de mercurio (-10 a 120 ℃)
pH*	Potenciómetro Corning 340
Conductividad*	Conductivímetro Conductronic PC18 con compensador de temperatura.
Alcalinidad (carbonatos ytotal)	Titulación con H ₂ SO ₄ 002 Nutilizando como indicadores fenolitaleína y mixto de verde debromocresol y rojo demetilo
Dureza (calcio y total)	Títulación con EDTA utilizando como indicadores murexida, eriocromo negro T, clorhidrato de hidroxilamina y solución amortiguadora de NH,QNH,QH
Oxígenodisuelto	Técnicade Winklermodificada
Ortofosfatodisuelto	Técnica del ácido ascórbico
Fósforototal	Técnica del ácido ascórbicio previa digestión de materia orgánica con persulfato de potasio
Nitritos	Técnica basada en la Reacción de Gress
Nitratos	Técnica de reducción en columna de cadmio
Amonio	Técnica del azul de indofenol
Pigmentos fotosintéticos	Técnica espectrofotométrica de Strickland y Pasons

FUENTECleserl et al., 1999

^{*} Mediciones de campo (in situ).

MAPA A Ubicación geográfica.



MAPAS TEMÁTICOS

Ubicación geográfica

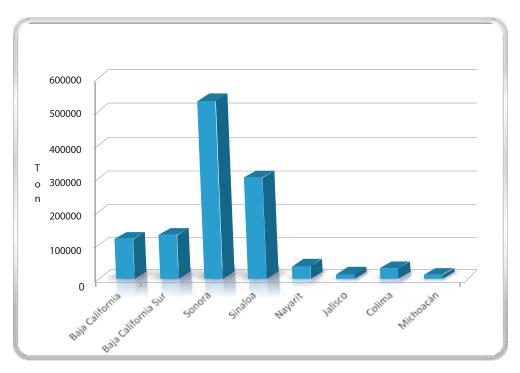
El estado de Michoacán se localiza al centro-occidente de la República Mexicana y colinda con los estados de Colima, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, México y Guerrero (v. mapa A). De acuerdo con el Sistema de Cuentas Nacionales de México, Cuentas de Bienes y Servicios 2003-2006 (INEGI, 2006), Michoacán aporta 2.2% del producto interno bruto nacional; y a nivel estatal el sector agropecuario cuenta con 21.6% de población económicamente activa (comunicado no. 032/07 del INEGI del 22 de febrero del 2007).

La entidad aporta volúmenes considerables de productos agrícolas a la canasta básica nacional, como es el caso del aguacate que ocupa el primer lugar a nivel mundial. Otros productos agrícolas en este rubro son: fresa, guayaba, melón, lenteja y zarzamora, con un primer lugar nacional. La superficie agrícola sembrada (990 263 ha) y cosechada (936 394 ha) compite en eficiencia con otros estados de la República (Sinaloa, Jalisco, Veracruz y Chiapas) en los primeros lugares y alcanza el mayor valor de producción a nivel nacional (21 mil millones de pesos) de acuerdo con el *Anuario Estatal Agropecuario y Forestal de Michoacán 2006* y el documento denominado *Perspectiva estadística Michoacán de Ocampo (2008)*.

Las actividades ganaderas se realizan en 70% del territorio del estado (INEGI, 2000), y particularmente en producción de miel de abeja Michoacán ocupa el primer lugar nacional. La ganadería "no tiene la relevancia de la agricultura en el ámbito nacional, pero mantiene expectativas favorables por las condiciones naturales existentes, que provoca regiones bien diferenciadas para la producción de ganado lechero y de carne, importantes zonas porcícolas y de producción de aves principalmente".

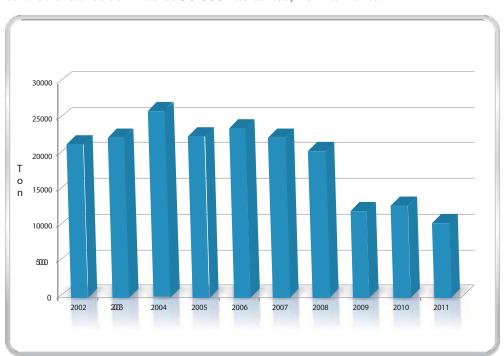
Entre los estados ubicados en el litoral Pacífico, Michoacán se ubica en el octavo lugar en volumen de producción pesquera (v. gráfica 1) con 10 187 ton de peso desembarcado y un valor aproximado de 137 millones de pesos (*Anuario Estadístico*, 2011); 15º a nivel nacional. No obstante, algunos años atrás había alcanzado el primer a nivel nacional de producción de tilapia (v. grafica 2), especialmente por la captura de la especie en la presa de Infiernillo.

En el comercio de pescados y mariscos, Michoacán cuenta con una posición estratégica que permite un fácil acceso a los mercados de Guadalajara,



Gránca 1 Producción del litoral Pacífico, 2011.

León, Querétaro, Toluca y la ciudad de México; así como el puerto Lázaro Cárdenas en conexión con los mercados internacionales. La presencia de las unidades de producción acuícola (UPA) se relaciona estrechamente con zonas de mayor concentración poblacional, al responder a la demanda de alimentos en centros urbanos con más de 50 000 habitantes, normalmente.



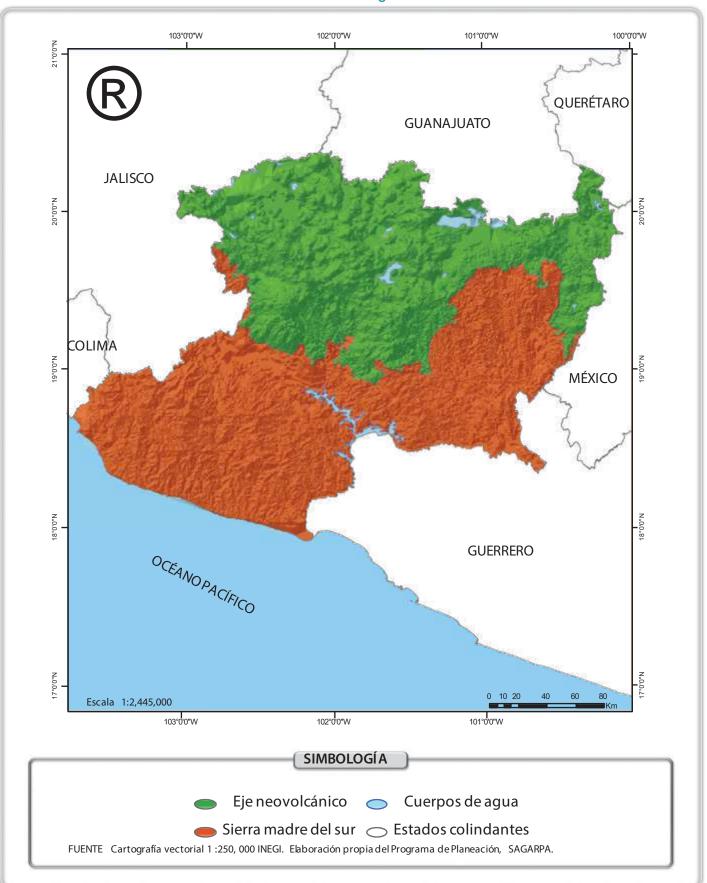
GRÁRICA 2 Producción de tilapia, 2002-2011.

Fisiografía y regionalización administrativa

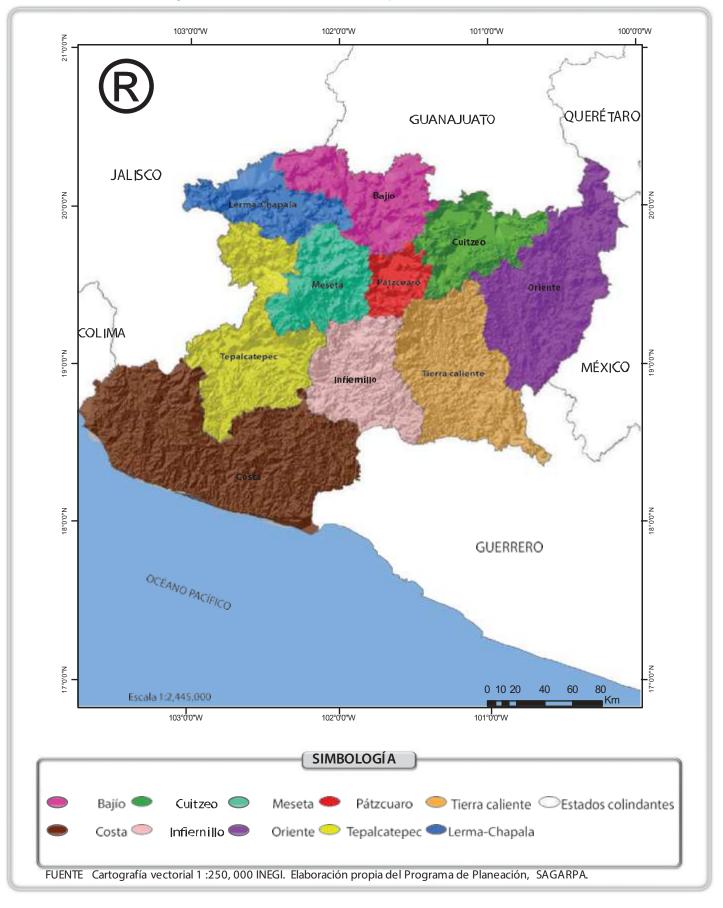
El estado de Michoacán abarca partes de la Sierra Madre del Sur y el Eje Volcánico Transversal, y en forma intercalada subyacen las planicies costeras y las depresiones de los ríos Tepalcatepec, Balsas y Lerma (v. mapa B). Diversos autores han estudiado la fisiografía del estado desde sus particulares campos de estudio:

- Garduño et al. (1999, en Villaseñor, 2005) proponen una división en dominios morfoestructurales de la siguiente forma: dominio de la Sierra Madre del Sur, dominio de la Depresión del Balsas, dominio de Tierra Caliente, dominio del Complejo Volcánico Interior, dominio del Cinturón Volcánico Mexicano y dominio de las Cuencas Lacustres del Altiplano.
- Antaramián y Correa (2003) definen cinco regiones en la entidad con base en la morfología, estructura e historia geológica, hidrografía y suelos (Correa, 1974), y señalan algunas discrepancias entre autores en cuanto a límites y nombres.
- Cabrera *et al.* (2005), por su parte, proponen una regionalización particular desde el punto de vista de los suelos.
- INEGI (2007) contempla únicamente dos aspectos fisiográficos en el estado (ν mapa B) con sus respectivas superficies en porcentaje: Eje Neovolcánico Transversal (45.01%) y Sierra Madre del Sur (54.99%). El primero incluye siete subprovincias: Bajío Guanajuatense (0.16%), Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (0.29%), Chapala (5.37%), Sierras y Bajíos Michoacanos (11.01%), Mil Cumbres (8.87%), Neovolcánica Tarasca (12.97%) y Escarpa Limítrofe del Sur (6.34%); en tanto que el segundo caso presenta cuatro subprovincias, 2a. Cordillera Costera del Sur (26.21%), 2b. Depresión del Balsas (17.23%), 2c. Depresión del Tepalcatepec (4.68%) y 2d.Costas del Sur (6.87%).
- Por su parte, el gobierno del estado de Michoacán cuenta con una regionalización administrativa en diez zonas bajo criterios geográficos, cuencas hidrográficas, vocación e infraestructura de las localidades y los diversos elementos de la identidad cultural de las poblaciones (v. mapa C). De acuerdo con el criterio estatal, las características y condiciones mencionadas se han convertido en referentes modulares de los procesos socioeconómicos y "la nueva regionalización, hay que subrayarlo, tiene como objetivo revertir paulatinamente las desigualdades en las distintas zonas del estado y lograr una distribución, más equitativa, de los beneficios del crecimiento econó-

Mapa B Fisiografía.



MAPA C Regionalización administrativa decretada por el Gobierno del Estado de Michoacán.



mico y del bienestar social, mediante la integración de infraestructuras, agentes sociales y políticos, mercados y políticas públicas". (*Diario Oficial del Gobierno de Michoacán*, 2004)

Las diez regiones administrativas del estado de Michoacán contemplan la división en 113 municipios (v. cuadro 3).

Cuadro 3 Regionalización administrativa de Michoacán.

Región	Municipios
Lerma-Chapala	Briseñas, Chavinda, Ixtán, Jacona, Jiquilpan, Marcos Castellanos, Pajacuarán, Purépero, Cojumatlán de Régules, Sahuayo, Tanga- mandapio, Tangancícuaro, Tezazalca, Venustiano Caranza, Villa- mar, Vista Hermosa y Zamora
Bajío	Angamacutiro, Coeneo, Churintzio, Ecuandureo, Huariqueo, Jiménez, JoséSixto Verduzco, Morelos, Numarán, Penjamillo, La Piedad, Panindícuaro, Puruándiro, Tanhuato, Yurécuaro, Zináparo y Zacapu
Cuitzeo	Acuitzio, Álvaro Obregón, Capándaro, Cuitzeo, Charo, Chucándiro, Huandacareo, Indaparapeo, Morelia, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaroy Zinapécuaro
Oriente	Angangueo, Áporo, Contepec, Epitacio Huerta, Hidalgo, Irimbo, Juárez, Jungapeo, Maravatío, Ocampo, Serguio, Susupuato, Tal- pujahua, Tuxpan, Tuzanta, Tiquicheo de Nicolás Romero, Tzitzio y Zitácuaro
Tepalcatepec	Aguilla, Apatzingán, Buenavista, Cotija, Tepalcatepec, Tingüindín, Tocumbo, Parácuaro, Peribán y Los Reyes
Meseta	Charapan, Charán, Chilchota, Nahuatzen, Nuevo Parangaricutiro, Paracho, Tancítaro, Taretan, Tingambato, Uruapan y Ziracuaretiro
Pátzcuaro	Erongarícuaro, Huiramba, Lagunillas, Pátzcuaro, Quiroga, Salvador Escalantey Tzintzuntzan
Tierra Caliente	Carácuaro, Huetamo, Madero, Nocupétaro, SanLucas, Tacámbaro, Turicato
Costa	Aquila, Arteaga, Cochuayana, Coalcomán de Vázquez Pallares, Chiniculla, Lázaro Cárdenes y Tumbiscatío
Infiernillo	Ario, Churumuco, LaHucana, Gabriel Zamora, Múgica y Nuevo Urecho

La relación entre municipios, regionalización, grados de marginación, población y superficie, se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4 Datos poblacionales de los municipios de Michoacán.

Clave	Muniápio	¹Regionalización	³ Superficiekm ²	² Po blación total	² Grado de marginación
001	Acuitzio	Cuitzeo	179.32	10052	Alto
002	Aguiilla	Tepalcatepec	1440.58	16 159	Alto
003	Álvaro Obregón	Cuitzeo	159.48	18696	Medio
004	Angamacutiro	Bajío	243.73	12333	Medio
005	Angangueo	Oriente	56.33	9990	Medio
006	Apatzingán	Tepalcatepec	1642.10	115 078	Bajo
007	Aporo	Oriente	52.86	2705	Alto
008	Aquila	Costa	2359.86	20898	Muyalto
009	Ario	Infiemillo	698.41	31647	Alto
010	Arteaga	Costa	3444.03	21 173	Alto
011	Biseñas	Lerma- Chapala	64.72	9560	Medio
012	Buenavista	Tepalcatepec	892.55	38036	Medio
013	Carácuaro	Tierra Caliente	995.58	9337	Alto
014	Coehuayana	Costa	389.11	11632	Medio
015	Coalcomán de Vázquez Pallares	Costa	2787.16	18 156	Alto
016	Cœneo	Bajío	394.78	19478	Medio
017	Contepec	Oriente	385.74	30696	Alto
018	Copándaro	Cuitzeo	175.59	8 131	Medio
019	Cotija	Tepalcatepec	506.59	18207	Medio
020	Cuitzeo	Cuitzeo	248.91	26213	Medio
021	Charapan	Meseta	235.12	10867	Alto
022	Charo	Cuitzeo	331.07	19417	Medio
023	Chavinda	Lerma- Chapala	155.23	9616	Medio
024	Cherán	Meseta	223.10	15734	Medio
025	Chilchota	Meseta	304.53	30299	Alto
026	Chinicuila	Costa	968.08	5343	Alto
027	Chucándiro	Cuitzeo	191.13	5516	Alto
028	Churintzio	Bajío	226.56	5520	Medio
029	Churumuco	Infiemillo	1134.82	13801	Muyalto
030	Ecuandureo	Bajío	298.67	12420	Medio
031	Epitacio Huerta	Oriente	421.46	15828	Alto
032	Erongarícuaro	Pátzcuaro	242.67	13080	Medio
033	GabrielZamora	Infiemillo	436.85	19876	Medio

Clave	Municipio	¹Regionalización	³ Superficiekm ²	² Po blación total	² Grado de marginación
034	Hidalgo	Oriente	1155.56	110 311	Medio
035	LaHuecana	Infiemillo	1922.52	31774	Alto
036	Huandacareo	Cuitzeo	95.86	11 053	Medio
037	Huaniqueo	Bajío	204.79	7627	Medio
038	Huetamo	Tierra Caliente	2068.05	41 239	Alto
039	Huiramba	Pátzcuaro	80.75	7369	Alto
040	Indaparapeo	Cuitzeo	175.55	15134	Medio
041	Irimbo	Oriente	126.4	11 416	Medio
042	lxtlán	Lerma-Chapala	121.66	12794	Medio
043	Jacona	Lerma-Chapala	118.8	60029	Bajo
044	Jiménez	Bajío	196.8	12815	Medio
045	Jiquilpan	Lerma-Chapala	249.5	31730	Bajo
046	Juárez	Oriente	140.21	12016	Alto
047	Jungapeo	Oriente	261.58	18571	Alto
048	Lagunillas	Pátzcuaro	81.95	4828	Medio
049	Madero	Tierra Caliente	1022.14	15769	Alto
050	Maravatío	Oriente	697.45	70170	Medio
051	Marcos Castellanos	Lerma-Chapala	235.24	11012	Muybajo
052	Lázaro Cárdenes	Costa	1168.05	162 997	Muybajo
053	Morelia	Cuitzeo	1190.25	684 145	Muybajo
054	Morelos	Bajío	186.77	8525	Medio
055	Múgica	Infiemillo	370.60	40232	Medio
056	Nahuatzen	Meseta	303.91	25055	Alto
057	Nocupétaro	Tierra Caliente	542.91	7649	Muyalto
058	NuevoParangaricutiro	Meseta	216.66	16028	Bajo
059	NuevoUredho	Infiemillo	325.99	7722	Alto
080	Numarán	Bajío	77.64	9388	Medio
061	Ocampo	Oriente	154.36	20689	Alto
062	Pajacuarán	Lerma-Chapala	174.69	18413	Medio
063	Panindícuaro	Bajío	283.96	15781	Medio
064	Parácuaro	Tepalcatepec	499.35	22802	Alto
065	Paracho	Meseta	242.76	31888	Medio
086	Pátzcuaro	Pátzcuaro	431.24	79888	Bajo
067	Penjamillo	Bajío	371.57	16523	Medio
068	Peribán	Tepalcatepec	321.84	20965	Bajo
089	LaPiedad	Bajío	280.08	91 132	Muy bajo
070	Purépero	Lerma-Chapala	191.54	15289	Bajo

Clave	Muniápio	¹Regionalización	³ Sup <i>e</i> rficiekm ²	² Población total	² Grado demarginación
071	Puruándiro	Bajío	706.77	64590	Medio
072	Queréndaro	Cuitzeo	231.47	12474	Medio
073	Quiroga	Pátzcuaro	217.29	23391	Medio
074	Cojumatlán de Régules	Lerma-Chapala	122.12	9451	Medio
075	Los Reyes	Tepalcatepec	486.15	51788	Bajo
076	Sahuayo	Lerma-Chapala	129.78	61965	Bajo
077	Sanlucas	Tierra Caliente	467.60	16953	Alto
078	Santa Ana Maya	Cuitzeo	103.67	11925	Medio
079	Salvador Escalante	Pátzcuaro	497.40	38502	Alto
080	Senguio	Oriente	259.27	15950	Alto
081	Susupuato	Oriente	268.26	7703	Muyalto
082	Tacámbaro	Tierra Caliente	787.19	59920	Medio
083	Tancítaro	Meseta	777.58	26089	Alto
084	Tangamandapio	Lerma-Chapala	311.84	24267	Medio
085	Tangancícuaro	Lerma-Chapala	388.52	30052	Medio
086	Tanhuato	Bajío	230.99	14579	Bajo
087	Taretan	Meseta	185.21	12294	Medio
088	Tarímbaro	Cuitzeo	262.92	51 479	Medio
089	Tepalcatepec	Tepalcatepec	770.73	22152	Medio
090	Tingambato	Meseta	187.41	12630	Medio
091	Tingüindín	Tepalcatepec	176.20	12414	Medio
092	Tiquicheo de Nicolás Ramero	Oriente	1401.03	13665	Alto
023	Tlalpujahua	Oriente	186.46	25373	Alto
094	Tezazaba	Lerma-Chapala	203.62	6776	Medio
025	Tocumbo	Tepalcatepec	507.52	9820	Bajo
096	Tumbiscatío	Costa	2064.58	8363	Alto
097	Turicato	Tierra Caliente	1540.44	31494	Alto
098	Tuxpan	Oriente	239.33	24509	Medio
099	Tuzantla	Oriente	1023.83	15302	Alto
100	Tzintzuntzan	Pátzcuaro	158.74	12259	Medio
101	Tzitzio	Oriente	927.86	9394	Muyalto
102	Uruapan	Meseta	948.05	279 229	Bajo
103	Venustiano Caranza	Lerma-Chapala	230.18	21226	Bajo
104	Villamar	Lerma-Chapala	352.38	15512	Medio
105	VistaHermosa	Lerma-Chapala	145.19	17412	Bajo
106	Yurécuaro	Bajío	173.24	26152	Bajo

Clave	Municipio	¹Regionalización	³ Superficiekm ²	² Po blación total	² Grado de marginación
107	Zacapu	Bajío	461.28	70636	Bajo
108	Zamora	Lerma-Chapala	340.16	170 748	Bajo
109	Zináparo	Bajío	112.39	3221	Medio
110	Zinapécuaro	Cuitzeo	596.09	44 122	Medio
111	Ziracuaretiro	Meseta	159.55	13792	Medio
112	Zitácuaro	Oriente	511.15	136 491	Medio
113	José Sixto Verduzco	Bajío	219.32	23787	Medio
Total			58667.00	3966 073	

FLENTES ¹Decreto de Regionalización para la Planeación y Desarrollo del Estado de Michoacán de Ocampo, Periódico oficial del gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, Morelia, Michoacán, jueves 15 de julio de 2004; actualización por CPLADE, 2009.

Climas

En Michoacán existen tres tipos de clima (A, By C) a su vez subdivididos de la siguiente forma de acuerdo con INEGI (2000a):

- Cálido subhúmedo con lluvias en verano, A(w).
- Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, ACm.
- Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, ACw.
- Templado húmedo con abundantes lluvias en verano, C(m).
- Templado subhúmedo con lluvias en verano, C(w).
- Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano C(E)(m).
- Semiseco muy cálido y cálido, BS₁ (h').
- Seco muy cálido y cálido, BS(h').

(Fuente: CGSNEGI, Carta de climas, 1:1 000 000)

Vegetación

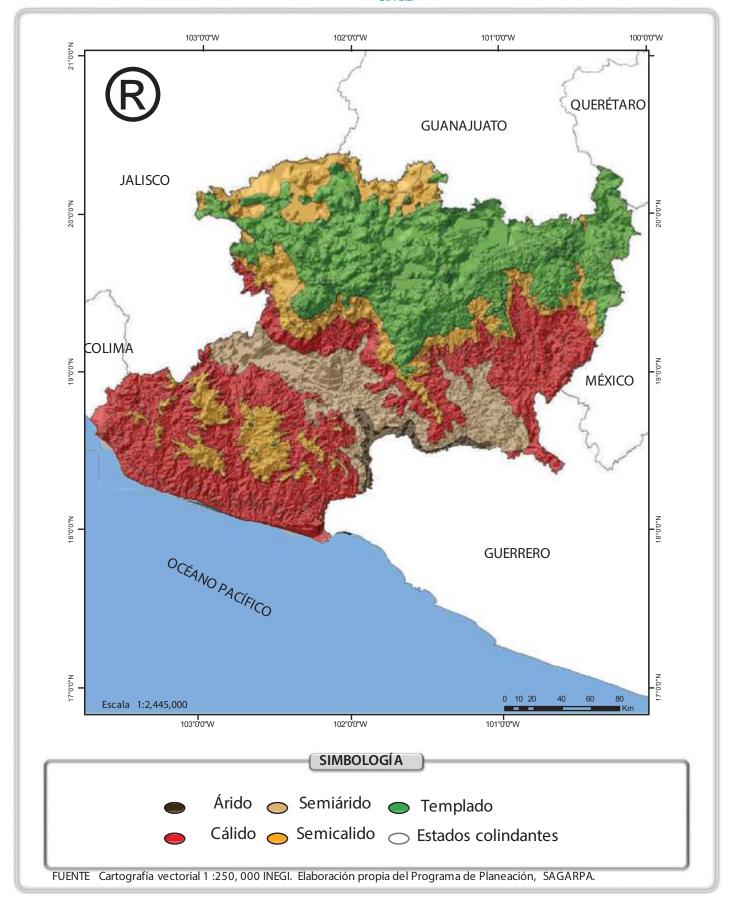
La entidad cuenta con seis tipos diferentes de vegetación:

- Agricultura (27.99%): maíz, trigo, avena, garbanzo.
- Pastizal (1.80%): zacate tres barbas, navajita, zacate amarillo.
- Bosque (28.68%): encino quebracho, encino, ocote trompillo, pino.

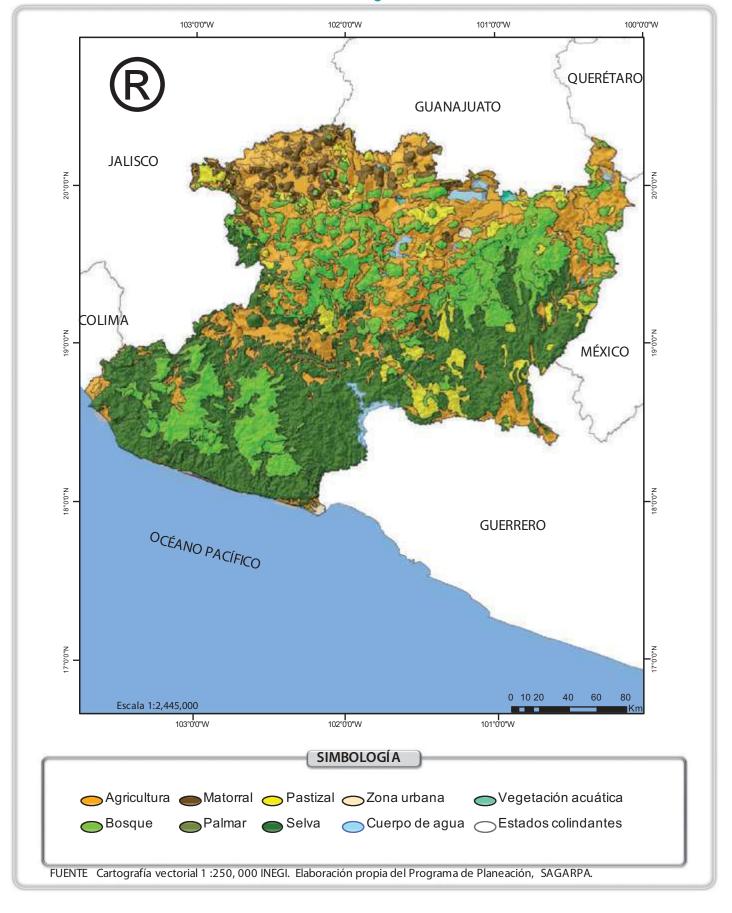
² Estimaciones del Compo con base en el II Conteo de Población y Vivienda 2005 y Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2005 (IV Trimestre).

³ Ley Orgánica Municipal del Estado de Michoacán de Ocampo, diciembre 2001 (INEGI, 2000).

MAPAD Climas.



Mapa E Vegetación.



- Selva (34.79%): copal, tepeguaje, brasil, pochote.
- Matorral (5.08%): cazahuate, chupandia, nopal cholla.
- Otro (1.66%).

Fuente: INEGI, Carta de uso del suelo y vegetación, 1:250 000 CGSNEGI, Carta de uso del suelo y vegetación, 1:1 000 000

Hidrología

Michoacán incluye extensiones de cinco regiones hidrológicas (v. mapa F) de acuerdo con la clasificación administrativa establecida para el país (INEGI 2007):

Lerma-Chapala-Santiago (región 12: 14818.25 km²)

Subregiones:

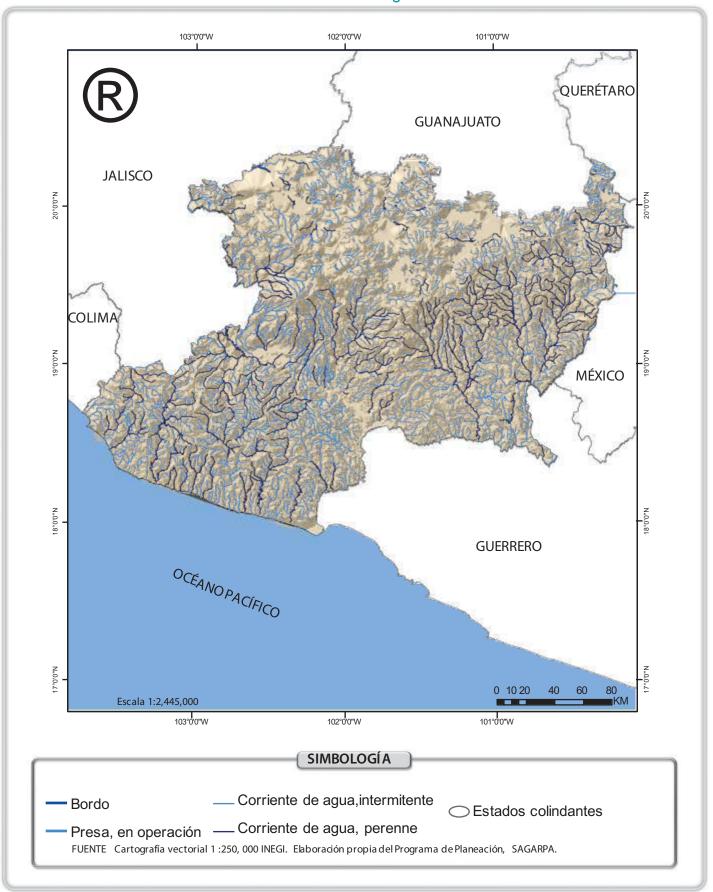
- Río Lerma-Toluca: subcuencas Atlacomulco-Paso de Ovejas, presa Solís, arroyo Tarandacuao, arroyo Cavichi, río Tlalpujahua, río Jaltepec y río Tigre.
- Lerma-Salamanca: subcuencas presa Solís-Salamanca y Salamanca-río Angulo.
- Lerma-Chapala.
- Lago de Chapala.
- Lagos de Pátzcuaro-Cuitzeo y Laguna de Yuriria.

Balsas (región 18: 34293 km²)

Subregiones:

- Río Zirándaro-río Balsas: subcuencas del río Balsas-Zirándaro y río Huautla.
- Río Balsas-Infiernillo: subcuencas de los ríos Aratichanguío, La Garita y río Balsas-La Villita, presa de Infiernillo.
- Río Tacámbaro: subcuencas de los ríos Carácuaro, Tacámbaro y Quenchendío.
- Río Cutzamala: subcuencas de los ríos Zitácuaro, Tuxpa, Tuzantla, Purungueo y Tilostoc, así como del propio Cutzamala.

Mapa F Hidrología.



- Río Tepalcatepec-Infiernillo: subcuencas de los ríos Tepalcatepec, San Pedro, Cupatitzio, El Marqués, La Parota, Paracho-Nahuatzen, presa El Zapote, lago de Zirahuén, y arroyo Las Cruces.
- Río Tepalcatepec: subcuencas de los ríos bajo Tepalcatepec Apatzingán,
 Quitupán, arroyo Tepalcatepec.

Armería Coahuayana (región 16:1 495 km²)

- Río Coahuayana: subcuencas del río Agua Fría y el propio Coahuayana.

Costa de Michoacán (región 17: 8078 km²)

Subregiones:

- Río Coalcomán: subcuencas de los ríos Ostula, Maquilí, Majahua y el propio Coalcomán o Cachá.
- Nexpa: subcuencas de los ríos Acalpican, Popoyutla, Chuta, Mexcalhuacán y el propio Nexpa.

De la división hidrológica administrativa del país, la región 26 ocupa un porcentaje muy pequeño en territorio michoacano.

INVENTARIO DE CUERPOS DE AGUA DEL ESTADO DE MICHOACÁN



Las cartas 1:50,000 del INEGI incluyen 1 746 áreas inundadas en el territorio de Michoacán (v. mapa G), con los rangos de superficie desglosados en el cuadro 5.

CUADRO 5 Rangos de superficie de los cuerpos de aguade Michoacán.

Rango de superficie	Número de cuerpos de agua
<1ha	721
1-10 ha	<i>7</i> 84
10 - 50 ha	159
50 - 100 ha	28
>100ha	54
Total	1 746

Del total de casos registrados, 1 182 corresponden a intermitentes y 564 permanentes; de ellos 606 y 115 son menores de una hectárea respectivamente. Las regiones hidrológicas contienen cuerpos de agua en los siguientes porcentajes: RH12 (69.30%), RH16 (1.26%), RH17 (5.56%), RH18 (23.83%), RH26 (0.06%). Los nombres y superficie de 109 cuerpos de agua identificados en la cartografía se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6 Relación de 109 cuerpos de aguade mayortamaño en Michoacán.

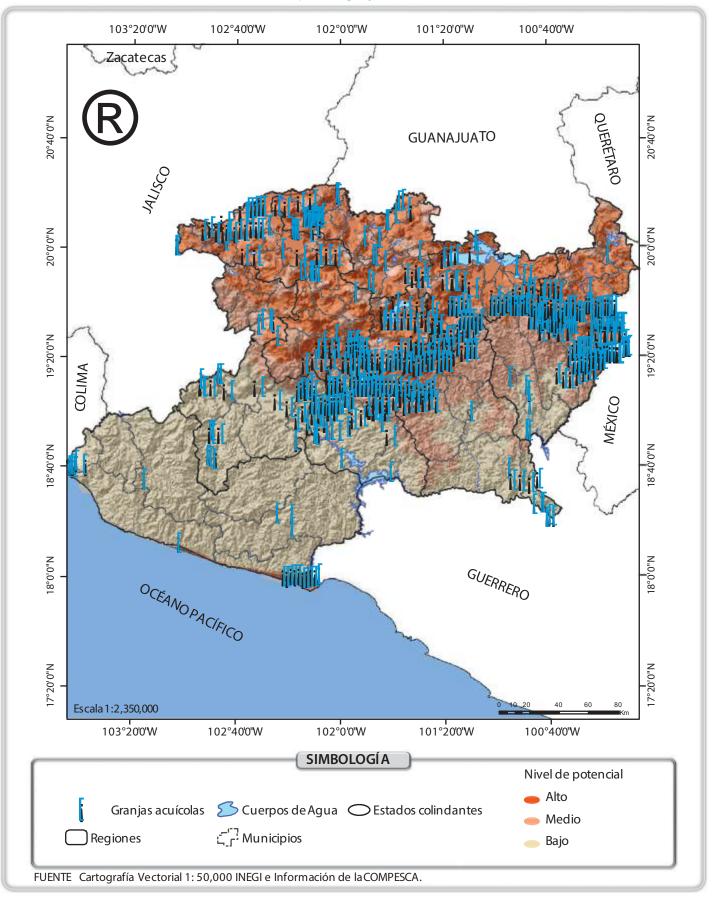
Cuerpo de agua	Superficie (ha)
Presa Caurio	6
Presa Agua tibia	6
Presa La Mintzita	6
Presa San Ramón	6
Presa La Haciendita	7
Presa La Oruz	7
Presa Santa Bárbara	7
Presa La Lagunita 3	7
Presa El Carrizal	8
Presa El Huizachal	8
Hoya La Alberca Tacámbaro	8

Cuerpo de agua	Superficie (ha)
Presa La Curinda	8
Hoya La Alberca Los Espiros	8
Presa El Salitre	9
Presa ElBañito	9
LagunaZinciro	10
Presa El Carrizalillo	10
Presa Mazuela	11
Presa de Guadalupe	11
Presa Lázaro Cárdenas	11
Presa Soto	11
Presa Bordo Chiquito	12
PresaLos Uouares	13
Presa La Manga	14
Presa Bordo Ouates 2	14
Laguna Sahas del Padre	14
Presa La Lagunita 1	16
Hoya La alberca de Teremendo	16
Presa El Gato	16
Presa Los Carrizos 2	17
Presa Cupatitzio	18
Presa Las Adjuntas	18
Presa BenitoJuárez	19
Presa Laguna Verde2	19
Presa La Lagunita 4	20
Presa Loma Caliente	20
Presa El Padre	22
Presa El Chamuco	23
Presa El Cansargue	24
LagunaZacapu	24
Presa Torre Banca	27
Presa El Cerrito	27
PresaUno	28
Presa ETecolote	30
Presa La Raya	30
Laguna Varde	30
Presa Laguna Larga	31
Presa Cerrito Colorado	31
PresaTarecuato	31
Presa Los Sauces	32
Presa La Cofradía	33
Presa Llano Grande	34
PresaLos Fresnos	35
Presa Los Carrizos	36

Сиегро де адиа	Superficie (ha)
Lago Los Negritos	37
Presa Caballerías	38
Presa Laguna Verde	39
Presa Las Zarquillas	44
PresaZirahuato	45
Presa 🛮 Tablón	45
Presa Dos	47
Lago Santa Cara	47
Presa Abadiano	49
Presa Copándaro	50
Presa General Epitacio Huerta	51
Presa Los Carrizos 3	60
Presa LosMoreno	62
Presa San Rafael (El Camalillo)	66
Presa Las Puentes	70
Presa ∃ Pejo	73
Lago de San Gregorio (La Lagunita)	77
Presa La Noria	83
PresaSabaneta	85
Presa Umécuaro	86
Presa Las Atazanas	89
PresaTunguitiro	90
Presa Ignacio López Rayón (presa Yerbabuena)	101
Pesa La Purísima	110
Presa Changuitiro	112
Presa BCueramal	134
Presa Tucuitaco	135
Presa Santa Teresa	149
PresaJaripo	150
Presa Los Olivos	167
Presa Pucuato	196
PresaChincua	204
Presa Del Arco	207
Presa Mata de Pinos	230
Presa Urepetiro	242
Presa El Fresno	253
Presa Zicuiran	339
Presa Gonzalo	395 435
Presa Cointzio	438
Presa Tres Mezquites (Los Ángeles)	
Presa Ururuta	447 599
Presa LasTrojes Presa Aristeo Mercado Wilson	609
TIESA ALISIEU IVIEI CAUU VVIISOTI	as a second

Cuerpo de agua	Superficie (ha)
Malpaís	814
Presa del Bosque	821
Presa Nueva (Guaracha)	834
Lago de Zirahuén	929
Presa San Juanico	1176
Presa Melchor Ocampo	1272
Presa La Vilita	1740
Presa El Gallo	2891
PresaTepuxtepec	3327
Lago de Pátzouaro	9054
Lago de Cuitzeo	30799
Presa Infiernillo	32939

Mapa G Inventario de cuerpos de agua y Unidades de Producción Acuícola.



UNIDADES DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

La COMPESCA cuenta con el registro de 562 Unidades de Producción Acuíco-la (UPA) que llevan a cabo producciones intensivas de trucha (225) y tilapia (309), fundamentalmente, por la rentabilidad en las operaciones de cultivo (v. mapa G). Cabe destacar que el caso de la tilapia cultivada cuenta con un nicho de mercado distinto al producto del Infiernillo, por los cuidados necesarios para lograr un producto de alta calidad del orden del medio kilo por ejemplar. La COMPESCA reporta producciones en monocultivo o mixtas con dos o varias especies.



Del total de municipios en Michoacán, 96 de 113 cuentan con desarrollos acuícolas. En el nivel individual de producción destacan las siguientes UPA como ejemplos de producción a nivel estatal: La Alberca en Toreo el Alto (Uruapan) y su contraparte de Zirimícuaro —en Ziracuaretiro—, dedicada a la producción de trucha arco iris; Ixtlán de los Hervores—en Ixtlán—, que incluye la producción de bagre de canal como producto principal, y El Bonete —en La Huacana—.

El mayor número de UPA corresponde a la región oriente, al igual que la producción intensiva más elevada (330.8 ton). El municipio de Hidalgo (70) reporta una producción combinada de las cuatro especies principales de acuicultura; y los vecinos municipios de Zitácuaro (35) y Ocampo (23) centran sus operaciones principalmente en la producción de trucha arco iris.

El municipio de Lázaro Cárdenas cuenta con 23 UPA dedicadas al cultivo de tilapia y bagre, con una producción (295 ton) comparable con el municipio de Hidalgo.

En una posición cercana al nivel intermedio, el municipio de Morelia incluye 31 UPAde cultivo de trucha arco iris, fundamentalmente, y, enforma secundaria, de tilapia. En un nivel medio bajo, aparecen los municipios de Ario Rosales (20) y Nuevo Urecho (19) como productores de tilapia que van ganando nuevas posiciones en este contexto. Para mayor información sobre la operación de granjas específicas, consulte a la COMPESCA o el catálogo de fichas del CESAMICH en la página de internet www.cesamich.org



Tilapia o mojarra. Bernal

Carpa común. Bernal



INFLUENCIA DELMERCADO ENLA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

La población michoacana muestra preferencias de consumo sobre las distintas variedades de pescado, de tal forma que el cultivo de una determinada especie responde, en primera instancia, a la demanda del mercado regional. Es decir, sería inútil cultivar carpa en la región Tierra Caliente o Sierra-Costa, pues en estos lugares el consumo se orienta a otro tipo de productos pesqueros. De esta forma, el "Inventario de Cuerpos de Agua y Unidades de Producción 2003" (v. mapa G, base de datos en CD anexo) refleja, además las posibilidades ambientales de llevar a cabo el cultivo de una especie en un sitio determinado, el gusto de la población por las especies sembradas.



La carpa (*Cyprinus carpio*) figura en la preferencia de los municipios de la cuenca del río Lerma, como una especie apropiada para el cultivo extensivo y semintensivo en los numerosos bordos intermitentes de la zona. No así en los cuerpos de agua permanentes, donde resulta difícil planear el cultivo en situaciones de competencia con especies previamente establecidas.

La tilapia (*Oreochromis spp.*) cuenta con una preferencia generalizada en el territorio de Michoacán y resulta una opción conveniente para la producción extensiva en sistemas acuáticos mayores de 100 ha, pues en estanques de menores dimensiones la reproducción abundante se asocia a problemas de sobrepoblación y tallas pequeñas difíciles de controlar. En particular, la oferta excesiva de producto procedente de la presa del Infiernillo, abate el precio en el mercado a tal grado que la acuicultura de esta especie no resulta rentable en regiones aledañas, a menos que exista un nicho de mercado distinto —organismos de 500 g producidos en Nuevo Urecho y Lázaro Cárdenas—. Por otra parte, las pesquerías de tilapia establecidas en sitios como Zicuirán —en LaHuacana—, El Pejo —en Huetamo—, y Los Olivos —en Tepalcatepec— han mostrado reiteradamente un desarrollo histórico de producción creciente seguido por una caída en el rendimiento de la especie, con una tendencia hacia las tallas pequeñas y la sobrepoblación.

En contraste, los centros acuícolas de Huingo-Araró e Infiernillo producen crías de tilapia genéticamente mejorada que facilitan el manejo de la producción en UPA. Las variedades disponibles son: *O. niloticus* (gris), *O. niloticus* (Stirling), *O. niloticus* (rocky mountain), *O. niloticus* (roja) y *O. aureus* (gris).

El bagre (*Ictalurus punctatus*) dispone de un mercado restringido en los municipios de la región Lerma-Chapala, y la oferta responde tanto a la preferencia de consumo de la población en esta zona, como a la demanda en el mercado de Guadalajara. Asimismo, la producción de bagre en Lázaro Cárdenas incide sobre este mismo mercado a pesar de los gastos que implica trasladar el producto de sur a norte del estado, y aún más, Tamaulipas contribuye a cubrir la demanda del producto en la zona.

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) puede ser cultivada por arriba de los 1 500 msnm, en asociación a zonas de bosque de pino y encino. La influencia del estado de México, como primer productor de trucha a nivel nacional, trasciende la frontera con Michoacán por la región oriente, donde existe el mayor número de UPA dedicadas al cultivo de esta especie. No obstante, las operaciones de mayor rentabilidad corresponden a la granja La Alberca ubicada en Toreo El Alto, en Uruapan, y su contraparte en Zirimícuaro, en Ziracuaretiro,

como ya se comentó anteriormente; unidades enfocadas a satisfacer la demanda de producto en Morelia.

El pescado blanco (*Menidia estor*) y la acúmara (*Algansea lacustris*) son especies nativas consumidas por los grupos indígenas de la región del lago de Pátzcuaro. En particular, la primera especie presenta atributos gastronómicos que atraen al turismo nacional e internacional hacia la zona lacustre. Aun cuando existan condiciones en el área para el cultivo de trucha arco iris,

resulta más económico para los restaurantes comprar el producto fuera de la región y revenderlo en el sitio.

La carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) resulta de utilidad en el control de la maleza acuática, tanto en estanques como en presas con vegetación acuática abundante como Pucuato.

La presencia relativamente reciente del pez diablo (*Hypostomus plecostomus*) en Infiernillo significa una alternativa nu eva a explorar con resultados positivos a nivel de las muestras gastronómicas.

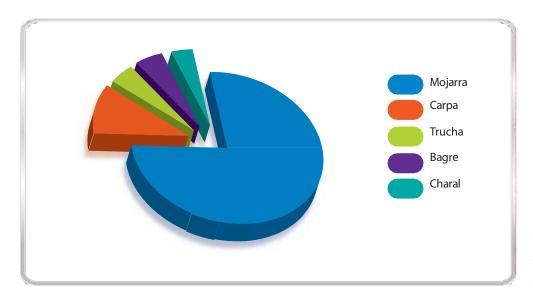
Las especies marinas como huachinango (*Lutjanus peru*), flamenco (*Lutjanus guttatus*), robalo (*Centropomus robalito*) y sierra (*Scomberomorus sierra*) son más conocidas y consumidas en la zona costera, de tal forma que comparativamente con otras regiones, aquí es menor la preferencia por las especies de agua dulce.

LA PESCA EN AGUAS CONTINENTALES Y MARINAS

Michoacán cuenta con especies de aguas marinas y aguas continentales, como se muestra en las gráficas 3 y 4. El Padrón de Pescadores registra 81 sociedades cooperativas y 134 uniones de pescadores, entre otras formas de asociación con menor número de afiliados (v. mayores detalles en cada una de las regiones). A las 8 881 personas registradas en algún tipo de organización, habría que agregar una cantidad de pescadores libres y aquellos menores de edad que trabajan en este sector sin un reconocimiento oficial. De la población económicamente activa en Michoacán—1 640 000 empleos, de acuerdo con el comunicado 032/07 del INEGI—, sólo el 0.5% participa en este sector productivo.



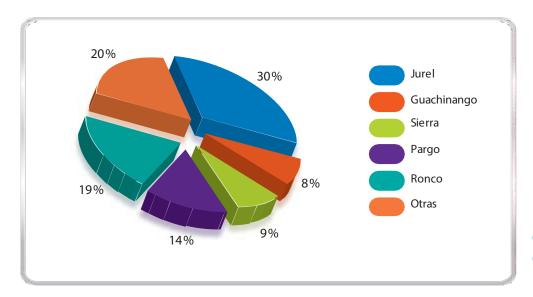
La entidad, sin embargo, es una de las principales productoras a nivel nacional de especies de consumo popular como tilapia y carpa (v. gráfica 5); el mayor volumen de producción corresponde a la presa del Infiernillo. Desafortunadamente, el consumo *per cápita* de productos acuícolas y pesqueros al año fluctúa alrededor de 3 kg, en tanto las 10 187 ton de productos pesqueros producidos —peso vivo— benefician más bien el consumo humano directo en otras entidades de la República como el Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey. En consecuencia, es posible en Michoacán promover la alimentación en el medio rural con este tipo de productos, dado que aún existe desconocimiento sobre las bondades nutricionales y de salud, así como de las formas de aprove-



GRÁRICA 3 Producción de especies de agua dul- ce en Michoacán, 2011.



Huachinango. Vázquez



GRÁFICA 4 Captura de especies marinas en Michoacán, 2011.

char estos recursos alimentarios y, sobre todo, obtener beneficio a través de la acuicultura con la infraestructura hídrica ya existente para fines agropecuarios sin necesidad de generar mayores inversiones. La relación del factor socioeconómico-alimentación, exige la obligatoriedad para cualquier sociedad o país de garantizar a su población el recurso alimentario de forma tal que sea capaz de cumplir con los requisitos nutricionales mínimos necesarios; sin embargo, en la realidad esta tarea es escasa, difícil o nula para ciertos países. Como principal tarea para poder cumplir con lo antes indicado, debe estimularse la actividad agropecuaria-pesquera y luego lograr un adecuado uso de la misma y sus derivados; debe poseerse una infraestructura mínima que cumpla con lo siguiente: comercialización, transporte, industrialización y educación al consumo de acuerdo a la realidad e idiosincrasia de cada país" (Flores Gil, 1987). Además, la posibilidad de contar con fuentes de empleo en zonas de alta y muy alta marginación favorece el arraigo de las personas en su lugar de origen, y esto a su vez contribuye a evitar la migración hacia las ciudades y aumentar los cinturones de pobreza que persisten en los alrededores de los núcleos urbanos.

MAPAS REGIONALES

Marco de referencia

Especies representativas: bagre, carpa, tilapia y trucha arco iris, especies nativas

Modalidad de producción:

- captura de especies por organizaciones pesqueras (1),
- producción intensiva en UPA (2), y
- repoblación de especies para fines de autoconsumo en comunidades rurales (3).

Marginación:

- baja (1)
- media (2)
- alta (3)
- muy alta (4) (INEGI, 2000a y b)

Metadatos:

Mapa base: Carta topográfica digital escala 1:50,000; INEGI, 2005.

Carta topográfica escala 1:250,000

Marco Geoestadístico Municipal 2005.

Mapas temáticos: Cartas temáticas escala 1:250,000. INEGI. 2005

Información de Referencia Espacial:

Proyección: Cónica Conforme de Lambert

Paralelo Estándar 1:17.500000

Paralelo Estándar 2: 29.500000

Longitud del Meridiano Central: -102.000000

Latitud de Origen: 12.000000

Falso Este: 2500000.000000

Falso Norte: 0.000000 Unidades de Distancia: metros

Modelo Geodésico:

Datum Horizontal: ITRF 1992

Elipsoide: Geodetic Reference System 80

Región Lerma-Chapala

Esta región comprende los municipios de Briseñas, Chavinda, Ixtlán, Jacona, Jiquilpan, Marcos Castellanos, Pajacuarán, Purépero, Cojumatlán de Régules, Sahuayo, Tangamandapio, Tangancícuaro, Tlazazalca, Venustiano Carranza, Villamar, Vista Hermosa y Zamora.

Especies representativas: especies nativas, bagre

Modalidad de producción: 1, 2





Michoacán colinda en esta región con el lago de Chapala, el lago natural de mayor superficie en el país. En este lugar predomina la pesca de charal (*Menidia sp.*) efectuada por pescadores michoacanos. Otros cuerpos de agua mayores son las presas de Guaracha (834 ha) y Jaripo (150 ha) en Villamar.

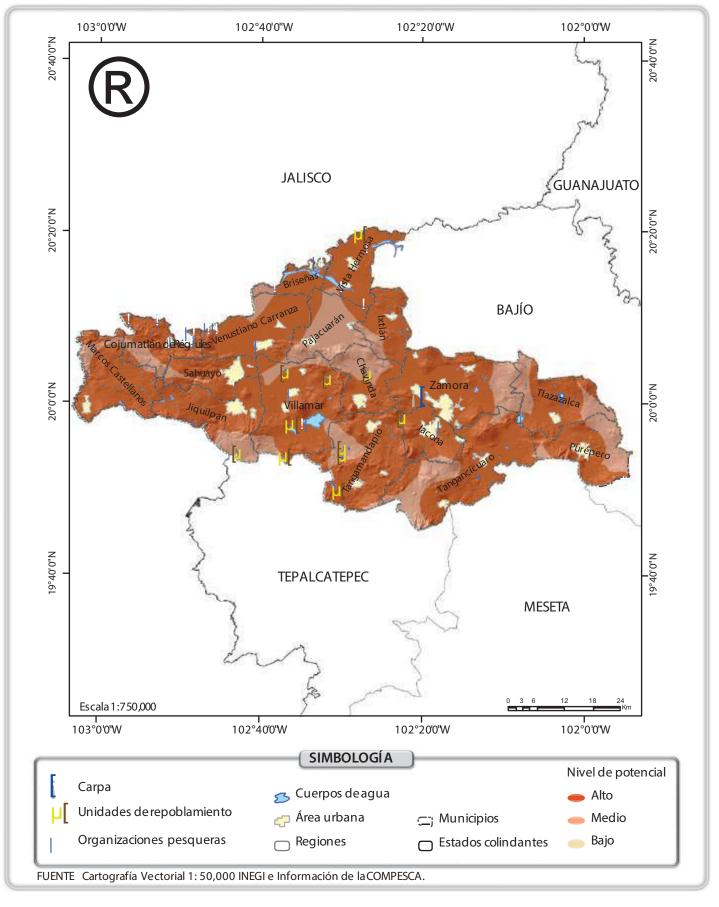
Las organizaciones pesqueras regionales que componen esta región (número de integrantes entre paréntesis), se enlistan a continuación:

- Grupo Solidario "La Palma" R.S. (50)
- Sociedad de Solidaridad Social "Río y Lago" (38)
- Sociedad de Solidaridad Social "Pedro Caro" (5)



Lago de Camécuaro, Tangancícuaro. Bernal

Mapa 1.1 Región Lerma-Chapala: Carpa.



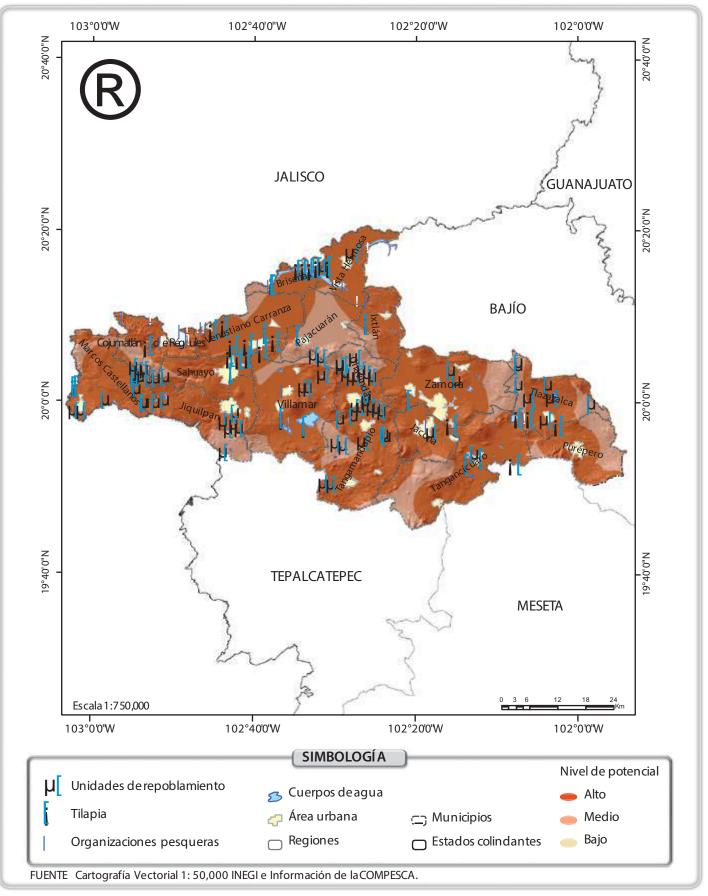
- Unión de Pescadores "El Capulín" (42)
- Unión de Pescadores "Salvador Camareno Tapia" (11)
- Unión de Pescadores "Benito Juárez" (21)
- Unión de Pescadores 'El Alvareño' (44)
- Unión de Pescadores "El Voladero" (75)
- Unión de Pescadores 'Isla de Petatán' (49)
- Unión de Pescadores "La Marina" (35)
- Unión de Pescadores "Marineros de Petatán" (56)
- Unión de Pescadores 'Palo Alto' (34)
- Unión de Pescadores "San Pedro" (18)
- Unión de Pescadores "Altamar" (83)
- Unión de Pescadores "San Isidro Pescador" (21)
- Unión de Pescadores "Villamar 87" (14)
- Unión de Pescadores "Cojumatlán" (20)
- Unión de Pescadores "18 de Marzo" (?)
- Unión de Pescadores "Flor del Agua" (71)
- Unión de Pescadores "Ibarra" (21)
- Unión de Pescadores "LaAngostura" (5)
- Unión de Pescadores "Urepetiro" (19)
 Total: 732 pescadores organizados

Las unidades de producción de bagre aparecen asociadas a la agricultura y los municipios con más UPAson Sahuayo, Briseñas, Venustiano Carranza y Vista Hermosa; aunque cabe aclarar que la granja de mayor superficie se ubica en Ixtlán —36 ha— (v. catálogo de fichas del CESAMICH y base de datos de la COMPESCA para mayor información sobre cada UPA presente en el área).

Bagre de canal (Ictalurus punctatus). HUPE



Mapa 1.2 Región Lerma-Chapala: Tilapia.



Marginación: 2



La densidad poblacional más alta corresponde a los municipios de Zamora (489 habitantes/km²), Jacona (468 habitantes/km²) y Sahuayo (475.5 habitantes/ km²); mientras la más baja a los municipios ubicados en los extremos de la región, Marcos Castellanos (47.8 habitantes/km²) y Tlazazalca (43.7 habitantes/ km²). Existe una buena comunicación terreste y localidades que sobrepasan los 10000 habitantes como Zamora (123000); Sahuayo (58000), Jacona (48000), Jiquilpan (27000), Tangancícuaro (15000), Purépero (14000) y Venustiano Carranza (11000).



La migración asciende a más del 20% de las familias en municipios como Tlazazalca, Marcos Castellanos y Pajacuarán. Este último municipio cuenta con la mayor cantidad de remesas en la región (35.8% de las familias), seguido por Venustiano Carranza (30.2%) e Ixtlán (27.9%). En la región no hay municipios de marginación 3 y 4; pero sí localidades con estas características en los municipios de Villamar (28) y Zamora (23).



Los sectores económicos de comercio, servicios e industria predominan en cuanto a población económicamente activa en los municipios de Zamora, Sahuayo, Jiquilpan y Purépero; mientras el sector rural se encuentra mejor representado en Tlazazalca, Tangancícuaro, Villamar, Chavinda, Ixtlán, Pajacuarán, Vista Hermosa, Briseñas, Venustiano Carranza y Cojumatlán. Las actividades agropecuarias absorben la mayor cantidad de la población económicamente activa con cerca de 45 000 personas.

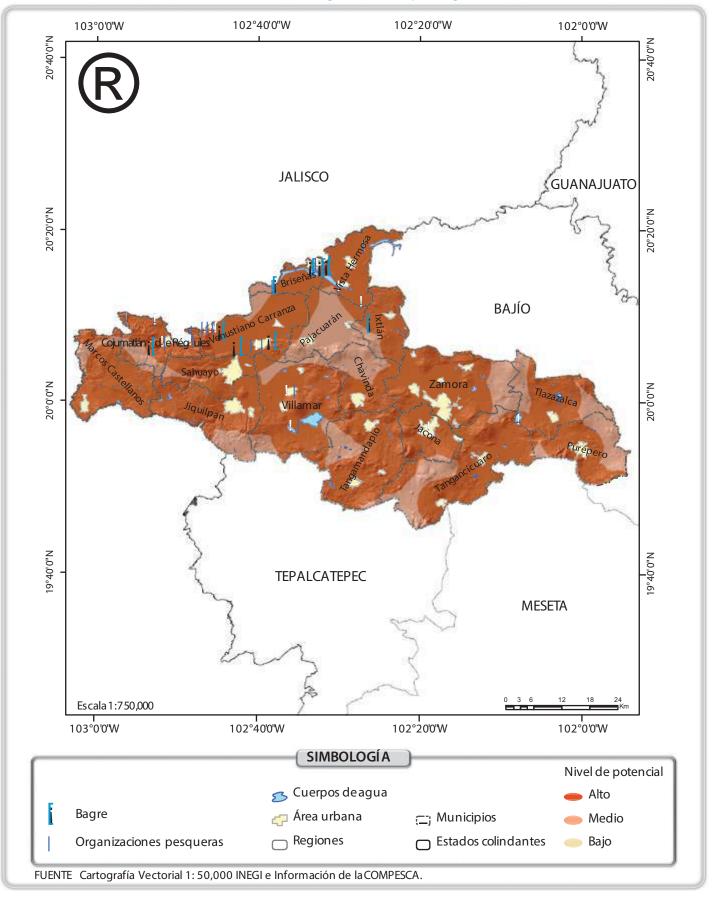
Información adicional



En la región predomina el uso del suelo para agricultura de riego. No obstante, el municipio de Marcos Castellanos contiene una vasta zona de pastizales, así como la infraestructura hídrica más importante en cuanto a bordos intermitentes (50), comparable con los municipios de Contepec y Epitafio Huerta en la región Oriente; seguido por Tangamandapio (36), Jiquilpan (32), Tazazalca (23), Chavinda (23), Villamar (16) e Ixtlán (15). Las condiciones de marginación 1 del municipio de Marcos Castellanos coincide con desarrollos acuícolas incipientes.

La presa Urepetiro (240 ha) en Tangancícuaro-Tlazazalca destaca en el impacto ecológico de las actividades agropecuarias circundantes que se pone de manifiesto con la proliferación masiva de lirio acuático. Por otra parte, el lago

Mapa 1.3 Región Lerma-Chapala: Bagre.



de Camécuaro (5.7 ha) en el municipio de Tangancícuaro, representa un atractivo turístico ejemplar del estado de Michoacán, así como el lago Los Negritos en el municipio de Villamar, donde además el Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro ha realizado pruebas exitosas de cultivo de bagre a nivel experimental (Mares *et al.* 2001).

Fresas de Jacona. Vázquez



Región Bajío

Los municipios que forman esta región son Angamacutiro, Coeneo, Churintzio, Ecuandureo, Huaniqueo, Jiménez, José Sixto Verduzco, Morelos, Numarán, Penjamillo, La Piedad, Panindícuaro, Puruándiro, Tanhuato, Yurécuaro, Zináparo y Zacapu.

Especies representativas: tilapia y carpa

Modalidad de producción: 1, 2, 3

La presa Melchor Ocampo (1 274 ha) en el municipio de Angamacutiro, destaca con los siguientes grupos de pescadores (número de integrantes entre paréntesis):



- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores de Angamacutiro" (180)
- Unión de Pescadores "José María Morelos" (98)
- Unión de Pescadores "Melchor Ocampo" (95)

Las organizaciones mencionadas anteriormente se dedican a la captura de tilapia, principalmente. Otros cuerpos de agua de dimensiones mayores son los



Centro acuícola de Zacapu. Bernal







siguientes: presa Ururuta (447.5 ha) en Puruándiro; presa Changuitiro (112 ha) en Churintzio; y presa Ticuitaco (136 ha) en La Piedad-Numarán; Aristeo Mercado Wilson (610 ha) en Jiménez; presa Gonzalo (195 ha) en Tanhuato; y las presas del Arco (207 ha) y Tres Mezquites (439 ha) en Sixto Verduzco. Tres organizaciones pesqueras más complementan el padrón de pescadores en el área (número de integrantes entre paréntesis):

- Unión de pescadores "Vallarta" (28)
- Unión de pescadores "Yurécuaro" (?)
- Unión de pescadores "Zacapu" (10) Total: 507 pescadores registrados

Sin duda, el cultivo de la carpa presenta condiciones apropiadas en toda la región con la ventaja de la proximidad al Centro Acuícola de Zacapu para el abastecimiento de crías de la especie (v. catálogo de fichas del CESAMICH y base de datos de la Compesca para mayor información sobre cada UPApresente en el área).

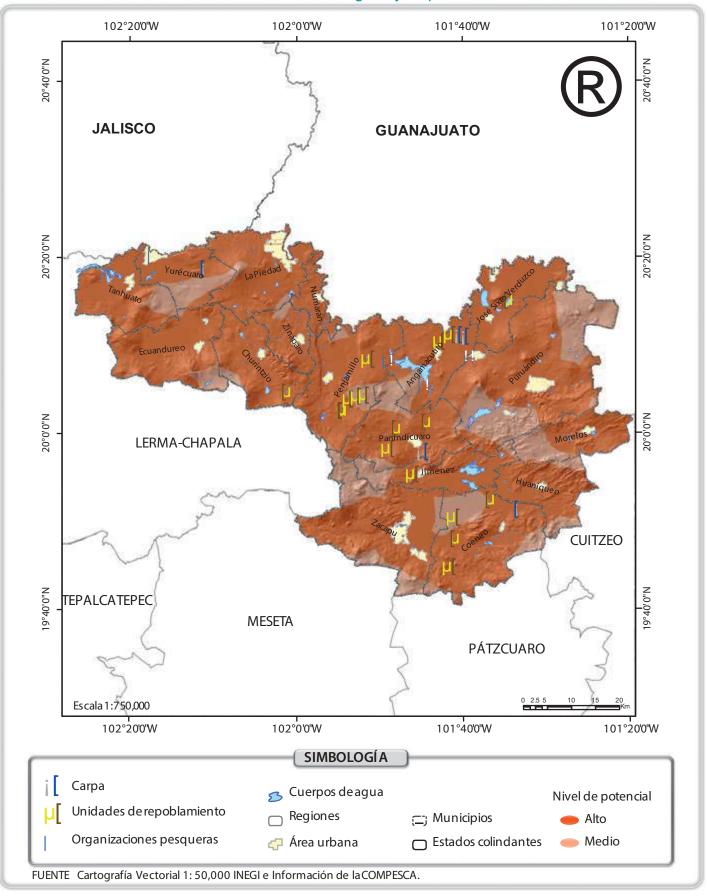
Marginación: 2 Marginación: 2

Los núcleos de población de mayor concentración son La Piedad (70 000 habitantes) y Zacapu (50 000 habitantes). La marginación general es 1 o 2, aunque a

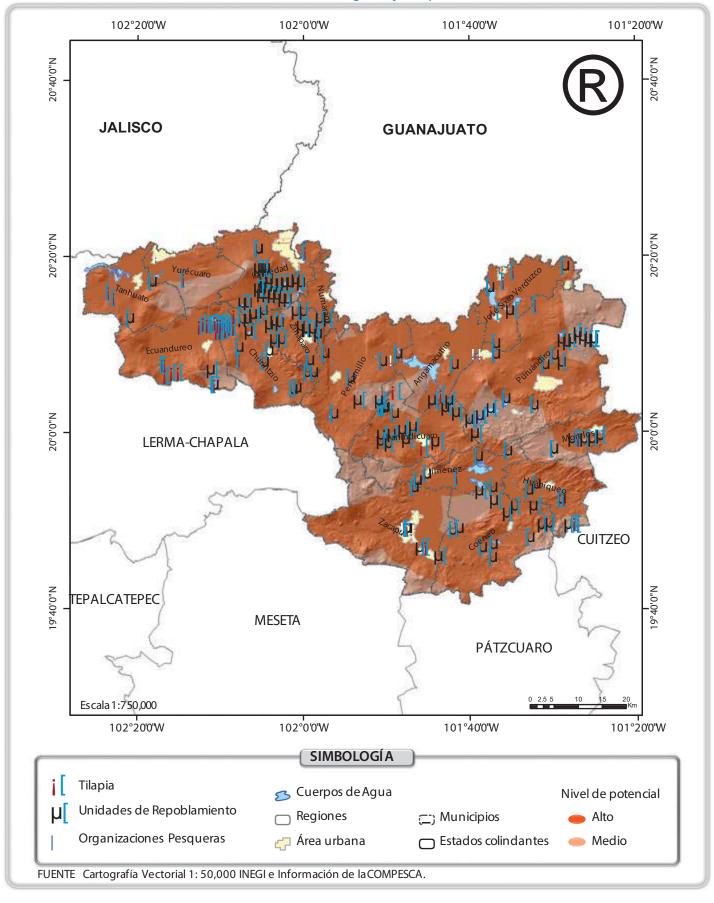


Latilapia (Oreochromis spp.). Huipe

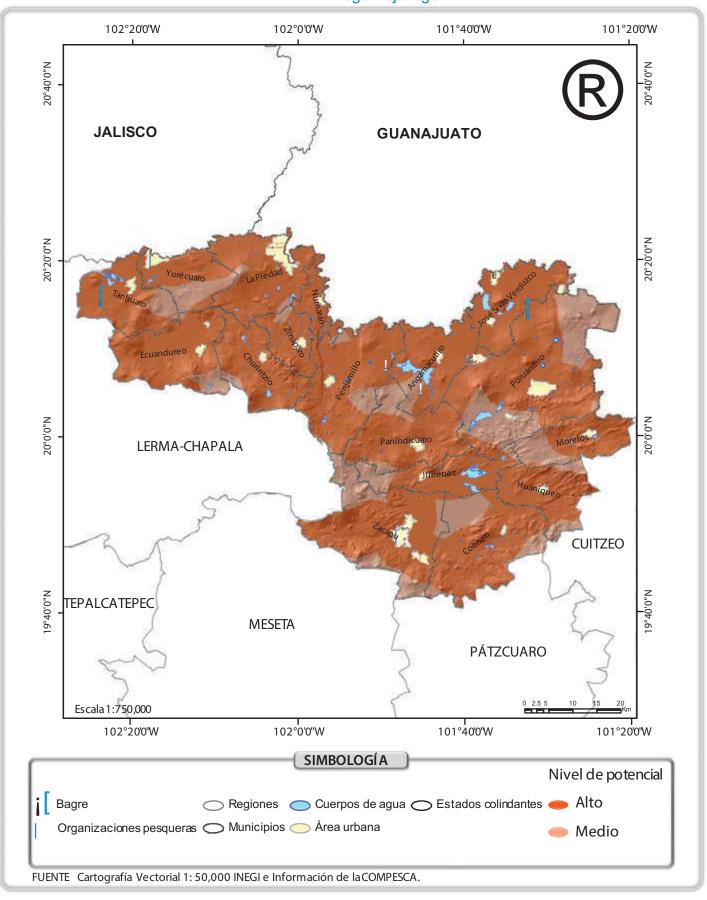
Mapa 2.1 Región Bajio: Carpa.



Mapa 2.2 Región Bajío: Tilapia.



Mapa 2.3 Región Bajío: Bagre.





nivel de región existen 242 localidades en condiciones de marginación 3 y 4 en asociación a las manchas urbanas de las poblaciones citadas anteriormente. Se presenta la tendencia de urbanización entre La Piedad y Numarán —corredor agroindustrial—con clara proliferación de cinturones de miseria.



La fuerte migración de hombres da lugar a un mayor porcentaje de mujeres en la región y la tasa de crecimiento poblacional resulta negativa. Nueve de los municipios con más mujeres en todo el estado de Michoacán se localizan en esta área y la mayor captación de remesas corresponde a los municipios de Jiménez, Churintzio y Ecuandureo. La tasa de mortalidad infantil es de las más altas del estado.

Información adicional

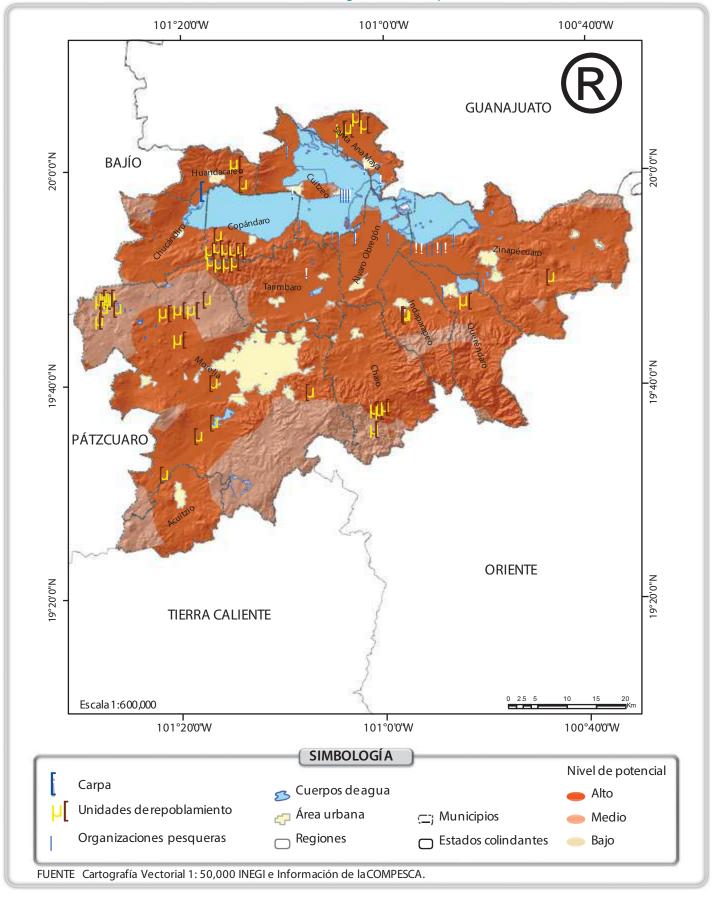


La región cuenta con agricultura de riego y temporal en más del 50% de la superficie. Particularmente los acuíferos asociados al río Guacamacato muestran signos de sobreexplotación alrededor de las poblaciones de Tanhuato, Yurécuaro, Ecuandureo y Churintzio; de tal forma que la situación ambiental del agua resulta alarmante y requiere especial atención. Cinco municipios cuentan con más de 30 bordos intermitentes: Puruándiro (47); La Piedad (41); Churintzio (40); Coeneo (37); Penjamillo (35) y Zináparo (32), propicios para la siembra de carpa.



Lacarpa delsrael (Cyprinus carpio specularis). Huipe

Mapa 3.1 Región Cuitzeo: Carpa.



Región Cuitzeo

Los municipios que forman esta región son Acuitzio, Álvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Chucándiro, Huandacareo, Indaparapeo, Morelia, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro y Zinapécuaro.

Especies representativas: especies nativas, carpa y tilapia

Modalidad de producción: 1, 3



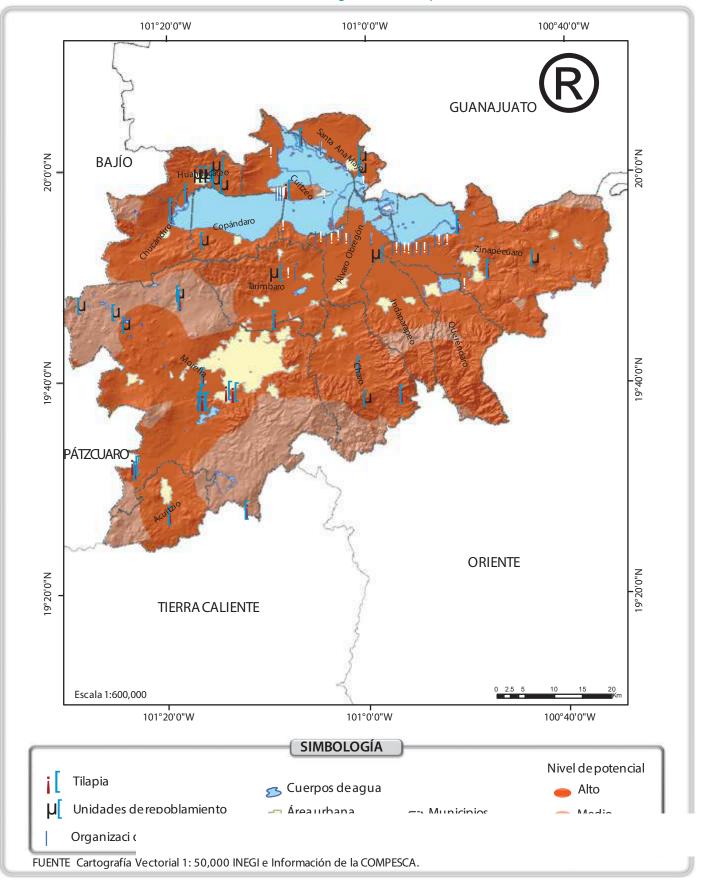


El cuerpo de agua de mayores dimensiones en la región, el lago de Cuitzeo (37500 ha) y Malpaís (816.5 ha) en Zinapécuaro-Queréndaro, en estrecha relación geográfica con el primero, cuentan con organizaciones pesqueras dedicadas a la captura de charal, carpa y tilapia, fundamentalmente; además de la extracción de productos pesqueros "no convencionales", como

Lago de Cuitzeo. Bernal



Mapa 3.2 Región Cuitzeo: Tilapia.



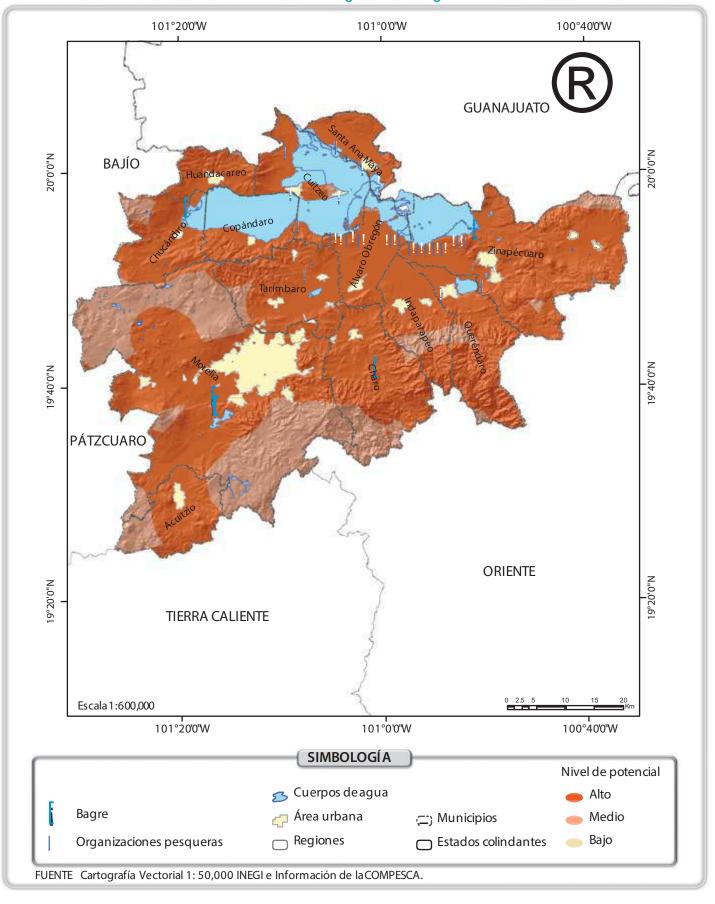


go-Araró. Israde

Reproductor de bagre del mosco, dafnia y gusano de fango. Los grupos de pescadores presentes en la Centro Acuícola de Huin- región son los siguientes (número de integrantes entre paréntesis):

- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Félix Ireta" SP de RL(56)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Ribera del lago de Cuitzeo. La Mina" SCL(164)
- Unión de Pescadores "Álvaro Obregón" (43)
- Unión de Pescadores "Chehuayo Grande" (20)
- Unión de Pescadores "Colonia de Coro" (31)
- Unión de Pescadores "Genovevo Figueroa Zamudio" (16)
- Unión de Pescadores "Emiliano Zapata" (25)
- Unión de Pescadores "Felipe Carrillo Puerto" (27)
- Unión de Pescadores "Francisco Villa" (10)
- Unión de Pescadores "La Esperanza" (168)

Mapa 3.3 Región Cuitzeo: Bagre.



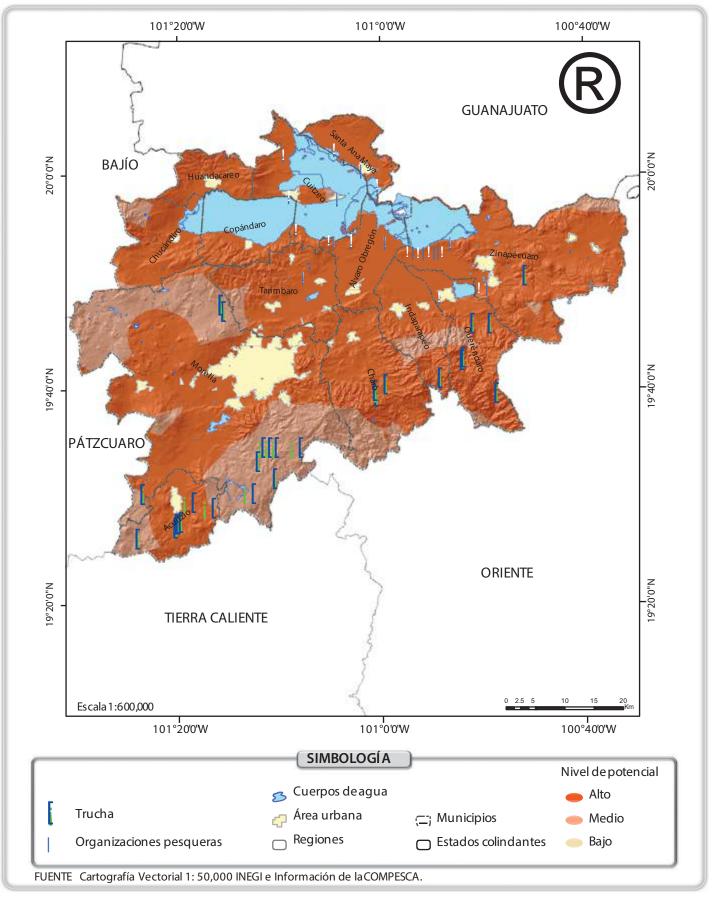
- Unión de Pescadores "La Presa" (67)
- Unión de Pescadores "Los Granados" (14)
- Unión de Pescadores "Mariano Escobedo" (55)
- Unión de Pescadores "San Bartolomé Coro" (11)
- Unión de Pescadores "San Bernardo" (17)
- Unión de Pescadores "San Juan" (50)
- Unión de Pescadores "Presa Malpaís" (21)
- Unión de Pescadores "San Lorenzo" (66)
- Unión de Pescadores "El Tecolote" (72)
- Unión de Pescadores "Estación Queréndaro" (40)
- Unión de Pescadores "Francisco I. Madero" (27)
- Unión de Pescadores "Galeana" (55)
- Unión de Pescadores "José María Morelos y Pavón" (37)
- Unión de Pescadores "La Cruz" (30)
- Unión de Pescadores "Laguneros de Cuitzeo" (28)
- Unión de Pescadores "Los Cerritos" (21)

Charal (Menidia jordani). Vázquez

- Unión de Pescadores "Península Mariano Escobedo" (90)
- Unión de Pescadores "San Isidro" (19)



Mapa 3.4 Región Cuitzeo: Truchaarco iris.



- Unión de Pescadores "San Nicolás Cuitzeo" (42)
- Unión de Pescadores "San Rafael" (26)
- Unión de Pescadores "Santa Clara del Tule" (20)
 Total: 1368 pescadores organizados



La cantidad de cuerpos de agua intermitentes (60) en el municipio de Morelia resulta comparable con la infraestructura hídrica presente en Epitacio Huerta en el oriente (61) con un tercer lugar en importancia a nivel estatal; y sólo el municipio de Zinapécuaro muestra un desarrollo ligero en cuanto a cuerpos de agua intermitentes (18) (v. catálogo de fichas del CESAMICH y base de datos de la COM-PESCA para mayor información sobre cada UPA presente en el área).

El Centro Acuícola de Huingo-Araró reportó una producción de 31 millones de crías de tilapia y bagre para la siembra de diversas localidades del estado entre 2002-2007.

MARGHACION

Marginación: 2



La cuenca de Cuitzeo incluye la capital del estado, Morelia, población con el mayor crecimiento demográfico en Michoacán del orden de 218 habitantes/km²). En el municipio de Morelia existen 234 localidades; 124 de ellas en marginación 3 y 4; en contraste, el municipio de Huandacareo considerado de marginación 3, cuenta con tan sólo ocho localidades y sólo tres de ellas presentan condiciones de marginación 3.



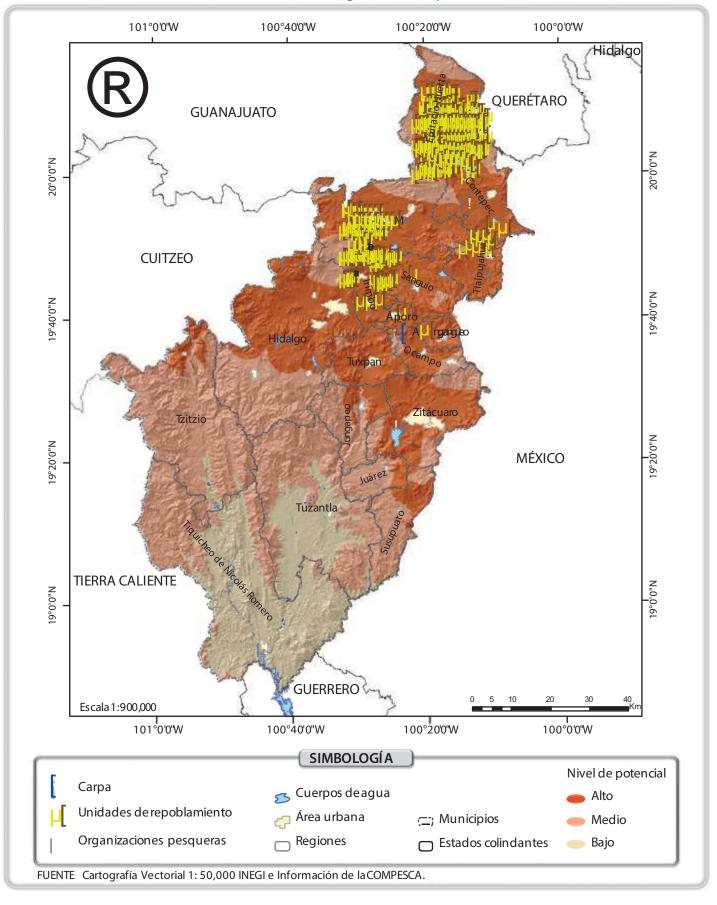
La migración más significativa coincide con la mayor marginación en los municipios de Chucándiro y Copándaro, donde los porcentajes de familias con al menos un inmigrante son de 33.4 y 32.3, respectivamente. Además, la superficie de labor por disponibilidad de agua resulta la más baja (2 935 y 2 932 ha, respectivamente).

Información adicional



En el uso del suelo destaca la agricultura como actividad productiva, en una superficie de riego más o menos triangular entre la periferia de la ciudad de Morelia y la margen sur del lago de Cuitzeo hasta Queréndaro y Zinapécuaro; y otra parte de temporal más o menos similar distribuida en toda la cuenca. En general, los acuíferos del área se encuentran sobreexplotados. Algunas zonas reducidas de la cuenca alta en el límite sur cuentan aún con zonas conservadas de bosque.

Mapa 4.1 Región Oriente: Carpa.



Región Oriente

Esta región se conforma con los municipios de Angangueo, Áporo, Contepec, Epitacio Huerta, Hidalgo, Irimbo, Juárez, Jungapeo, Maravatío, Ocampo, Senguio, Susupuato, Tlalpujahua, Tuxpan, Tuzantla, Tiquicheo de Nicolás Romero, Tzitzio y Zitácuaro

Especies representativas: especies nativas, trucha, carpa

Modalidad de producción: 1, 2, 3





En la zona norte, la presa Tepuxtepec incluye tres grupos de pescadores dedicados a la captura de charal, fundamentalmente. Las agrupaciones son las siguientes (número de socios entre paréntesis):



- Unión de Pescadores "San Antonio Molinos" (65) .
- Unión de Pescadores "Tepuxtepec" (59)
- Unión de Pescadores "Santa Rosa" (?)

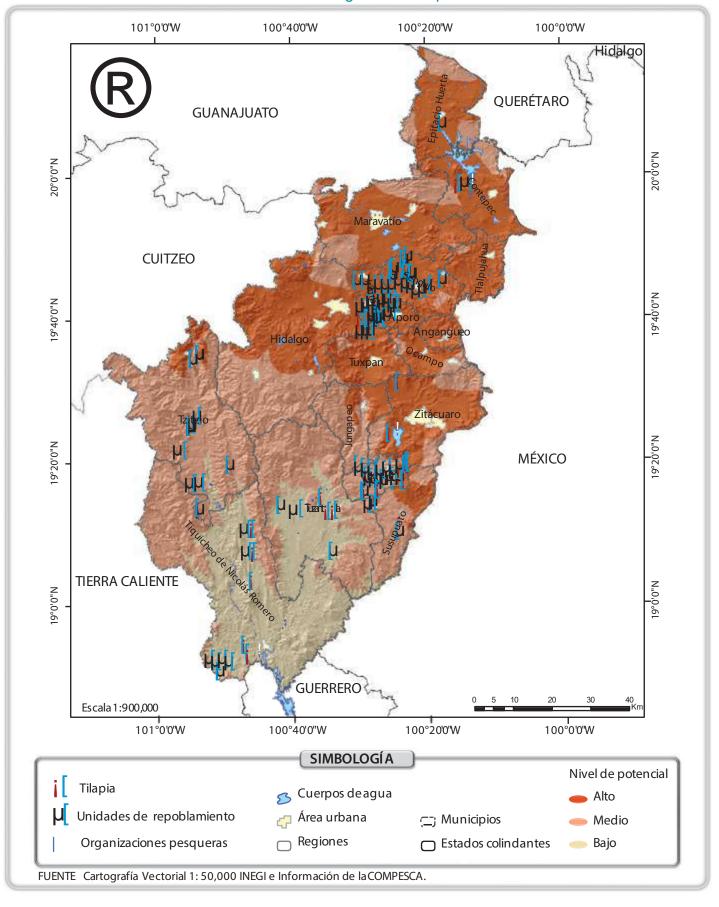


Esta zona cuenta también con otras presas de dimensiones mayores como Chincua (205 ha), en el municipio de Senguio, y Santa Teresa (149 ha), en



Centro Acuícola de Pucuato. Bernal

Mapa 4.2 Región Oriente: Tilapia.



Contepec, apropiadas para el cultivo de carpa. Además, el área contiene la mayor concentración de bordos intermitentes en todo el estado de Michoacán con un total de 212 (Epitacio Huerta, 61; Contepec, 45 y Maravatío, 106) en condiciones ideales también para cultivar carpa, al igual que otros, 16 más de características permanentes (Contepec, 2; Maravatío, 14). El municipio de Maravatío, en particular, contiene la mayor cantidad de infraestructura hidráulica en toda la entidad.

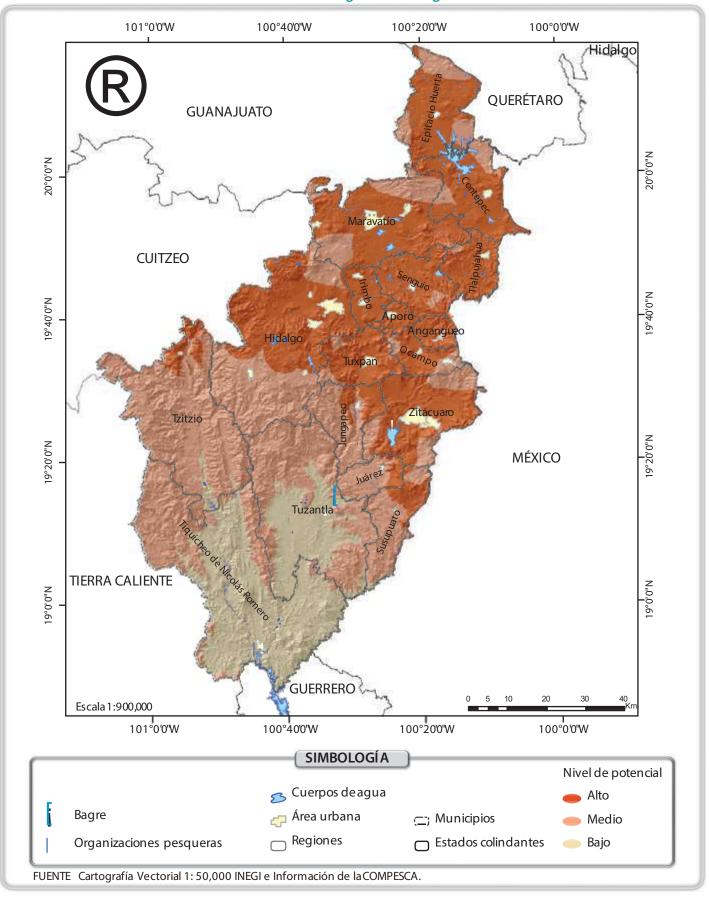
En la parte central, la presa del Bosque incluye dos organizaciones de pescadores (número de socios entre paréntesis):

- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores Unidos de Encarnación" (32)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Tres Ricos" SC de RL (45).

Presa del Bosque, Zitácuaro. Bernal Las presas de Pucuato (196 ha), Sabaneta (85 ha), Mata de Pinos (230 ha) y Laguna Larga, en el municipio de Hidalgo, difieren de otras similares por el



Mapa 4.3 Región Oriente: Bagre.



uso turístico y recreativo, así como la pesca deportiva de trucha arco iris y lobina negra. El mismo municipio cuenta además con 11 bordos intermitentes.

El número de unidades de producción presentes en la región central resulta el más importante de Michoacán para el cultivo de la trucha arco iris, y abarca los municipios de Hidalgo, Tuxpan, Zitácuaro, Ocampo y Angangueo, principalmente. El Centro Acuícola de Pucuato en Hidalgo, propiedad de la SAGARPA, ha sido el detonador del desarrollo trutícola de la región.

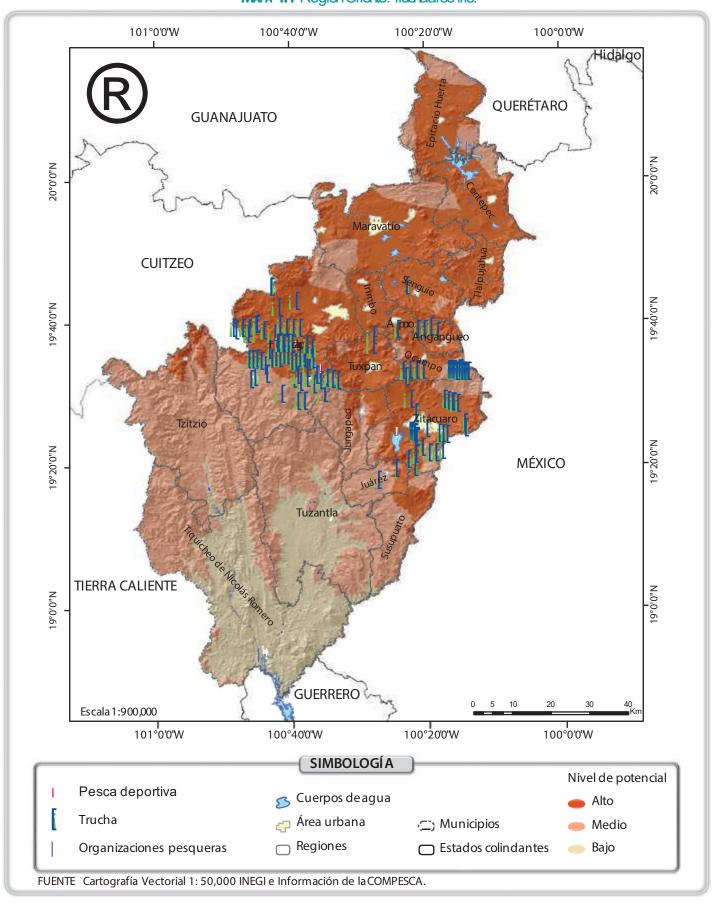
Al sur, los ríos Tuzantla y Purungueo vierten sus caudales hacia el río Balsas y, eventualmente, a la presa de Infiernillo. La presa del Gallo en Tiquicheo cuenta tan sólo con 717 ha en territorio michoacano (2 900 en total con el estado de Guerrero) y concurre la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Perla de Tiquicheo" (1 255 socios), cuya administración corresponde al estado de Michoacán.

El municipio de Tiquicheo cuenta con 24 cuerpos de agua de carácter permanente, y el municipio de Tzitzio con 14 de las mismas características. De los casos menos favorecidos, el municipio de Susupuato dispone de dos bordos intermitentes (2 ha), el municipio de Jungapeo con dos cuerpos de agua permanentes (6 ha), el municipio de Juárez con dos zonas sujetas a inundación (33 ha), y el municipio de Tuzantla con ocho bordos intermitentes (14 ha) (v. catálo-



Trucha arco iris (Oncorhnchus mykiss). Bernal

Mapa 4.4 Región Oriente: Truchaarco iris.





Carpa **(Cyprinus carpio)**. Bernal

go de fichas del CESAMICH y base de datos de la COMPESCA para mayor información sobre cada UPA presente en el área).

MARGINACIÓN 23

Marginación predominante: 3



Las localidades que destacan en el ámbito geográfico de esta región son Zitácuaro, Ciudad Hidalgo y Maravatío, y las superficies municipales correspondientes a estas ciudades concentran poblaciones de 138 050; 106 421; y 69 382 habitantes. Zitácuaro registra la mayor densidad de población (277.2 habitantes/km²), mientras la cabecera municipal de Susupuato cuenta únicamente con 570 habitantes en condiciones de marginación muy alta al igual que el municipio de Tzitzio.

En la región no existen municipios de marginación 1. Por el contrario, 1 337 localidades registran marginación 3 y 4, es decir, una de cada cuatro en el estado de Michoacán. Al sur, además de los dos municipios mencionados de marginación 4, Tiquicheo registra un grado de marginación 3; donde el porcentaje de familias con al menos un migrante asciende a 28% y 25% en los municipios de Irimbo y Susupuato; y las remesas llegan en mayor proporción a los municipios de Tuzantla y Tiquicheo.

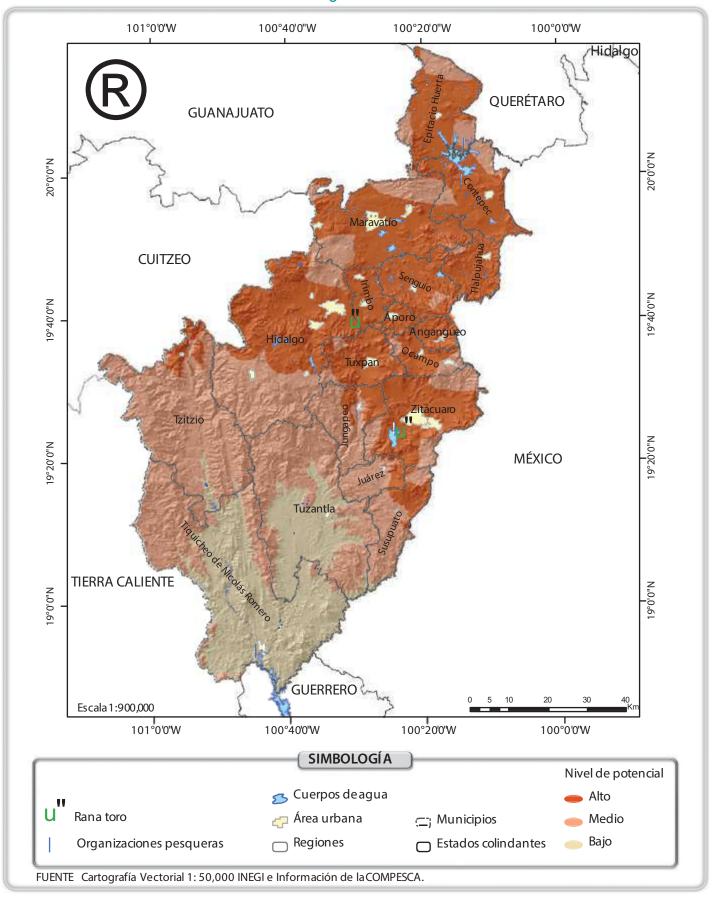


En las actividades económicas, las grandes concentraciones urbanas presentan mayor participación de los sectores comercial y de servicios, este último sector resulta muy significativo para los municipios de Tlalpujahua e Irimbo.

Información adicional

En el norte, los municipios de Contepec y Epitacio Huerta comparten la superficie de la presa Tepuxtepec (2 267 y 1 071 ha, respectivamente) cuya función es

Mapa 4.5 Región Oriente: Ranatoro.



controlar los flujos de agua hacia la presa Solís, en Guanajuato, y así facilitar el riego agrícola en el Bajío. La subcuenca de Tepuxtepec, sin embargo, presenta una alta sobreexplotación de acuíferos.



Las actividades agropecuarias presentan un mayor desarrollo en los municipios de Epitacio Huerta, Contepec y Maravatío al norte; Tuxpan y Ocampo en la parte central, y Jungapeo, Tzitzio, Tuzantla, Susupuato y Tiquicheo al sur. Las superficies de agricultura de riego y temporal predominan en la parte norte y centro; mientras la agricultura de temporal y los pastizales en la zona sur.

El 18% de la cobertura terrestre cambió en 20 años, con una pérdida del 53% del bosque y 47% de la selva baja, con mayores impactos en la zona sur.

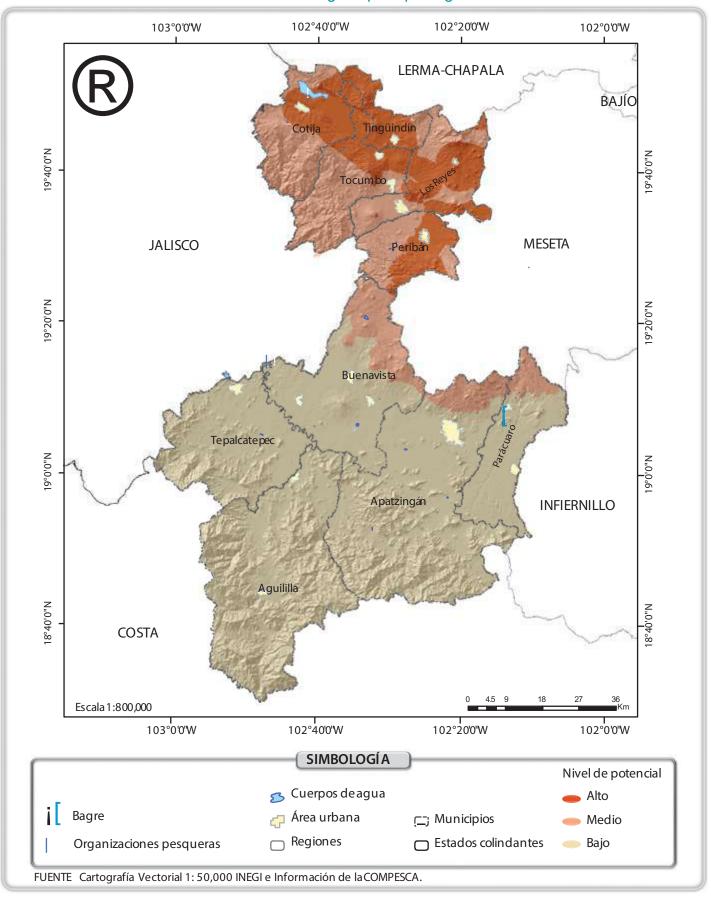
La región incluye el sistema Cutzamala que aporta agua para las necesidades de la población en la ciudad de México.

La población indígena en la región incluye zonas otomí, mazahua y zapoteca.



Presa Los Olivos, Tepalcatepec. Bernal

Mapa 5.1 Región Tepalcatepec Bagre.



Región Tepalcatepec

Los municipios de esta región son Aguililla, Apatzingán, Buenavista, Cotija, Tepalcatepec, Tingüindín, Tocumbo, Parácuaro, Peribán y Los Reyes

Especies representativas: trucha arco iris hacia el norte; tilapia hacia el sur

Modalidad de producción: 2



Al norte, las UPA representativas de la región se encuentran en el municipio de Chilchota (v. catálogo de fichas del CESAMICH y base de datos de la COMPESCA para mayor información sobre cada UPA presente en el área).



En esta región hay 14 bordos intermitentes en el municipio de Cotija, y 13 similares en Peribán; mientras la contraparte al sur, cuenta con un solo bordo intermitente y 13 cuerpos de agua permanentes en Buenavista, tres intermitentes y 14 permanentes, en Tepalcatepec; y tres intermitentes en Parácuaro. El municipio de Aguililla sólo cuenta con dos bordos intermitentes de 0.1 y 0.8 ha, respectivamente. Lo anterior muestra una relación estrecha con un clima seco predominante hacia el sur que limita la posibilidad de realizar actividades de acuicultura.

La presa San Juanico (1 176 ha) en Cotija representa el cuerpo de agua de mayores dimensiones al norte con dos grupos de pescadores: Unión de Pescadores "San Juanico" (29 socios) y Unión de Pescadores "San Francisco" (21 socios). Hacia el sur, la presa "Los Olivos" en Tepalcatepec cuenta con una unión de pescadores denominada "San José Piedra Blanca" (40 socios).

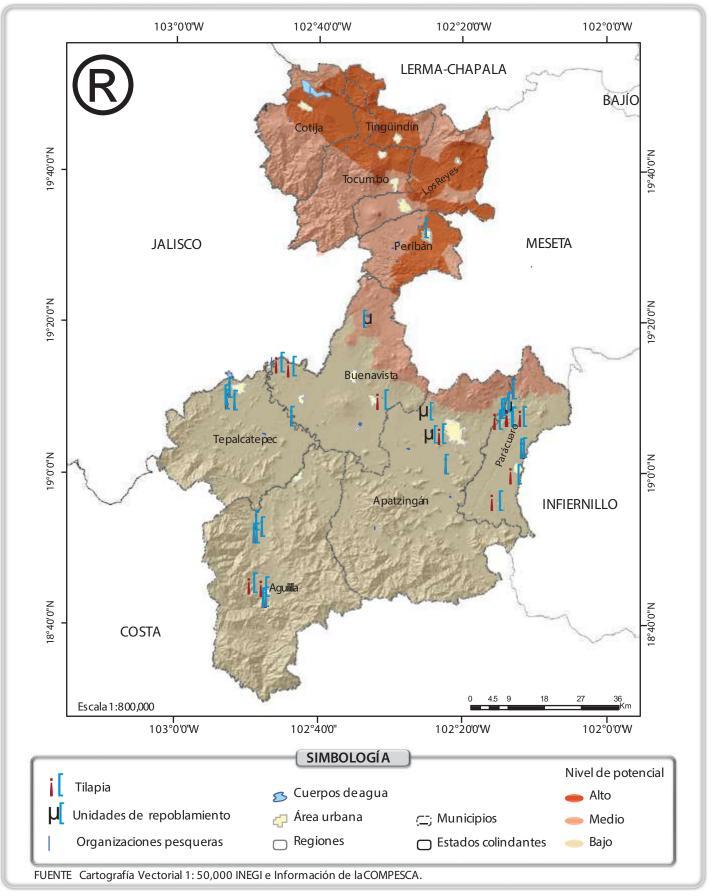
MARGINACIÓN 234

Marginación: 2



La ciudad de Apatzingán constituye el mayor núcleo de población (93 756 habitantes) al sur con un grado de marginación 1; mientras dos ciudades de menores dimensiones en el norte, Los Reyes (36 095 habitantes) y Cotija (13 580 habitantes), presentan grados de marginación 1 y 2, respectivamente. En el 2000, los municipios de Apatzingán y Los Reyes concentraron la mayor cantidad de población en la región con 117 949 y 57 006 habitantes, respectivamente. Por su parte, Tocumbo registra un mínimo de 11 315 habitantes y en el extremo sur, el municipio de Aguililla reúne escasamente 19 645 habitantes con un grado de marginación 3, al igual que Parácuaro.

Mapa 5.2 Región Tepalcatepec Tilapia.





Limones de Apatzingán. Bernal

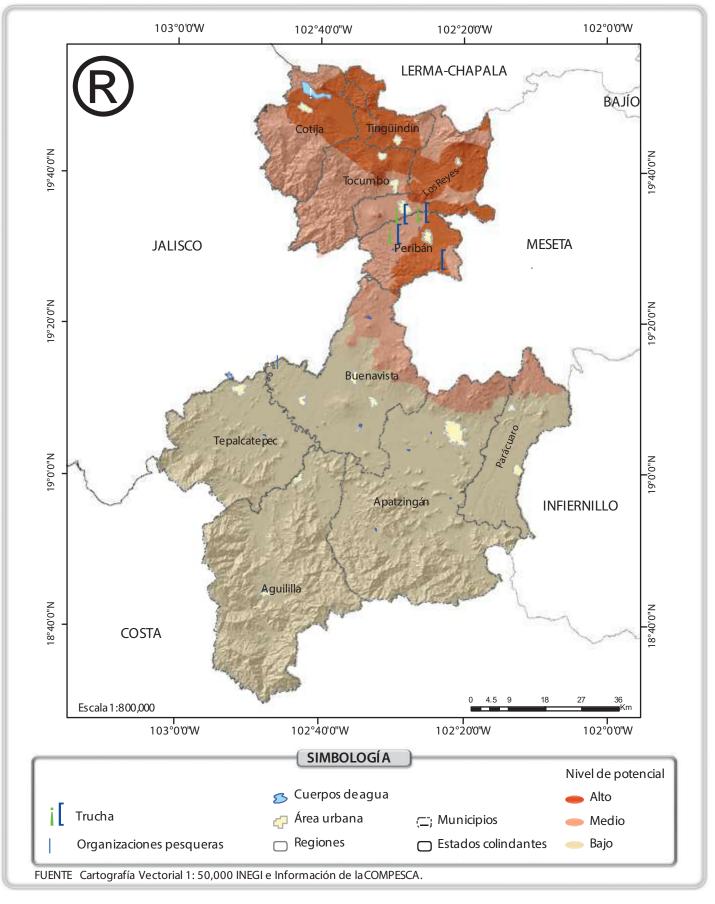
Información adicional

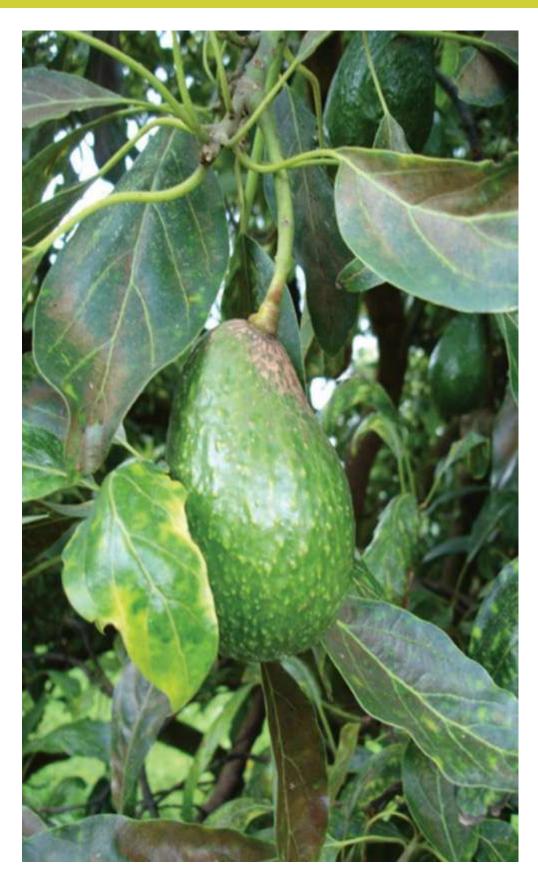


En la depresión del Tepalcatepec, la agricultura de riego juega un papel relevante al igual que en Los Reyes y Cotija. La vegetación de selva baja caducifolia alterna con zonas de bosque en las zonas más altas.

En el municipio de Apatzingán se localiza la UPA denominada rancho El Cantor, productora de bagre, principalmente. Aquí, a pesar de la condición técnica ideal para la producción de bagre, los factores de mercado resultan desfavorables para una alta rentabilidad. La influencia del producto procedente de la presa del Infiernillo da lugar a una sobreoferta y una caída del precio que afecta la relación costo-beneficio, en este tipo de productos de la región.

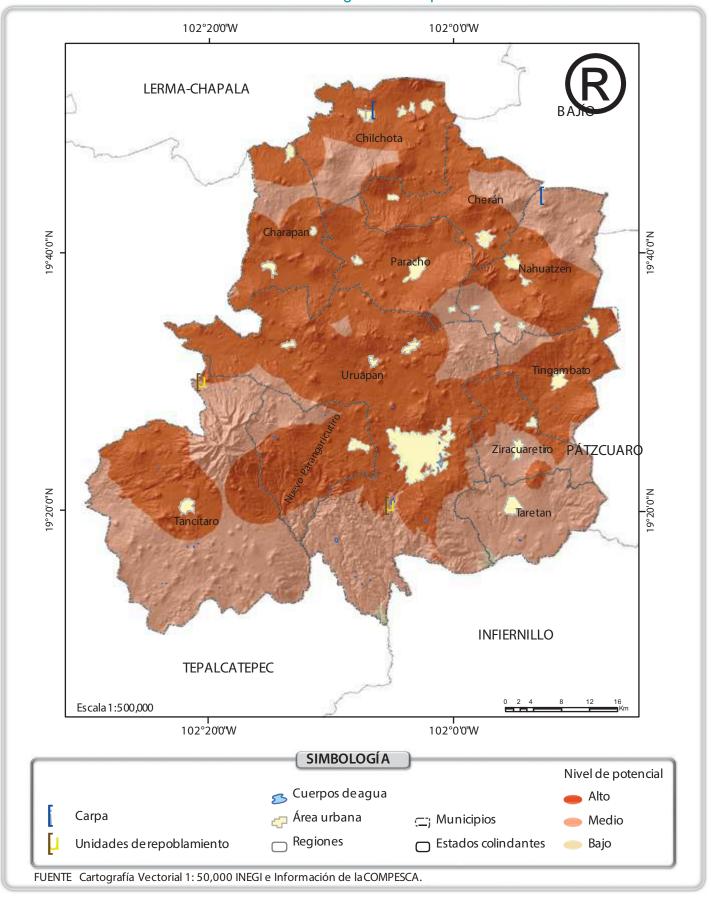
Mapa 5.3 Región Tepalcatepec Trucha.





Aguacates de Peibán. Bernal

Mapa 6.1 Región Meseta: Carpa.



RegiónMeseta

Esta región la integran los municipios de Charapan, Cherán, Chilchota, Nahuatzen, Nuevo Parangaricutiro, Paracho, Tancítaro, Taretan, Tingambato, Uruapan y Ziracuaretiro.

Especie representativa: trucha arcoiris

Modalidad de producción: 2



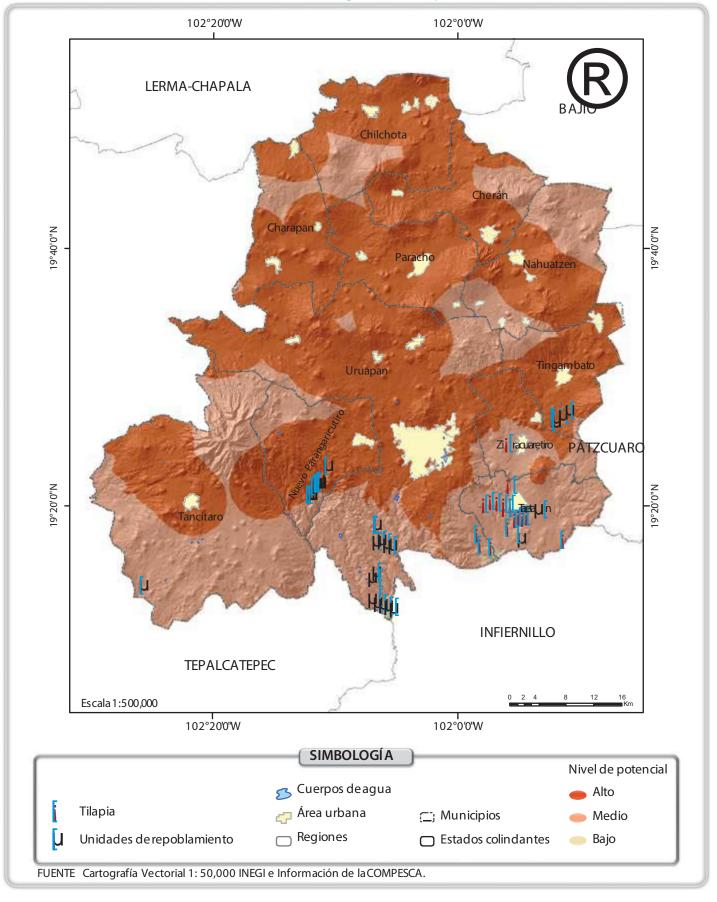
La región Meseta resulta la más desfavorecida en cuanto a cuerpos de agua superficiales: Paracho (1 de 0.2 ha), Cherán (1 con 2.3 ha), Nahuatzen (1 bordo permanente con 0.3 ha y una zona sujeta a inundación de 15 ha); Tingambato (1 de 0.3 ha), Taretan (2 de 3 y 4 ha), Ziracuaretiro (2 con menos de 1 ha) y la mayor abundancia corresponde a Nuevo Parangaricutiro (4 casos que suman 1.2 ha); Tancítaro (4 bordos intermitentes menores de 1.7 ha y 7 de carácter permanente con 0.5 ha como máximo), y Uruapan (3 bordos intermitentes y 9 permanentes, además de la presa Cupatitzio con 18 ha). Por lo mismo, la región carece de grupos de pescadores organizados.





Unidad de Producción Acuícola del parque nacional de Uruapan. Bernal

Mapa 6.2 Región Meseta: Tilapia.



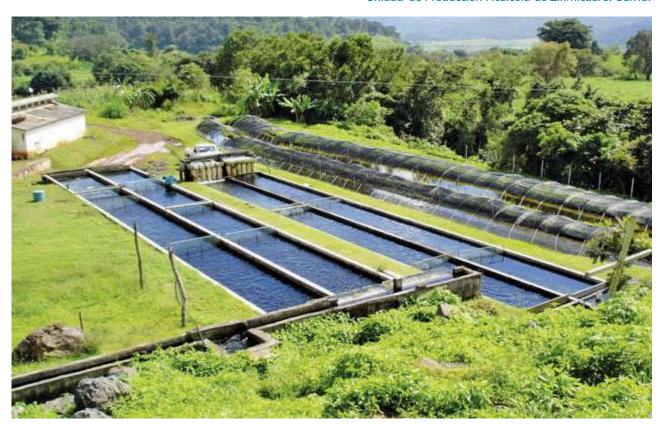


No obstante, la presencia de manantiales en esta zona favorece la operación de UPA en toda la forma, y destaca al respecto en el cultivo de trucha arco iris "La Alberca" (Toreo ElAlto, Uruapan) y su contraparte en Zirimícuaro (municipio de Ziracuaretiro); así como el Parque Nacional de Uruapan.

Marginación: 2

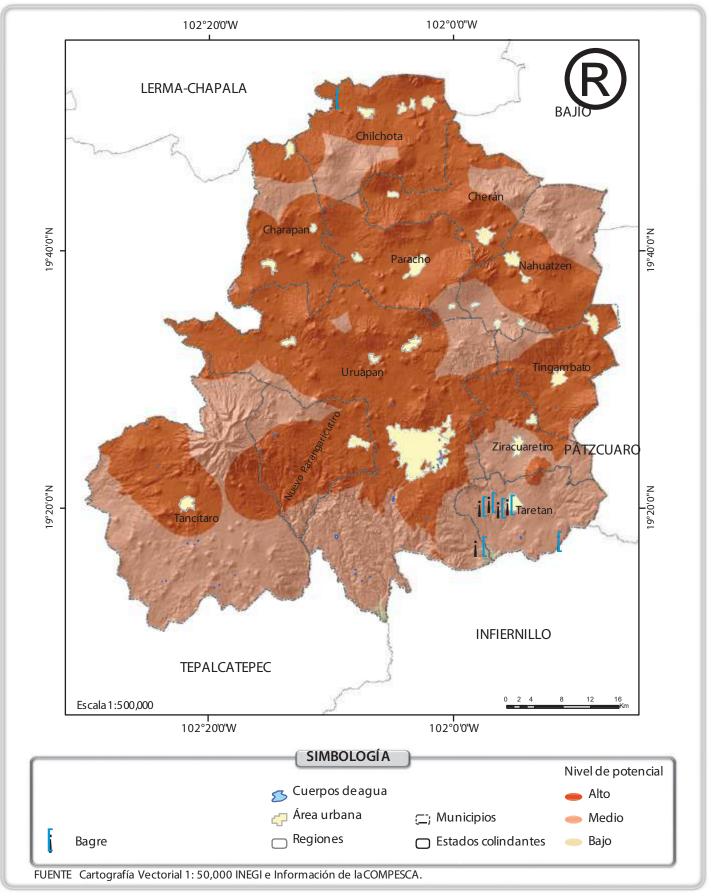


Las condiciones socioeconómicas contrastan desde un grado de marginación 1 en la ciudad de Uruapan, lugar que capta los ingresos obtenidos de la actividad agropecuaria regional, principalmente del aguacate; a una marginación 3 en los municipios de Charapan, Chilchota, Tancítaro y Nahuatzen.

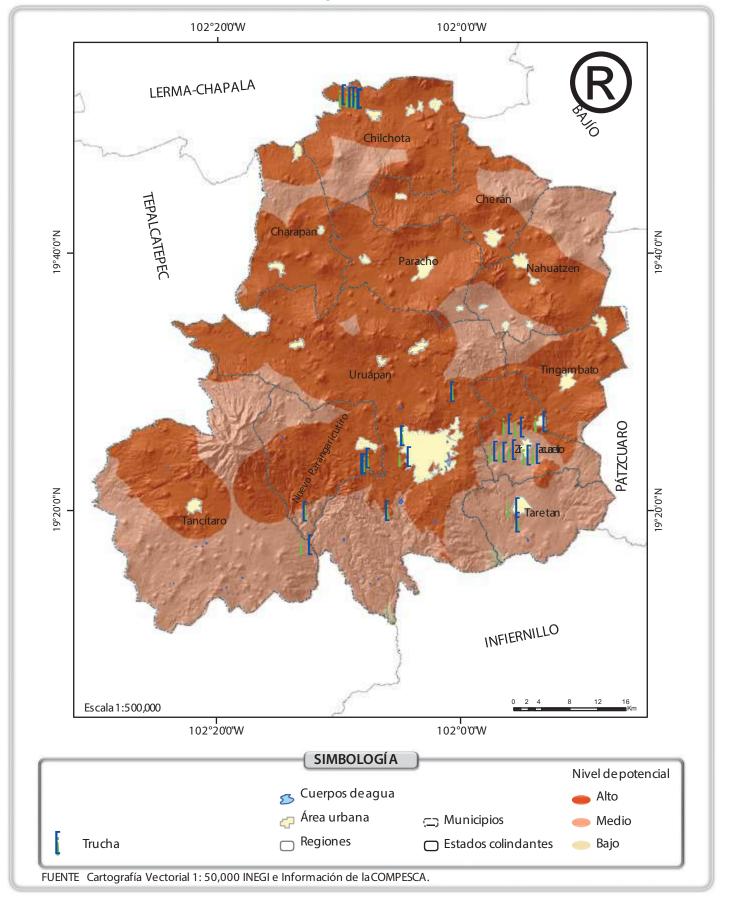


Unidad de Producción Acuícola de Zirimícuaro. Bernal

Mapa 6.3 Región Meseta: Bagre.



Mapa 6.4 Región Meseta: Trucha arco iris.



Región Pátzcuaro

La región se compone por los municipios de Erongarícuaro, Huiramba, Lagunillas, Pátzcuaro, Quiroga, Salvador Escalante y Tzintzuntzan.

Especies representativas: especies nativas

Modalidad de producción: 1

El lago de Pátzcuaro cuenta con organizaciones de pescadores radicadas en comunidades rurales indígenas, mismas que se enlistan a continuación (número de integrantes entre paréntesis):



- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores de Erongarícuaro" SCL(10)
- Unión de Pescadores "Amalia Solórzano" (41)
- Unión de Pescadores "Amaru" (14)
- Unión de Pescadores "Arocutín" (8)
- Unión de Pescadores "Caltzontzín" (38)
- Unión de Pescadores "Mariposeros" (40)
- Unión de Pescadores "Cuauhtémoc Cárdenas" (60)
- Unión de Pescadores "Emiliano Zapata" (25)
- Unión de Pescadores "Itzi-Huapa" (54)
- Unión de Pescadores "La Ortiga" (19)
- Unión de Pescadores "LaPacanda" (70)
- Unión de Pescadores "Lázaro Cárdenas" (18)
- Unión de Pescadores "Los Purépechas" (35)
- Unión de Pescadores "Los Tarascos" (30)
- Unión de Pescadores "Los Vaqueros" (30)
- Unión de Pescadores "Mariposeros" (40)
- Unión de Pescadores "Miguel Hidalgo" (17)



Pescado blanco (**Menidia estor**) de Pátzcuaro. **Bernal**

- Unión de Pescadores "Napízaro" (41)
- Unión de Pescadores "San Jerónimo" (26)
- Unión de Pescadores "San Pedro Cucuchucho" (27)
- Unión de Pescadores "Santa Cruz Uricho" (16)
- Unión de Pescadores "Tanganxuan" (49)
- Unión de Pescadores "Tariacuari" (23)
- Unión de Pescadores "Tata Lázaro" (30)
- Unión de Pescadores "Tata Vasco" (53)
- Unión de Pescadores "Tzintzuntzan" (7)
- Unión de Pescadores "Tzitzipandacuri" (54)
- Unión de Pescadores "Urandén de Morelos" (37)
 Total en el lago de Pátzcuaro: 912 pescadores registrados

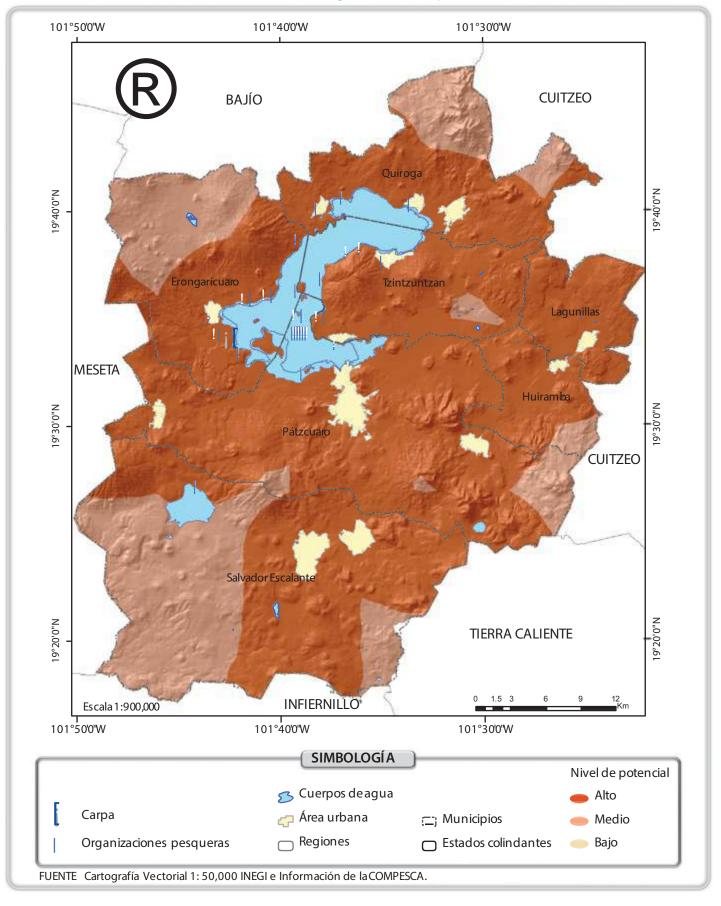
En Zirahuén particularmente, los pescadores organizados conforman una unión de pescadores "de Zirahuén" con 39 socios. Algunos pescadores han emprendido en ocasiones cultivos de trucha arco iris en jaulas flotantes.

La preferencia de consumo en la región incide sobre el pescado blanco y los charales, como una de las delicias gastronómicas existentes en el corredor Morelia-Uruapan.

Pescadores de la isla de Uranden. Bernal



Mapa 7.1 Región Pátzouaro: Carpa.



Marginación: 2



La región incluye la ciudad de Pátzcuaro como un polo de desarrollo basado en el turismo como la fuente principal de ingresos, después de las remesas. Las condiciones socioeconómicas de mayor marginación inciden sobre los municipios de Huiramba y Salvador Escalante en el área periférica.

Información adicional

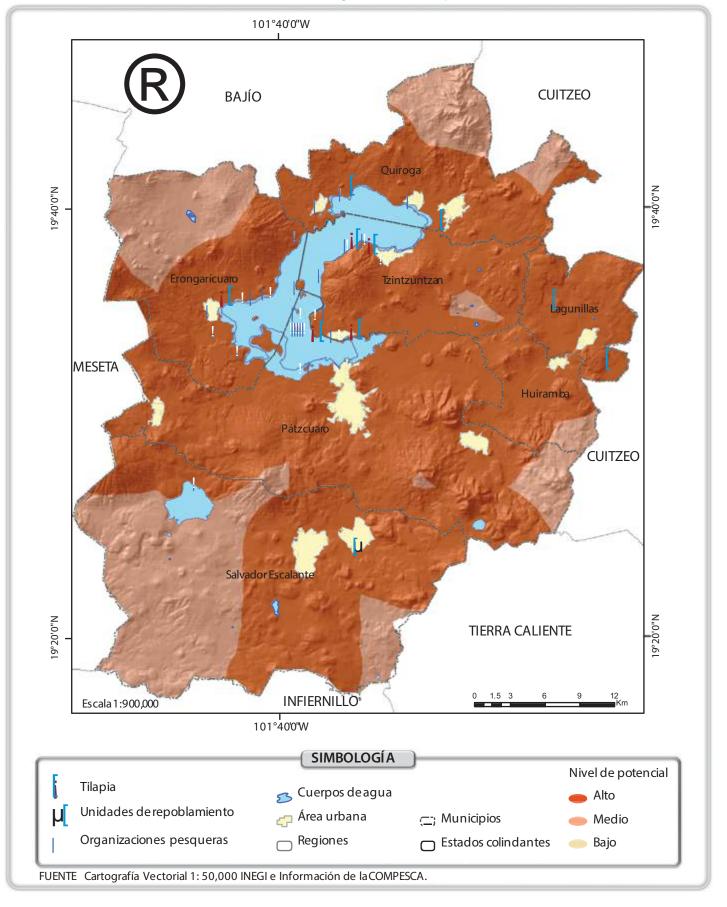


Los cuerpos de agua más representativos del estado se localizan aquí, es decir los lagos de Pátzcuaro (10 723 ha, incluye zonas de inundación) situado en una cuenca cerrada que forma parte de la región hidrológica 12 del río Lerma; y Zirahuén (930 ha) que a pesar de escasos 17 km de Pátzcuaro, corresponde a la región hidrológica 18 del río Balsas. Otros casos de menores dimensiones son la laguna de San Gregorio (77 ha) localizada en la base del cerro Burro, utilizada en algunas ocasiones para el cultivo de trucha arco iris en jaulas flotantes; y la laguna de Santa Clara (47 ha), donde se han realizado siembras de carpa desde la época del Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática (FIDEFA, 1972-1976). El lago de Pátzcuaro en particular cuenta con numerosos estudios desde la época de la Estación Limnológica de Pátzcuaro, establecida en 1938 (Bernal Brooks, 2008).

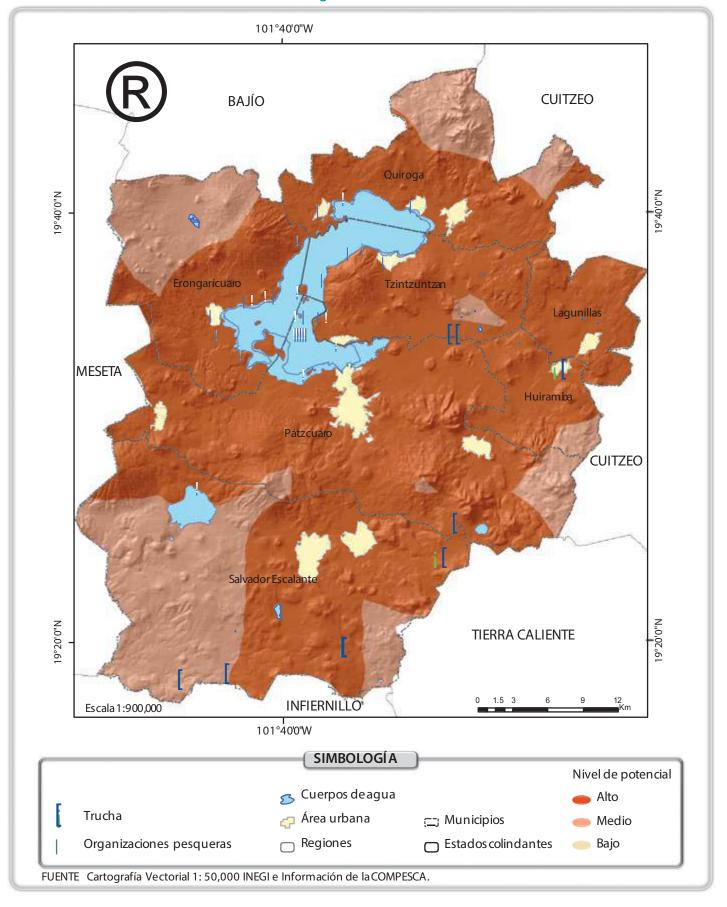


Pescadores del lago de Pátzcuaro, Bernal

Mapa 7.2 Región Pátzouaro: Tilapia.



Mapa 7.3 Región Pátzouaro: Trucha arco iris.



Región Tierra Caliente

La región comprende los municipios de Carácuaro, Huetamo, Madero, Nocupétaro, San Lucas, Tacámbaro, Turicato

Especie representativa: trucha arco iris hacia elnorte

Modalidad de producción: 2

La parte norte de la región cuenta con UPA dedicadas al cultivo de trucha arco iris, específicamente en los municipios de Tacámbaro y Acuitzio. En las cercanías de la ciudad de Tacámbaro hay dos cuerpos de agua, La Alberca y La Laguna, el primero con la Unión de Pescadores "La Alberca" (11 socios) ((v. catálogo de fichas del CESAMICH y base de datos de la COMPESCA para mayor información sobre cada UPA presente en el área).



En contraste, el sur cuenta con cuerpos de agua permanentes y el municipio de Huetamo en particular incluye el mayor número existente en la entidad (52), seguido por Turicato (35) y Carácuaro (24); en conjunto con condiciones climáticas de sequía y escasos sitios de acuacultura que resultan apropiados para el cultivo de tilapia. En la presa del Pejo opera la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores Unidos de Pejo" SCL (23 socios).

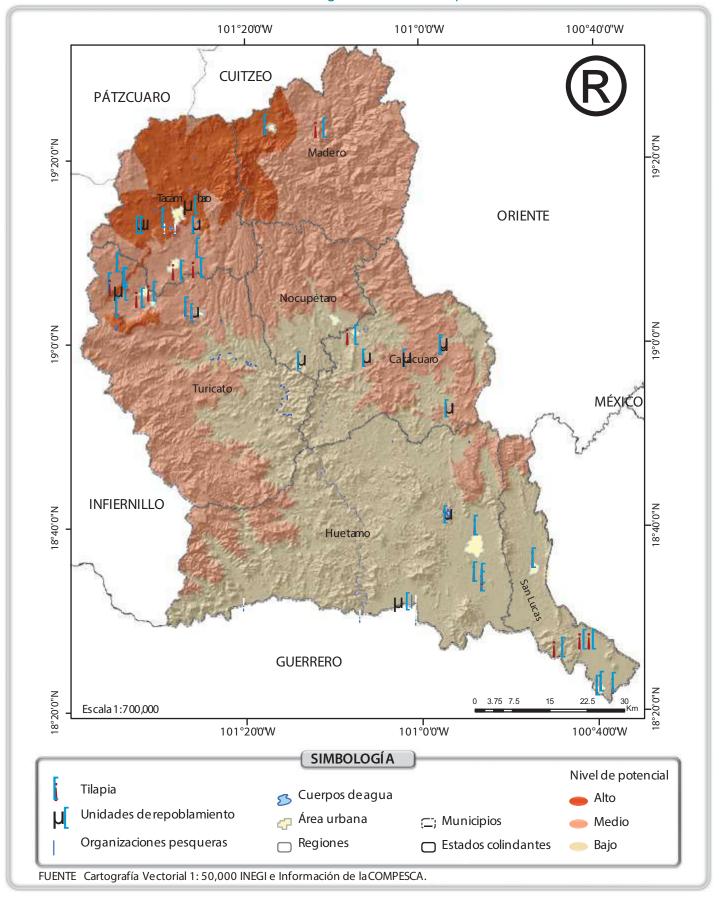
Otras organizaciones de pescadores en la región son los siguientes (número de integrantes entre paréntesis):

- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores Unidos de San Jerónimo" (58)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores Unidos de Santiago Conguripo" (42)
- Unión de Pescadores "Arroyo Seco"
 (16)

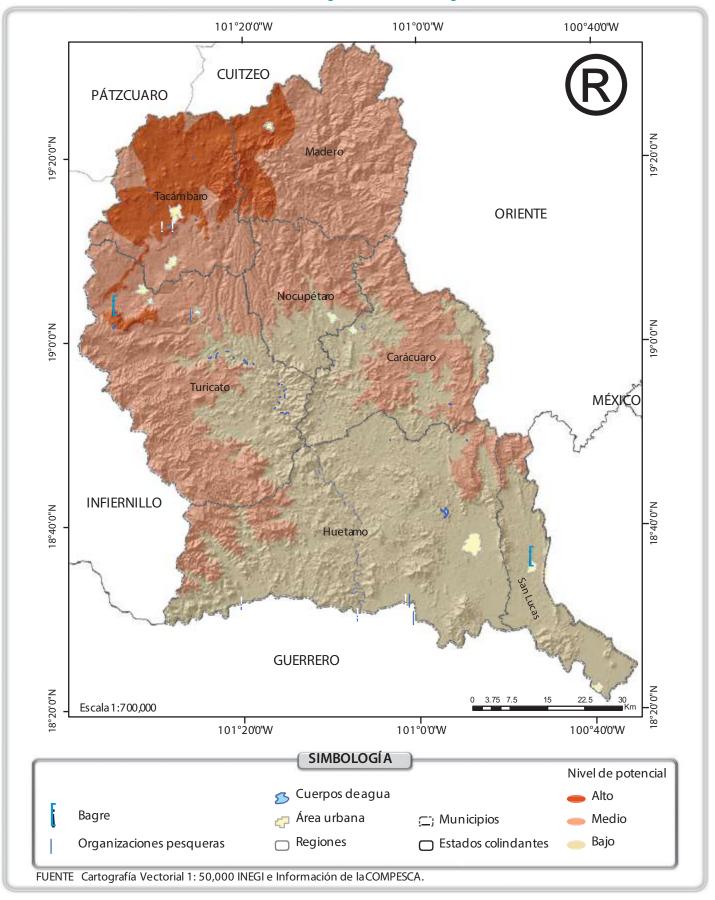
Unidad de Producción Acuícola de Agua de Arena. Bernal



Mapa 8.1 Región Tierra Caliente: Tilapia.



Mapa 8.2 Región Tierra Caliente: Bagre.



- Unión de Pescadores "Del Río Balsas" (20)
- Unión de Pescadores "El Huayacán" (58)
- Unión de Pescadores "La Magdalena" (10)
- Unión de Pescadores "Turicato" (26)

MARGINACIÓN 1234

Marginación: 3



La población económicamente activa de la región participa fundamentalmente en los sectores primario (municipios de Tacámbaro, Turicato, Madero y Huetamo principalmente) y terciario (municipios de Tacámbaro y Huetamo en mayor proporción). Salvo el municipio de Tacámbaro que presenta una marginación 2, el resto de la región presenta marginación 3 y 4 en el municipio de Nocupétaro.

En el sexenio anterior (2002-2008), el gobierno estatal promovió la construcción de bordos en Tacámbaro y Turicato; y obras de abrevadero en Huetamo y Nocupétaro.

Información adicional

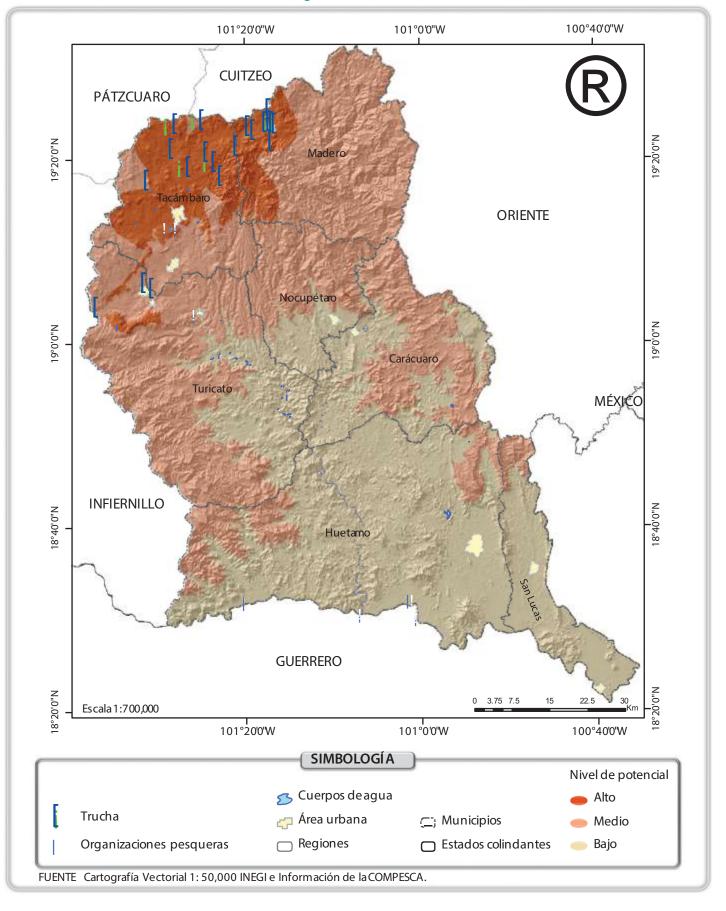


Unidad de Producción Acuícola El Pedregoso. Bernal La región corresponde con la cuenca del río Carácuaro. Los mayores asentamientos humanos en la región son: Tacámbaro al norte con 20 517 habitantes en un clima templado subhúmedo con lluvias en verano; y Huetamo al sur con 21 335 habitantes en un clima semiseco cálido con lluvias en verano. Los municipios de Tacámbaro y Madero presentan zonas de bosque de pino y encino en elevaciones mayores a los 1 500 msnm, así como zonas con fuerte degradación



del suelo por la deforestación y conversión a agricultura, ya sea de riego o temporal, para el cultivo de aguacate o caña de azúcar. Fuera de estos dos municipios prevalecen condiciones de selva baja caducifolia, y agricultura de temporal a elevaciones menores a 1000 msnm, con excepción de dos franjas de riego ubicadas en la parte norte del municipio de Turicato y al sur del municipio de San Lucas.

Mapa 8.3 Región Tierra Caliente: Trucha arco iris.



RegiónCosta

Esta región está formada por los municipios de Aquila, Arteaga, Coahuayana, Coalcomán de Vázquez Pallares, Chinicuila, Lázaro Cárdenas y Tumbiscatío

Especies representativas: marinas, tilapia

Modalidad de producción: 1, 2





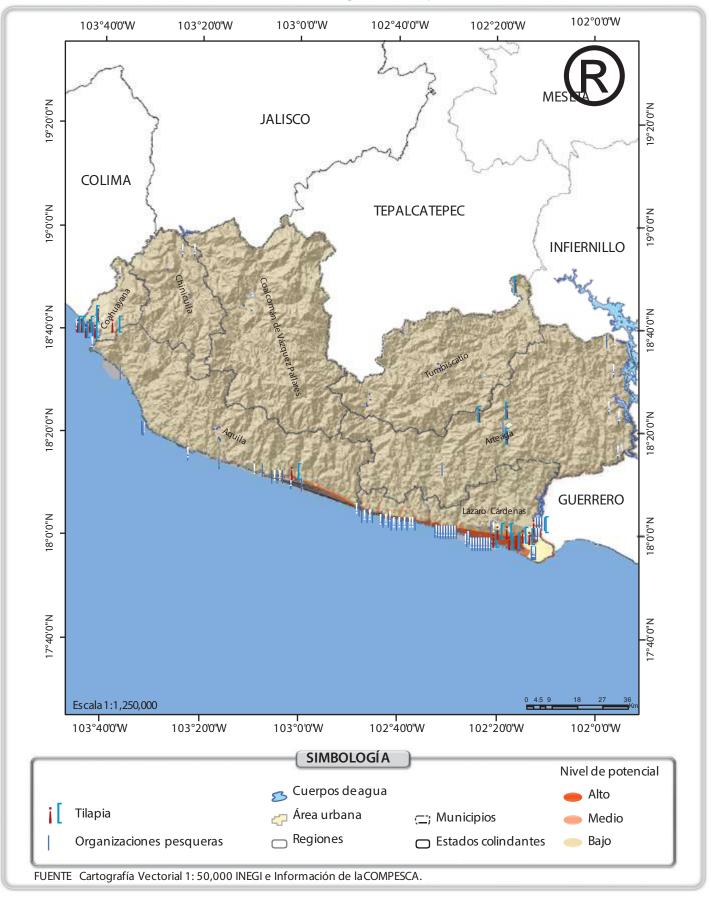
La pesca costera predomina en esta región sobre la pesca en aguas dulces al sur de la presa de Infiernillo y la presa La Villita, con la presencia de las organizaciones pesqueras que se enlistan a continuación (número de socios entre paréntesis):

- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Ribereña, Mediana, Altura y Servicios "29 de Julio" SC de RL(17)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Ribereña, Mediana, Altura y Servicios "Boca del Río" SC de RL(23)

PezSierra. Vázquez



Mapa 9.1 Región Costa: Tilapia.



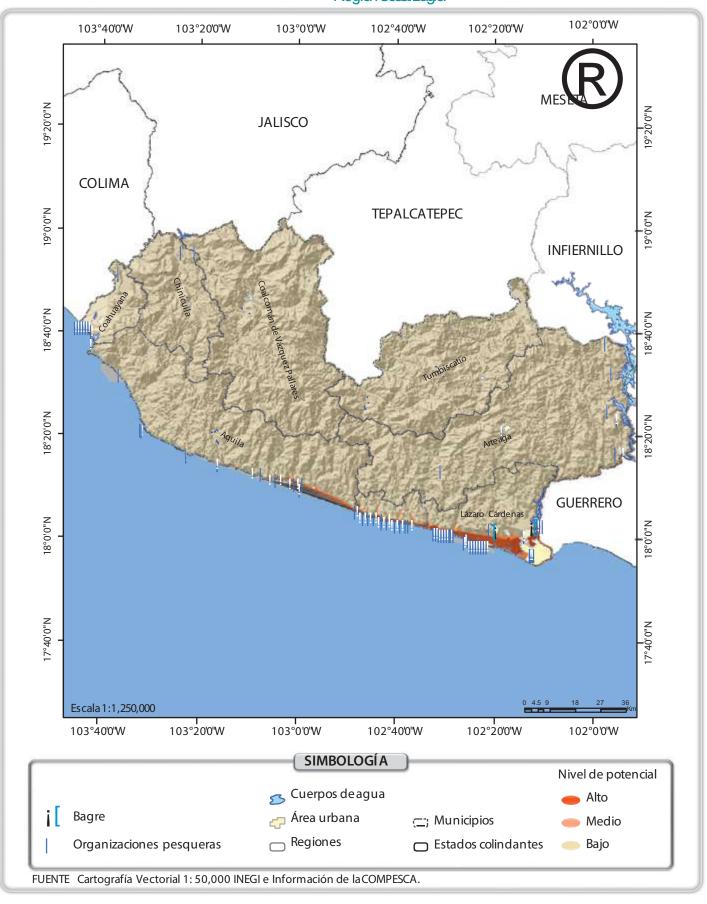
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Ribereña, Mediana, Altura y Servicios "Caribeña" SC de RL(34)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Ribereña, Mediana, Altura y Servicios "Lázaro Cárdenas" SC (56)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Ribereña, Mediana, Altura y Servicios 'La Huerta' SC de RL(31)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Ribereña, Mediana, Altura y Servicios "Los Navegantes" SC de RL(?)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Ribera y Altura "Pescadores del Pacífico" SC de RL(7)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Altura "Pescadores del Bejuco" SCL(24)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera y Servicios Turísticos "Bahía Caletilla" SC de RL(10)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera y Servicios Turísticos "Nuevo Horizonte" SCL(53)

- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Atacual" SCL (80)

Presa La Villita, Lázaro Cárdenas. Bernal



Mapa 9.2 Región Costa: Bagre.

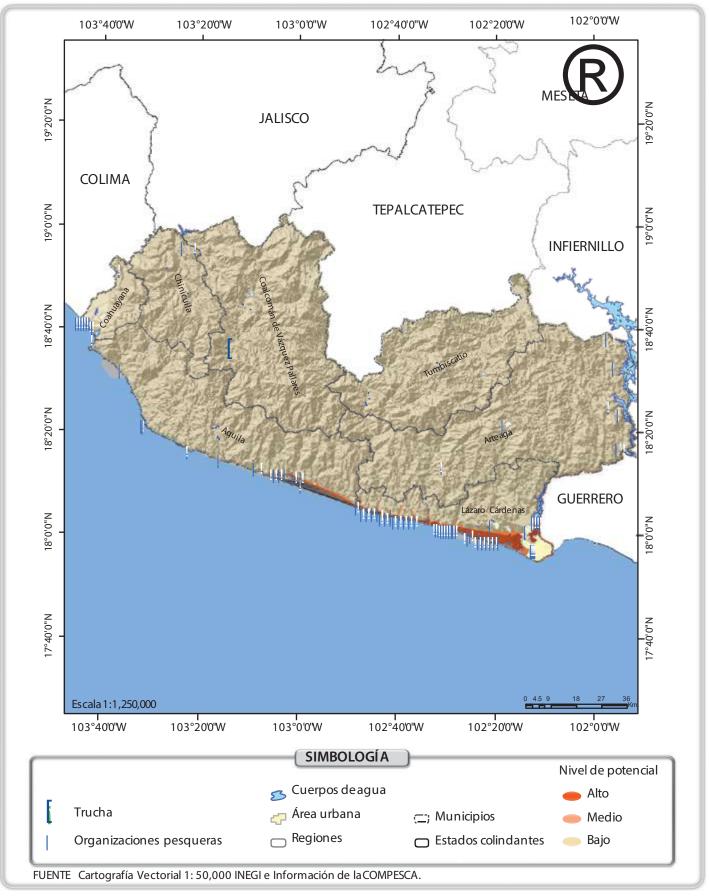


- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Barra de Santa Ana" SC de RL(39)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Altair" SC de RL(10)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Bahía Bufadero" SCL (50)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Bahía Palmera" SCL (10)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Bahía Bufadero" SCL (50)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Barra de Pichi" (17)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Chocoquillo" SCV (16)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Chuquiapan 85" (16)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Costa de Michoacán" SCL
 (62)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "El Balsas" (48)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "El Descansadero" SCL (112)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera 'El Mar y nuestra Costa Michoacana" (5)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "El Pomo" SC de RL(22)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "El Ranchito de San Telmo" SCL(32)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "El Zapote Uno" SCL (13)



Tilapia cultivada en el Centro Acuícola del Infiemillo. Israde

Mapa 9.3 Región Costa: Trucha arco iris.



- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Isla de la Palma" SC de RL (18)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Juan N. Álvarez" S de RL
 (20)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Komak Kuixtla Pomaro"
 (19)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "La Manzanilla" SCL(11)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "La Panga" SCL (77)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Laguna Verde" SCL (38)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Langostino del Órgano"
 SCL(11)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Las Peñas" SCL (12)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Los Pelícanos" SC de RL
 (12)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Los Tres Rivera" SC de RL
 (6)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Máquina 501" SCL (12)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Marea Alta" SCL (13)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Mexcalhuacán" SCL (19)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Motín del Oro" SCL (19)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Morrochino" SCL(19)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Paso de Godoy" SCL (32)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Paso de Vacas" SC de RL
 (26)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores de la Valenciana" SCL(32)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores de Lázaro Cárdenas" SCL (70)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores de Tizupan"
 SCL(9)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pomaro" SCV (23)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Plan de Armas" SCL (29)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Playa La Ventana" (22)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Playa Prieta" SCL (35)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Puerto de Solano" SCL (1)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Real Pescadores" SCL (50)

- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Ribereña del Balsas" SC de RL(25)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Río Balsas" SCL (19)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Río Nexpa" (15)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Taracosta" SCL (14)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Tonatiuh" SC de RL de CV
 (25)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Viva el Mar" SC de RL (6)
- Sociedad de Solidaridad Social "Pescadores Unidos de Pantla" (17)
- Sociedad de Solidaridad Social "Salinas de la Placita" (24)
- Unión de Pescadores "Barra del Tigre" S de SS (21)
- Unión de Pescadores "El Habillal" (?)
- Unión de Pescadores 'El Huinduri' (44)
- Unión de Pescadores "Eréndira de Garita" (48)
- Unión de Pescadores "LaTortuga" (14)
- Unión de Pescadores "Los Nopales" (21)
- Unión de Pescadores "Mata de Carrizo" (44)
- Unión de Pescadores "Pinzandarán" (34)
- Unión de Pescadores "Playa Azul" S de SS (8)
- Sociedad de Solidaridad Social "Boca de Apiza" (17)
- Sociedad de Solidaridad Social "Los Trojeños" (23)
- Grupo Solidario Mancomunado (16)
 - Total: 1 907 pescadores organizados y 33 permisionarios

En la región Costa, la actividad pesquera constituye un amortiguador social en condiciones socioeconómicas de marginación 3 y 4. Además del mar, las presas de mayor proporción son "Las Trojes" (184 ha) en el municipio de Chinicuila; La Villita y una parte que corresponde a la presa del Infiernillo. Los municipios con mayor número de cuerpos de agua son Lázaro Cárdenas (24 permanentes y nueve intermitentes) y Aquila (27 permanentes y cuatro intermitentes). Asmismo, existe una cantidad importante de UPA para el cultivo del bagre y langostino en Lázaro Cárdenas, principalmente (v. catálogo de fichas del CESAMICH y base de datos de la COMPESCA para mayor información sobre cada UPA presente en elárea).

El Centro Tecnológico de Producción, Capacitación e Investigación Pesquera y Acuícola "El Infiernillo" produce crías y juveniles de tilapia (*Oreochromis*



spp.) para fines de repoblamiento de cuerpos de agua y siembra en unidades de cultivo de jaulas flotantes y estanquería. Las instalaciones se localizan al suroeste del estado, aledañas a la cortina de la presa de Infiernillo y apoyan directamente a los pescadores y acuicultores de los municipios de Churumuco, Arteaga, La Huacana y Múgica, en la región de Infiernillo. La producción del centro fue de 3219000 crías de tilapia en 2007.

MARGINACIÓN 123

Marginación: 3



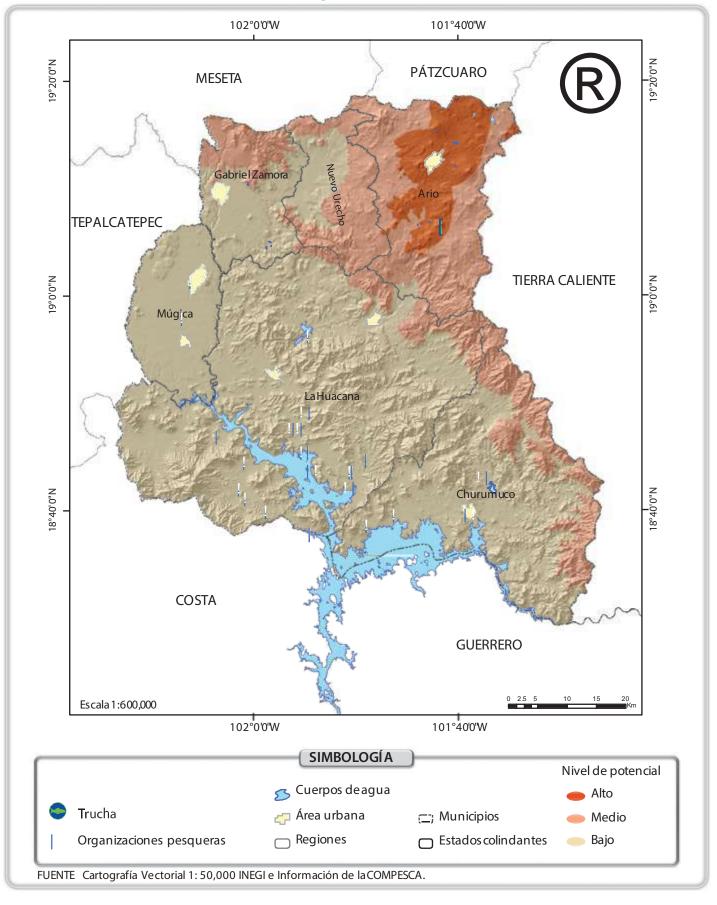
El municipio más poblado es Lázaro Cárdenas y representa un polo de desarrollo económico con una dinámica muy diferente al resto de la región con municipios de marginación 3 (Arteaga, Coahuayana, Coalcomán, Chinicuila y Tumbiscatío) y 4 (Aquila). La población urbana (187 190 habitantes) rebasa en cerca de quince veces la población rural (13 910 habitantes). Arteaga y Coalcomán cuentan con alrededor de 11 000 habitantes en dos contrapartes geográficas. El extremo en Chinicuila y Aquila es de cero habitantes en población urbana, y solamente Tumbiscatío cuenta con un núcleo de población ligero que asciende a 2 721 en la zona urbana y 7 432 en la parte rural. La mayoría de localidades en la región son de menos de 100 habitantes.



La mayor parte de la superficie de esta región se ubica sobre la altura de 520 msnm. Las variaciones topográficas, geológicas y de suelos permiten, bajo el clima cálido subhúmedo del litoral, el desarrollo del bosque tropical caducifolio o selva baja. Entre los principales cultivos destacan maíz, limón agrio, melón, plátano y mango.



Mapa 10.1 Región Infiemillo: Trucha arco iris.



Región Infiernillo

La región está formada por los municipios de Ario, Churumuco, La Huacana, Gabriel Zamora, Múgica y Nuevo Urecho.

Especie representativa: Tilapia

Modalidad de producción: 1, 2



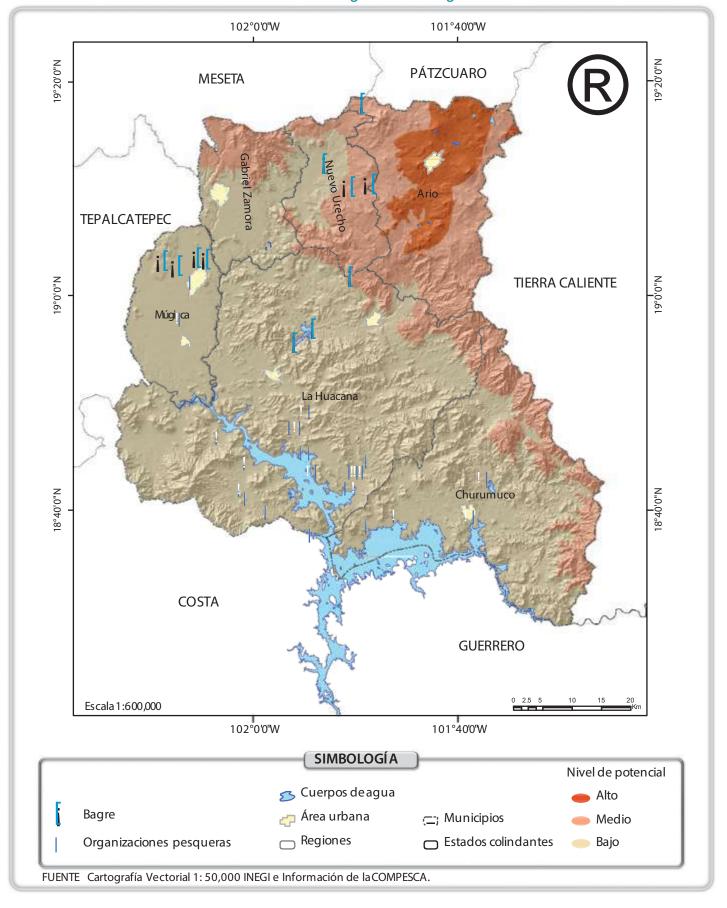


El cuerpo de agua más representativo de esta región es la presa del Infiernillo, en una condición marginal con relación a los polos de desarrollo económico. Aquí destaca la pesca como una actividad de acceso prácticamente abierto, que proporciona empleo e ingreso a los pescadores en comunidades de los municipios de La Huacana, Churumuco y Múgica, mismas que se enlistan a continuación (número de socios entre paréntesis):

- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Curicave" SCL (26)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "El Ciriancito" SCL (80)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Grupo Pesquero Balsas del Río" SC de RL(28)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Huerta de Gámbara" SCL
 (66)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Las Cahuingas" SCL (21)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pedrizco" (27)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores del Infiernillo"
 SC de RL(45)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Piedra Verde" SCL (39)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Potrerillos de Rentería" SCL(51)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "San Pedro Barajas" SCL (92)
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Sin Agua" SCL(37)
- Unión de Pescadores
 "Adolfo López Mateos"
 (63)
- Unión de Pescadores "Churumuco" (353)



Mapa 10.2 Región Infiemillo: Bagre.



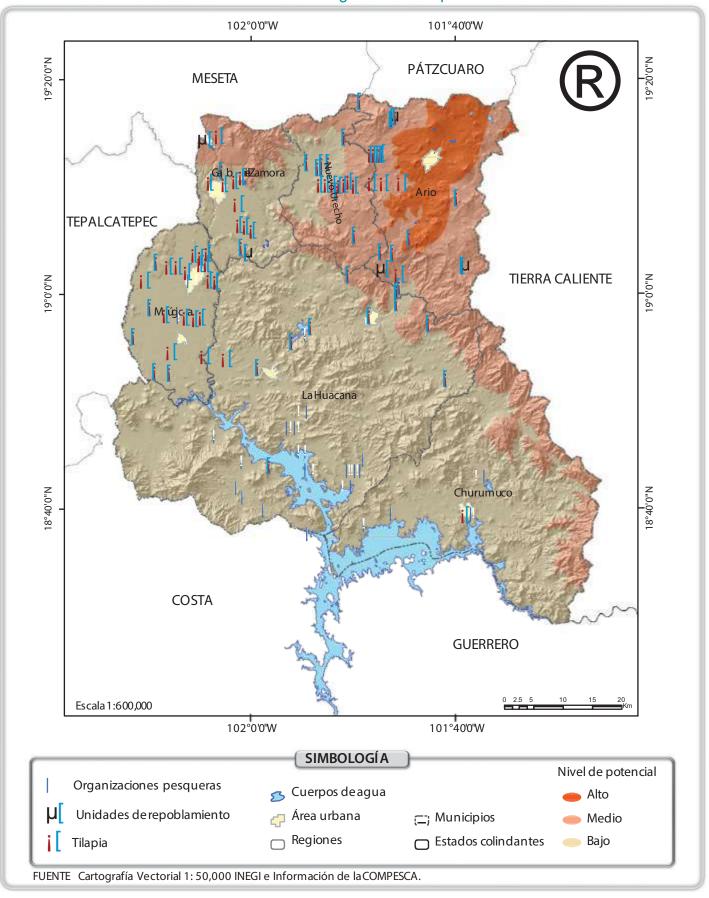
- Unión de Pescadores "Democráticos" (30)
- Unión de Pescadores "El Canelo" (49)
- Unión de Pescadores "El Colorado" (32)
- Unión de Pescadores 'El Cueramal' (25)
- Unión de Pescadores 'El Letrero' SCL (40)
- Unión de Pescadores 'ElLindero' (36)
- Unión de Pescadores 'El Mezquite' (40)
- Unión de Pescadores "El Veladero" (25)
- Unión de Pescadores "Guadalupe Oropeo" (54)
- Unión de Pescadores "Ing. Luis Martínez Villicaña" (22)
- Unión de Pescadores "LaLoma" (47)
- Unión de Pescadores "Las Pilitas" (1)
- Unión de Pescadores "Los Romero" (13)
- Unión de Pescadores "Miguel Hidalgo" (90)
- Unión de Pescadores "Nuevo Centro" (69)
- Unión de Pescadores "San José de Anota" (14)
- Unión de Pescadores "San Miguel de las Estancias" (28)

Presa El Infiernillo. Bernal Unión de Pescadores "San Simón" (63)
 Total: 1 606 pescadores organizados



La captura de tilapia, principalmente, permite arraigar a las personas en el medio rural y propiciar el desarrollo paulatino de estas áreas. La pesquería del Infiernillo ha llegado a reportar más de 25 000 ton de productos pesqueros (1987). Otros cuerpos de agua con organizaciones pesqueras son la presa del Cueramal en el municipio

Mapa 10.3 Región Infiemillo: Tilapia.



de Churumuco (134 ha) y la presa de Zicuirán en La Huacana. Los cuerpos de agua intermitentes aparecen únicamente en Ario (8, menores de 1.3 ha) y Gabriel Zamora (3 menores de 1 ha); y aquellos de carácter permanente en los municipios de Gabriel Zamora (9, entre 0.5 y 3.1 ha); La Huacana (13, entre 1.1 y 10.9 ha) y Múgica (19, entre 0.5 y 7.3 ha).

MARGINACIÓN 23

Marginación: 3



Sólo tres municipios tienen el mayor número de habitantes (Ario, Nueva Italia y La Huacana). El grado de marginación aumenta hacia el sur desde los municipios de Ario, Nuevo Urecho y La Huacana; para alcanzar un nivel 4 en Churumuco, donde se asocia paralelamente la mayor captación de remesas.

Información adicional



La parte alta de la subcuenca Cupatitzio-Cajones no pertenece a esta región, aunque es vital para la agricultura y las manchas urbanas, sobre todo en los casos de los municipios de Gabriel Zamora y Múgica con un grado de marginación 2. Existen áreas conservadas de bosque hacia el norte y hacia el sur predomina la selva baja caducifolia, en función de las diferencias altitudinales. En el uso del suelo se practica la agricultura de riego y de temporal, con áreas alternadas de pastizal. El deterioro de los suelos avanza rápidamente producto de 1. la agricultura y ganadería extensiva; 2. deforestación, 3. contaminación con agroquímicos y 4. quemas.

Producción tilapia en El Infiemillo. Bernal



ANÁLISIS DEL AGUA PARA TREINTA CASOS DE ESTUDIO

Introducción

La falta de datos sobre los numerosos cuerpos de agua regionales restringe la posibilidad de correlacionar variables en un amplio contexto geográfico, como es el caso del índice morfoedáfico (IME) aplicado a regiones del hemisferio norte (p.ej., Ryder 1965; Melack 1976). Una primera aproximación desde esta perspectiva para América Latina incluye el caso del lago de Zirahuén en Michoacán (Salas y Martino 1991). Sin embargo, en el proceso de construcción del modelo general que considera al fósforo como el elemento limitante de la productividad acuática, los autores decidieron descartar este lago por considerar que la tasa de renovación hidráulica no resulta comparable al funcionamiento de los demás lagos y presas en la extensa región. Otros casos considerados en territorio mexicano fueron los lagos de Cajititlán y Chapala en Jalisco, así como las presas Tequesquitengo en Morelos y Requena en Hidalgo.

El análisis espacial de los cuerpos de agua inicia en Michoacán de forma rudimentaria con Bernal-Brooks y MacCrimmon (2000b), quienes vuelven a postular una sensibilidad climática para los lagos de Zirahuén, Pátzcuaro, Cuitzeo y Chapala, en favor de la hipótesis propuesta por Hutchinson *et al.* (1956). En Pátzcuaro, la aportación de pruebas a favor de la lluvia como el componente principal del ciclo hidrológico progresa (Bernal-Brooks *et al.* 2002b), así como la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG) para analizar la relación histórica entre niveles, área y cambios de superficie en diferentes sectores al interior del cuerpo de agua (Gómez-Tagle Chávez 2001; Gómez-Tagle Chávez *et al.* 2002).

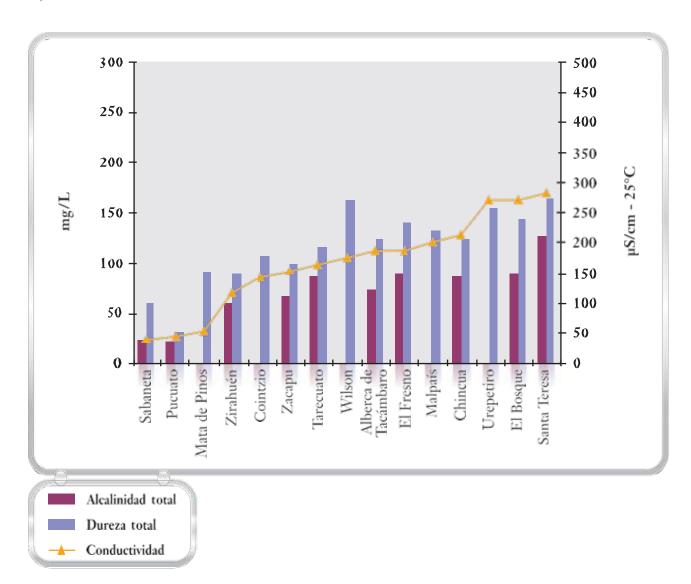
Israde (2005) divide los cuerpos de agua de Michoacán, según su origen, en cinco tipos: lagos tectónicos, lagos vulcano-tectónicos, lagos cratéricos, ríos y cuerpos de agua artificiales. Los 1 746 cuerpos de agua registrados en Michoacán presentan además diferentes relaciones con la fisiografía, hidrología y clima, de tal forma que establecer generalidades entre ellos resulta complicado, especialmente con aquellos pequeños embalses de utilización múltiple en el medio rural, donde la contaminación orgánica refleja la intensidad de las prácticas de manejo en los alrededores. Eutrofización cultural, contaminación industrial, azolvamiento o combinaciones de lo anterior reúnen características de "ecosis-

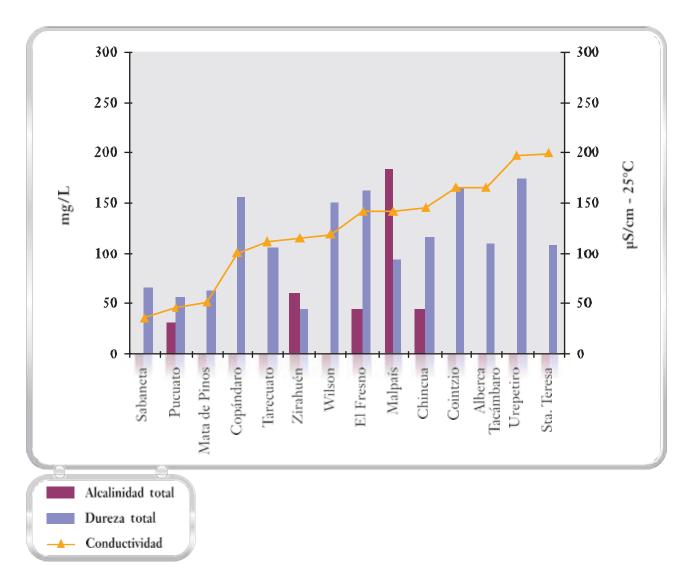
temas forzados" (Margalef 1983), sustancialmente distintos a aquellos medios acuáticos en estado "sano" y con una calidad de agua excepcional asociada a actividades turísticas y recreativas (*p.ej.*, Zirahuén, Camécuaro).

Grados de mineralización

Una ampliación del conocimiento limnológico a un mayor número de cuerpos de agua en la entidad, más allá de los casos de Zirahuén, Pátzcuaro y Cuitzeo, permitirá gradualmente el desarrollo de una base conceptual de aplicación regional. Como punto de partida, el CRIP Pátzcuaro realizó un análisis preliminar de treinta casos de estudio en el territorio michoacano, entre los que se encuentran los más conocidos y de mayor extensión, al igual que los lagos cráter. La

GRÁFICA 5 Época de secas, grado de mineralización bajo, 2005.

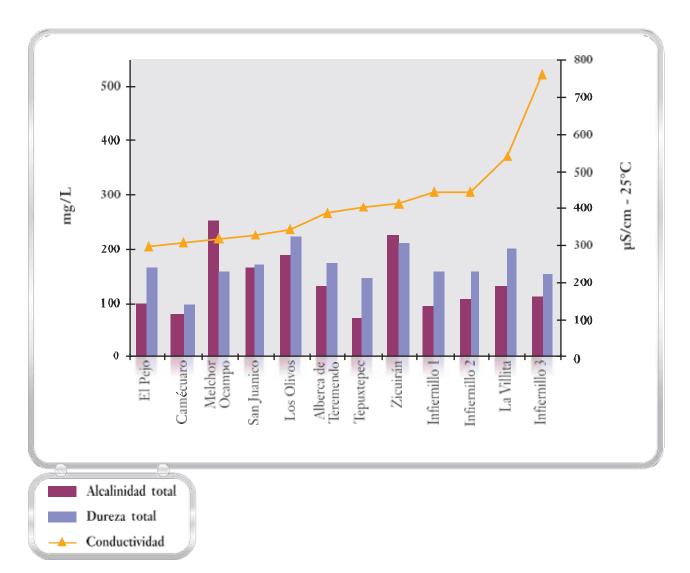




toma de datos de campo y el análisis de una muestra de agua para cada caso tanto en temporada de secas como lluvias, en 2005, permitió llegar algunas generalizaciones en función del grado de mineralización tal como lo hiciera Margalef (1976) para los embalses españoles. Ladominancia del sistema carbonatos-bicarbonatos en el contenido iónico permite distinguir tres niveles en el caso de Michoacán: bajo e intermedio, por una parte, y alto, particularmente, en los lagos de cuencas cerradas como Pátzcuaro y Cuitzeo, en las cuales la composición química llega incluso a diferir de la gran mayoría de casos analizados.

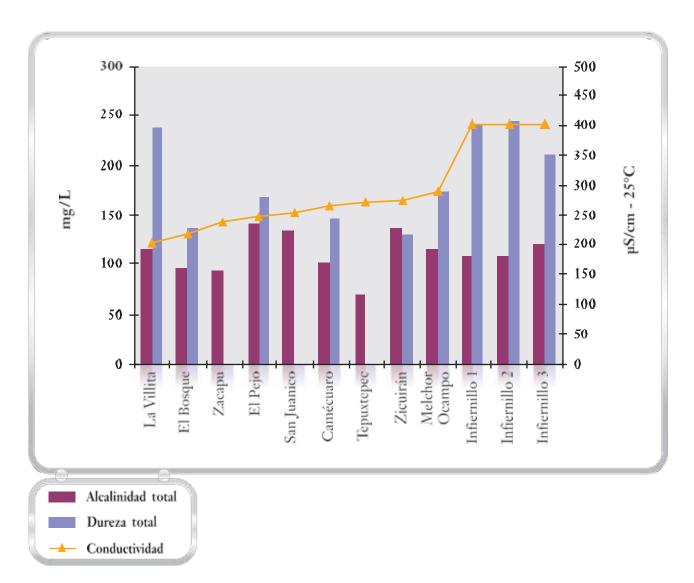
- *Grado de mineralización bajo* (<300 μS/cm, ν gráficas 5 y 6). Los valores más bajos agrupan embalses ubicados en elevaciones por arriba de los

GRÁFICA 6 Época de Iluvias, grado de mineralización bajo, 2005.



GRÁFICA **7** Época de secas, grado de mineralización intermedio 2005.

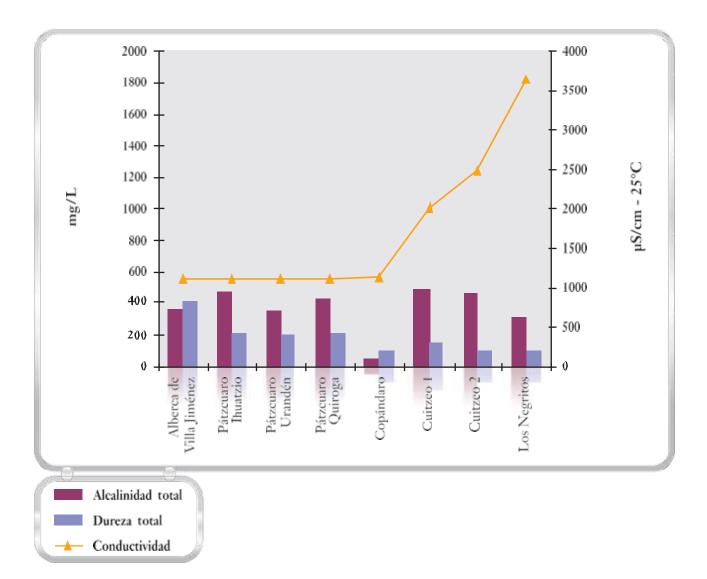
2 300 msnm, como las presas de Sabaneta, Pucuato, Mata de Pinos. Al grupo pertenecen también los lagos de Zirahuén y "La Alberca" de Tacámbaro; así como las presas de Cointzio, Tarecuato, Aristeo Mercado Wilson, El Fresno, Malpaís, Chincua, Urepetiro y Santa Teresa, todos ellos por arriba de los 1 700 msnm. El lago de Zacapu y la presa del Bosque presentan una transición ligera al grado de mineralización intermedio durante la época de lluvia, probablemente por el efecto de escurrimientos periféricos procedentes de la cuenca de drenaje. Lo contrario ocurre en la presa Copándaro, ya que debido a la escasa profundidad el grado de mineralización cambia de manera extrema, de alto en la temporada de secas, a bajo en la



época de lluvias. En prácticamente todos estos cuerpos de agua la dureza domina sobre la alcalinidad, a excepción de Malpaís en época de lluvias.

Grado de mineralización intermedio (300-1000 μS/cm, ν gráficas 7 y 8). La conductividad aumenta progresivamente con el descenso de altitud (2 100 m aproximadamente hasta el nivel del mar) y una mayor incorporación de agua a través de distintos tributarios hacia los diversos sistemas acuáticos. Los lagos de Camécuaro y la alberca de Teremendo, y las presas de El Pejo, San Juanico, Los Olivos, Tepuxtepec, Zicuirán, Infiernillo y La Villita se ubican en esta categoría. En particular, la alberca de Teremendo y la presa de Los Olivos transitan entre las categorías intermedia y alta, probablemente a consecuencia de los escurrimientos procedentes de la cuenca

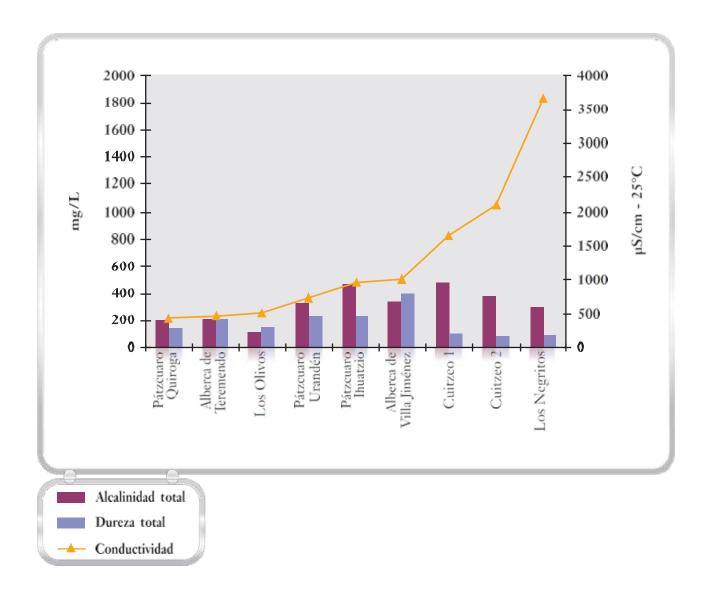
Gránca 8 Época de Iluvias, grado demineralización intermedio, 2005.



Gránca 9 Época de secas, grado de mineralización alto, 2005.

de captación durante la época de lluvias. Por otra parte, en este grupo de embalses la dureza domina sobre la alcalinidad, salvo dos excepciones, la presa Melchor Ocampo durante la época de secas y la presa de Zicuirán.

Grado de mineralización alto (>1 000 μS/cm, ν gráficas 9 y 10). Las cuencas cerradas poseen los grados más altos de mineralización y la alcalinidad domina sobre la dureza, como ocurre en los lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo y Los Negritos. Lapérdida de agua por evaporación superficial o la evapotranspiración de las plantas coincide con una mayor concentración del contenido iónico en el agua y la contribución aparentemente mayor de sodio y potasio al aumento en la conductividad. La alberca de Villa Jiménez pertenece a este grupo de cuerpos de agua con una relación dureza/alcali-

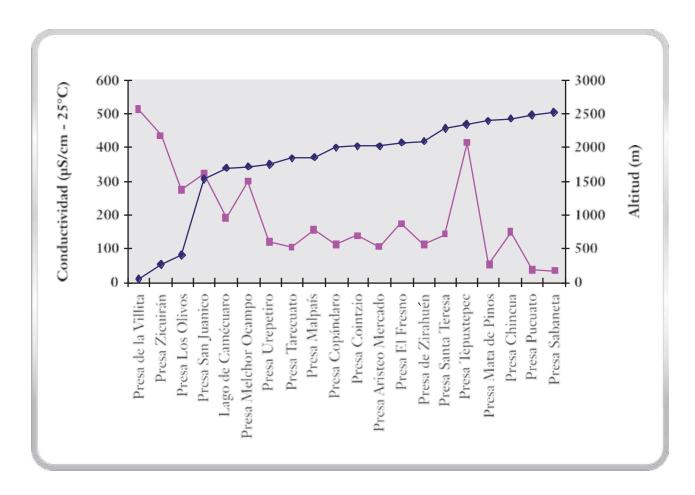


nidad ligeramente favorable para la primera variable; así también la presa de Copándaro en época de secas, la cual concentra al máximo el contenido iónico en el escaso volumen de agua presente en el sitio.

Gránca 10 Época de Iluvias, grado de mineralización alto, 2005.

Altitud

Una segunda generalización corresponde a la relación entre la altitud del cuerpo de agua con los grados de mineralización bajo e intermedio, es decir, a mayor altitud menor conductividad y viceversa (v. gráfica 11). Seexcluyen los casos de las presas Melchor Ocampo y Tepuxtepec ubicadas a mayor altitud y con un grado de mineralización intermedio ligado a vertimientos de desechos



GRÁFICA 11 Relación entre conductividad y altitud para 30 cuerpos de agua de Michoacán. 2005.

industriales en sus respectivas cuencas de captación. Amedida que la integración de tributarios ocurre aguas abajo, los contenidos iónicos aumentan progresivamente hasta la desembocadura de los ríos Balsas y el Lerma en el océano Pacífico.

Variaciones físico-químicas

La tercera generalización corresponde a las variaciones temporales físicas y químicas que reflejan la importancia del agua de lluvia en el balance hídrico regional. Para las regiones tropicales, el cambio de estación fría de secas a la cálida lluviosa trae consigo consecuencias ecológicas relevantes. En esta parte de México, la duración de la estación seca es de aproximadamente ocho meses con una predominancia de pérdida de agua por evaporación y aumento en la concentración de nutrientes en lagos y presas (Limón y Lind 1990). Es decir, durante la época de secas, la pérdida gradual de agua por evaporación super-

ficial y evapotranspiración de plantas conduce a un aumento progresivo de la conductividad en general, debido a la concentración del contenido iónico. Por el contrario, la lluvia diluye el contenido iónico del agua de los lagos, aunque también ingresa nutrientes, producto del arrastre de las cuencas de captación, y nitrógeno aportado por la precipitación atmosférica. En consecuencia, la conductividad disminuye por una dilución del contenido iónico. Esta relación fue documentada por Akocer y Bernal-Brooks (2002) para el lago de Pátzcuaro, donde quedaron manifiestas variaciones espaciales y temporales relacionadas con las dos estaciones del año: secas y lluvias. En otros casos, como los lagos cráter de Puebla (Alcocer y Escobar 1990), y quizás sea el caso para los lagos cráter de Michoacán, el balance hidrológico cuenta con aportaciones mayores de agua subterránea de tal manera que las extracciones del líquido del subsuelo en los alrededores de los lagos para fines agropecuarios impacta severamente los niveles de agua en el medio lacustre.

Una consideración que no llega a ser una generalidad para los cuerpos de agua regionales radica en el papel que juegan los nutrientes, nitrógeno y fósforo, en relación a la productividad primaria. Por una parte, los análisis realizados por el CRIP Pátzcuaro mediante métodos estándares de muestras de agua para treinta casos de estudio tomadas en secas y lluvias, muestran una proporción baja para el nitrógeno inorgánico en relación al fósforo total. Este hecho sugiere que el nitrógeno juega un papel de elemento limitante; sin embargo, la limitación por nutrientes ha sido abordada también desde un punto de vista experimental, utilizando el alga *Selenastrum capricornutum* como organismo de prueba, con resultados variables para los cuerpos de agua en territorio michoacano (Hernández *et al.* 2001). Un fenómeno de colimitación entre nitrógeno y fósforo tanto para Zirahuén (Bernal-Brooks *et al.* 2002) como para Pátzcuaro (Bernal-Brooks *et al.* 2003) indica que ambos nutrientes actúan como limitantes de la productividad, una aparente contradicción con la Ley de Liebig, la cual establece que sólo un nutriente puede ser limitante.

La infraestructura hídrica más abundante de Michoacán está representada por el microembalse temporal, de utilidad práctica en el aprovechamiento piscícola, al ofrecer una oportunidad de obtener alimentos de alto valor nutricional a bajo costo durante el tiempo de retención de agua de aproximadamente ocho a nueve meses. Huipe-Ramos (2007) llevó a cabo una investigación bajo la dirección de Bernal-Brooks para definir la "capacidad de carga" de microembalses para la acuicultura extensiva y semintensiva con carpa *Cyprinus carpio*. El enfo-

que del trabajo combinó pruebas empíricas (siembra-cosecha) en microembalses a diferentes niveles de siembra; así como experimentales en estanques del Centro Acuícola con tres tipos de densidad y tres tipos de alimentación combinados, para concluir que el nivel de siembra a la "capacidad de carga" de los embalses es de un organismo por cada dos metros cuadrados para operaciones extensivas; es decir, cuando los organismos sembrados dependen del alimento natural para su desarrollo; y un organismo por metro cuadrado para operaciones semintensivas que contemplan la aplicación de alimento suplementario.

FICHAS INFORMATIVAS DETREINTA CUERPOS DE AGUA DEMICHOACÁN

Municipios

Pátzcuaro, Quiroga, Erongarícuaro y Tzintzuntzan

Superficie

9 054 ha

Actividad económica

Turismo

Usos

Pesca, acuicultura, riego de parcelas agrícolas, reserva de especies nativas

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de aguas de desecho, residuos sólidos, proliferación de lirio acuático, erosión en la cuenca circundante

Estudios realizados

Alcocer-Durand y Bernal-Brooks, F W, 2002; Ancona et al, 1940; Bernal-Brooks, 2002; Bernal-Brooks et al, 2002a,b; Bernal-Brooks, 2003; Chacón, 1989, 1992, 1993a,b; Chacón et al., 1991; De Buen, 1941a,b; De Buen, 1944a,b; Deevey, 1957; Garduño-Monroy et al., 2002; Gómez-Tagle Chávez, 2001; Gómez-Tagle Chávez et al., 2002; Hernández et al., 2001; Lara, 1980; Osorio-Tafall, 1941, 1944; Planas y Moreau, 1990; Rosas et al., 1993; Sladecek y Vilaclara, 1993; Solórzano Preciado, 1955; Téllez y Motte, 1980

101°44'24"W 19°25'48"N

Municipios

Pátzcuaro, Quiroga, Erongaricuaro y Tzintzuntzan

Superficie

9 054 2 129 ha

Actividad económica

Turismo

Usos

Pesca, acuicultura, riego de parcelas agrícolas, reserva de especies nativas

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de aguas de desechos, residuos sólidos, proliferación de lirio acuático, erosión en la cuenca circundante

Estudios realizados

Bernal-Brooks, 1988; Bernal-Brooks y Mac Crimmon, 2000a,b; Chacón y Múzquiz, 1991; Cruz, 1995; De Buen, 1943; Hernández et al., 2001; Martínez-Almeida y Tavera, 2005; Ordóñez et al., 1982; Salas y Martino, 1991

Lago de Camécuaro

Ubicación geográfica

102°12'36"W 19°53'60"N

Municipios

Tangancícuaro

Superficie

5 6960 ha

Actividad económica

Área natural protegida, turístico

Usos

Ninguno

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de aguas residuos sólidos por turistas

Estudios realizados

Hernández et al., 2001; Bonilla Vázquez y Gutiérrez Yurrita, 2007; Ruiz Rojas et al., 2007



101°47'24"W 19°49'48"N

Municipios

Zacapu

Superficie

24.3783 ha

Actividad económica

Área recreativa municipal

Usos

Pesca

Impactos ecológicos evidentes

Ninguno

Estudios realizados

Moncayo et al., 2001



100°41'24"W 19°37'12"N

Municipios

Hidalgo

Superficie

195.7533 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Turismo, actividades recreativas y pesca deportiva

Impactos ecológicos evidentes

Estudios realizados



100°40'12"W 19°37'12"N

Municipios

Hidalgo

Superficie

84.5188 ha

Actividad económica

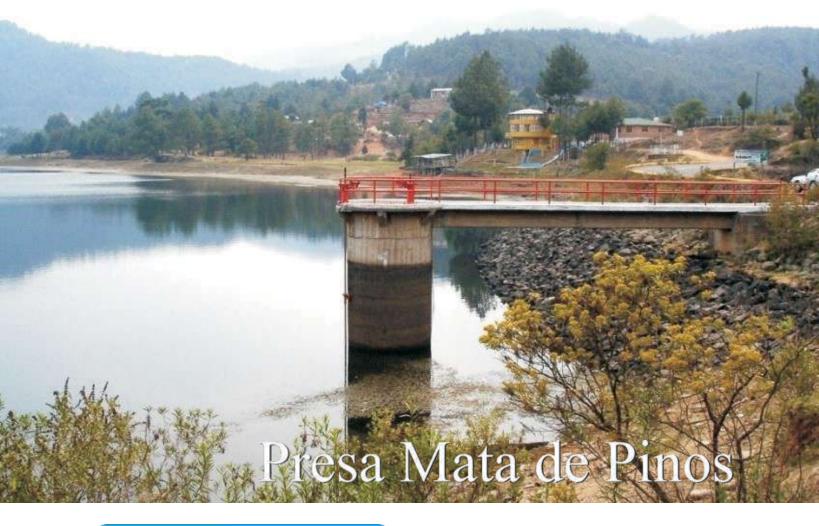
Riego

Usos

Turismo, actividades recreativas y pesca deportiva

Impactos ecológicos evidentes

Estudios realizados



100°36'36"W 19°33'36"N

Municipios

Hidalgo

Superficie

229.7056 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Turismo, actividades recreativas y pesca deportiva

Impactos ecológicos evidentes

Ninguno

Estudios realizados

Lago Cráter "Hoya de los Espinos"

geográfica

101°46'12"W 19°54'36"N

8 3797 ha

Actividad económica

Turismo y actividades recreativas

Ninguno

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de desechos sólidos por turistas

101°27'36"W 19°12'36"N

Municipios

Tacámbaro

Superficie

8 3375 ha

Actividad económica

Turismo y actividades recreativas

Usos

Ninguno

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de desechos sólidos por turistas

101°27'00"W 19°48'36"N

Municipios

Morelia

Superficie

16 1232 ha

Actividad económica

Turismo y actividades recreativas

Usos

Abrevadero de ganado

Impactos ecológicos evidentes

Eutroficación

102°36'36"W 20°03'36"N

Municipios

Villamar

Superficie

36 6934 ha

Actividad económica

Turismo y actividades recreativas

Usos

Acuicultura

Impactos ecológicos evidentes

Ninguno

Estudios realizados

Hernández et al, 2001; Torres Bugarín et al, 2007

geográfica

101°47'60"W 18°38'24"N

32 939.1747 ha

Actividad económica

Generación de energía eléctrica

Pesca, acuicultura, riego de parcelas agrícolas

Impactos ecológicos evidentes

industriales procedentes de las cuencas de los ríos Balsas y Tepalcatepec

Bernal-Brooks, 1984; Cortés Altamirano y Arredondo, 1976; Jiménez-Badillo, 2006; Jiménez Badillo y Nepita Villanueva, 2000

102°11'24"W 18°03'36"N

Municipios

Lázaro Cárdenas

Superficie

I 739 9043 ha

Actividad económica

Generación de energía eléctrica

Usos

Pesca y acuicultura

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de aguas de desecho industriales

Presa Tepuxtepec

Ubicación geográfica

100°15'36"W 20°01'48"N

Municipios

Contepec, Epitacio Huerta

Superficie

3 326.7288 ha

Actividad económica

Generación de energía eléctrica

Usos

Pesca

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de aguas de desechos procedentes de l alto Lerma

Presa Cointzio

Ubicación geográfica

101°15'00"W 19°36'36"N

Municipios

Morelia

Superficie 434 8446 ha

Actividad económica

Agua potable para Morelia

Usos

Actividades recreativas

Impactos ecológicos evidentes

Erosión en la cuenca circundante



101°40'12"W 19°55'12"N

Municipios

Villa Jiménez

Superficie

608.5738 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Impactos ecológicos evidentes

Erosión en la cuenca circundante



100°24'36"W 19°49'48"N

Municipios

Maravatío

Superficie

253.2910 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Ninguno

Impactos ecológicos evidentes

Erosión en la cuenca circundante



100°09'36"W 19°53'24"N

Municipios

Contepec

Superficie

148.8302 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Impactos ecológicos evidentes

Erosión en la cuenca circundante



100°17'60"W 19°45'36"N

Municipios

Senguio

Superficie

203.7166 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Impactos ecológicos evidentes

Erosión en la cuenca circundante



100°57'00"W 18°41'24"N

Municipios

Huetamo

Superficie

72.6388 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Impactos ecológicos evidentes

Erosión en la cuenca circundante



102°52'12"W 19°12'36"N

Municipios

Tepalcatepec

Superficie

167.1570 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Impactos ecológicos evidentes

Erosión en la cuenca circundante

geográfica

101°36'36"W 20°02'24"N

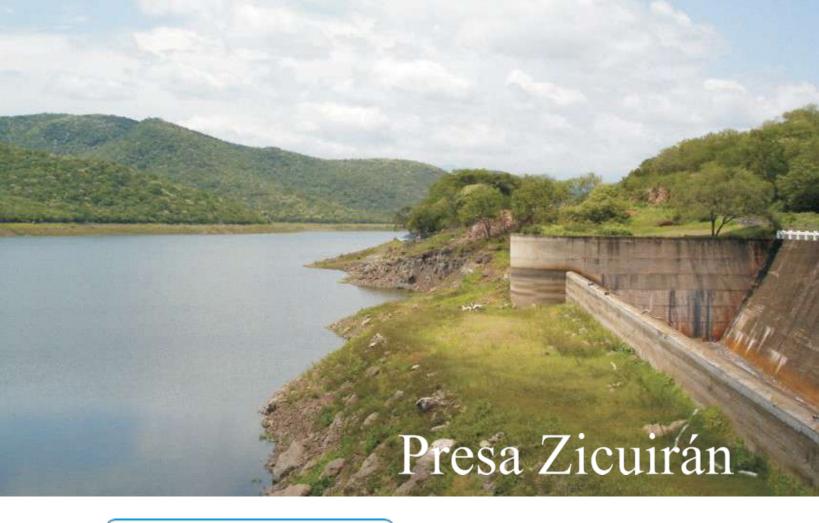
241.5700 ha

Actividad económica

Riego

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de agu s de desechos de la actividad agropecuaria tr d cido en masas de lirio acuático



101°54'36"W 19°51'00"N

Municipios

La Huacana

Superficie

338.7602 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Acuicultura

Impactos ecológicos evidentes

Erosión en la cuenca circundante

geográfica

100°25'12"W 19°22'48"N

820.6863 ha

Actividad económica

Riego

Pesca

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de aguas de desechos municipales y residuos sólidos

101°43'12"W 20°07'48"N

Municipios

Angamacutiro

Superficie

| 27 | 6896 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Pesca

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de aguas de desechos industriales a lo largo de la cuenca del río Angulo

geográfica

102°38'24"W 19°49'48"N

I 175.5481 ha

Actividad económica

Riego

Pesca

Impactos ecológicos evidentes

Erosión en la cuenca circundante y proliferación de lirio acuático en las orillas

Ubicación geográfica 100°51'36"W 19°48'36"N Municipios Queréndaro Superficie 814 2885 ha Actividad económica Riego

Impactos ecológicos evidentes

Erosión en la cuenca circundante y proliferación de lirio acuático

Estudios realizados

Usos Pesca

geográfica

101°39'36"W 19°53'60"N

50.0373 ha

Actividad económica

Riego

Impactos ecológicos evidentes

Presa que por su grado de azolvamiento se encuentra en una etapa terminal cercana a su extinción

102°31'12"W 19°50'24"N

Municipios

Tangamandapio

Superficie

3 I 2903 ha

Actividad económica

Riego

Usos

Ninguno

Impactos ecológicos evidentes

Presa que por su grado de azolvamiento se encuentra en una etapa terminal cercana a su extinción

101°05'24"W 19°57'36"N

Municipios

Álvaro Obregón, Chucándiro, Copándaro, Cuitzeo, Huandacareo, Santa Ana Maya, Zinapécuaro

Superficie

3 0798.9066 ha

Actividad económica

Pesquera

Usos

Estudios realizados

Alvarado et al., 1985; Ceballos Corona et al., 1994; Mendivil et al., 1980; Soto-Galera et al., 1999

Impactos ecológicos evidentes

Vertimiento de aguas de desechos municipales procedentes de la ciudad de Morelia, erosión en la cuenca circundante

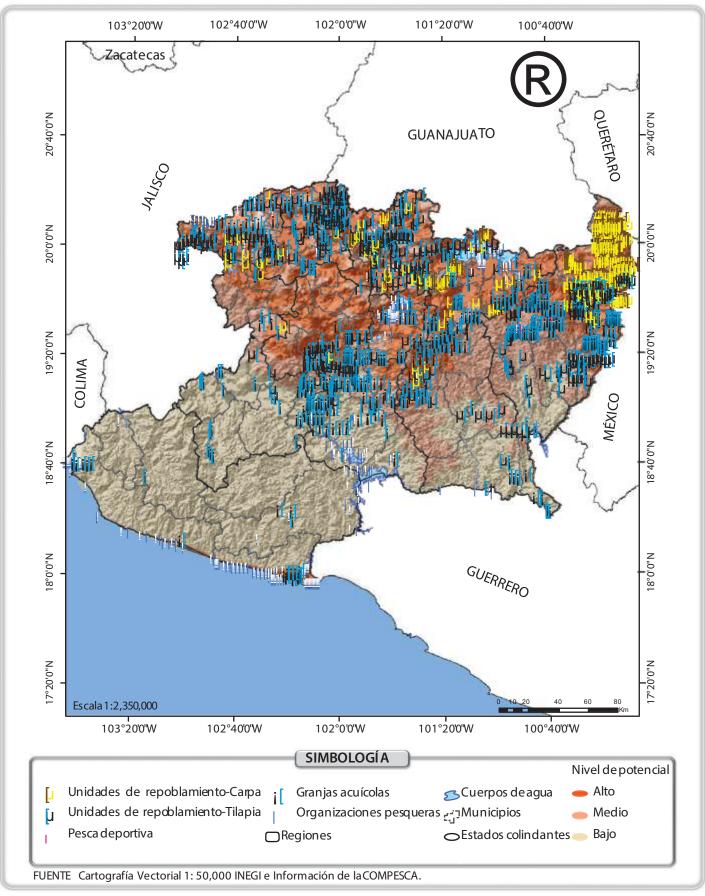
REFLEXIONES FINALES

El estado de Michoacán cuenta con zonas de aprovechamiento acuícola bajo, medio y alto (v. mapa 11) que a su vez reflejan el potencial de desarrollo en función de la situación climática, de la cual depende la disponibilidad de agua. El desarrollo más bajo corresponde a una amplia franja ubicada entre 50 y 750 msnm, entre las depresiones de los ríos Tepalcatepec y Balsas. Aquí, la infraestructura hídrica escasea en un clima predominantemente seco (B), a excepción de los embalses creados en la zona para la captación de agua procedente de mayores altitudes. En estos lugares, la actividad pesquera cobra mayor importancia que la acuicultura (p.ej. las presas del Infiernillo, La Villita, Los Olivos y Zicuirán) al igual que en el litoral costero y así, el mayor número de organizaciones pesqueras inciden sobre sitios de marginación 3 y 4. Una zona de aprovechamiento acuícola creciente hacia el municipio de Nuevo Urecho coincide con clima BS₁, no tan extremadamente seco como el B₀y próximo al templado, donde empieza a aumentar el número de UPA. En contraste, las zonas con mayor cantidad de infraestructura hídrica de todo tipo yacen por debajo de los 50 msnm o por arriba de los 1 500 msnm, en zonas climáticas Ao C, respectivamente —es decir, tropicales o templadas—, y en el caso de la trucha arco iris, el bosque a una distancia de al menos 100 metros, resulta un factor determinante para la existencia de UPA.

Anivel general, la presencia de vías de comunicación influye también en la posibilidad de desarrollar la acuicultura. Existen regiones en Michoacán con posibilidades ambientales para emprender actividades de acuicultura (*p.ej.* La Sierra Madre del Sur), pero en algunos casos resultan sitios tan apartados, incomunicados y poco poblados, que por el momento no perfilan con potencial.

Como se mencionó anteriormente, la actividad pesquera se asocia sobre todo a zonas de marginación 3 y 4, como un amortiguador social que brinda una oportunidad abierta de empleo, lo que permite arraigar a las personas en su lugar de origen y así evitar la migración a otros núcleos de población o al extranjero, inclusive. Asimismo, la cantidad de cuerpos de agua intermitentes coincide con zonas de marginación media (*p.ej.* Maravatío) y sobre todo alta (Contepec, Epitacio Huerta). Solamente el municipio de Marcos Castellanos con un estado de marginación muy bajo, carece de un desarrollo importante en acuicultura a pesar de la cantidad de cuerpos de agua intermitentes presentes.

Mapa 11 Carta Pesquera y Acuícola de Michoacán.



Los municipios de Aguililla, Churumuco, Nocupétaro, Susupuato y Tzitzio registran muy alta marginación. Desafortunadamente carecen de cuerpos de agua en una cantidad suficiente para establecer una prioridad en el programa de extensionismo acuícola. Por el contrario, los municipios de Contepec y Epitacio Huerta, en condiciones similares de alta marginación, cuentan con la más alta disponibilidad de recursos hídricos—49 y 63 cuerpos de agua, respectivamente— y una preferencia marcada por el consumo de carpa y la producción de trucha arco iris en UPA. Asimismo, el municipio de Maravatío, con un grado de marginación medio, cuenta con la mayor cantidad de cuerpos de agua (121); así como el municipio de Morelia, con 82 cuerpos de agua, en un nivel de marginación alto y muy alto en 124 localidades rurales. Así, la zona oriente del estado requiere de una atención especial por parte de los centros acuícolas estatales y federales para sostener el desarrollo de la acuicultura.

La captura de tilapia prevalece en sistemas acuáticos de más de 100 ha y en particular, la presa de Infiernillo destaca con la mayor producción de la especie. No obstante, la sobreoferta de organismos de menos de 200 g, a un bajo precio en el mercado regional, repercute en una depreciación de los productos acuícolas en el área de Infiernillo y Tepalcatepec (*p.ej.*, Apatzingán). En contraste, las UPA en sitios como Lázaro Cárdenas inciden sobre un nicho de mercado distinto (producto de más de 500 g) para atender las necesidades de un mercado local más exigente, donde además la preferencia de consumo recae sobre las especies marinas.

La región hidrológica 12 al norte del estado corresponde a la cuenca del río Lerma y presenta las condiciones más favorables en cuanto a disponibilidad de superficies inundadas para la acuicultura de repoblación y UPA. Por un lado, las operaciones de acuicultura extensiva y semintensiva de carpa dominan de oriente a occidente, en algunos casos en forma combinada con tilapia (*p.ej.* Angamacutiro). La acuicultura de repoblación cuenta con el apoyo de los gobiernos federal y estatal a través de los centros acuícolas, por la política de generar alimentos de alto valor nutricional a bajo precio para consumo popular o para el autoconsumo en comunidades rurales. Por otra parte, el mayor rendimiento, tanto productivo como económico, corresponde a la acuicultura intensiva con trucha arco iris y bagre en UPA. La acuicultura intensiva en el caso de la trucha se asocia a zonas con bosques de pino y encino; mientras la producción de bagre responde fundamentalmente al mercado en la región contigua a Guadalajara (Sahuayo, Briseñas y Vista Hermosa). La rentabilidad de las UPA en los

casos más exitosos contempla no sólo la producción de pescado, sino una serie de servicios adicionales que giran alrededor de la comercialización directa al consumidor.

En el oriente del estado, la trucha arco iris cuenta con la influencia de la exitosa actividad trutícola del estado de México, entidad en el primer lugar de producción de esta especie a nivel nacional. El área cuenta con el apoyo de la federación a través del Centro Acuícola de Pucuato en el aspecto de la promoción de la actividad por medio de la donación de crías a nuevos emprendedores y la incubación de huevo oculado adquirido por los propios productores. Los asentamientos humanos de mayor tamaño en la región oriente son Ciudad Hidalgo y Zitácuaro y, en particular, las unidades de cultivo de trucha arco iris aumentan su rentabilidad mediante la comercialización directa del producto y la venta de otros servicios adicionales como ya se mencionó —comida, recreación, campismo, cabañas, etc.—. Una extensión apta para el cultivo de la trucha arco iris por arriba de los 1 500 msnm, incluye municipios como Morelia, Tacámbaro, Madero, Acuitzio, Uruapan y Chilchota. Cabe destacar que la empresa de mayor producción de trucha se ubica en Toreo El Alto (municipio de Uruapan) y su contraparte en Zirimícuaro (municipio de Ziracuaretiro), propiedad del mismo dueño; así como el Parque Nacional de Uruapan.

El bagre cuenta con mercado en la parte occidente del estado en lo que corresponde a la región Lerma-Chapala, y por la cercanía además al mercado de Guadalajara donde existe una preferencia marcada por el consumo de la especie. Tanto en Lázaro Cárdenas como en el resto de los municipios costeros prevalece la preferencia por los productos de origen marino y la producción de bagre a nivel del mar responde a la necesidad del mercado de la región Lerma-Chapala. Tan es así, que Tamaulipas incide sobre este mercado a pesar de la distancia.

Los alrededores del lago de Pátzcuaro responden a la preferencia de consumo de especies nativas como la acúmara, el pescado blanco y el charal, donde la tradición de consumo por parte de los grupos indígenas se remonta a generaciones. Esta franja de un bajo potencial acuícola para el desarrollo de UPA abarca además los municipios de Nahuatzen, Cherán y Paracho.

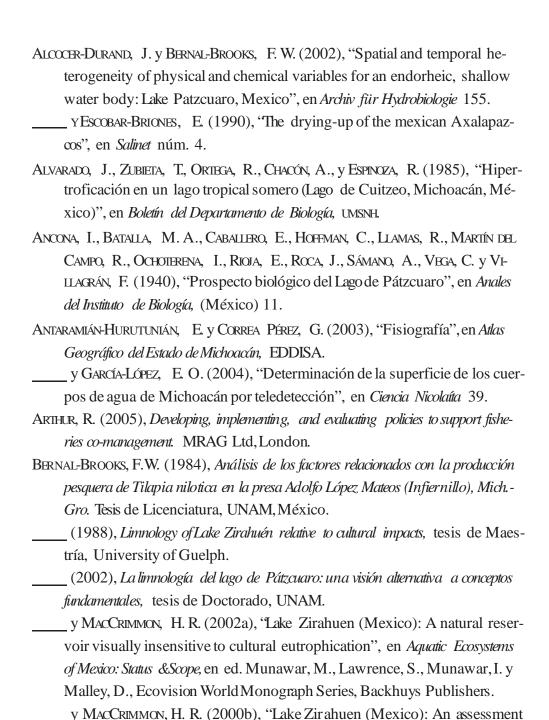
La pesca deportiva es una actividad prácticamente exclusiva del municipio de Hidalgo, y en particular en la zona de las presas de Pucuato, Sabaneta, Mata de Pinos y Laguna Larga, que además cuentan con otro tipo de actividades turísticas y recreativas.

En suma, la oferta y demanda de los núcleos de población y lugares de destino define la existencia de UPAy organizaciones pesqueras en una zona determinada, dentro de un marco de posibilidades técnicas que brindan las condiciones ambientales de cada región.

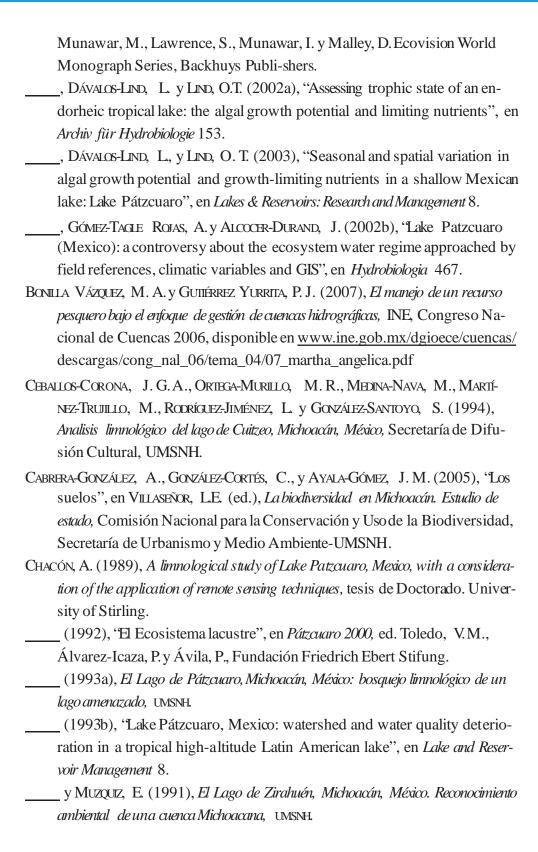
Finalmente, una reflexión en el sentido histórico. En septiembre de 1986, la Delegación Federal de Pesca en Michoacán realizó una reunión de trabajo para analizar la evolución del sector entre 1981 y 1986. En el último año, Michoacán alcanzó una producción de 29 mil ton. De ahí en adelante la captura en la entidad registró más bien una tendencia a la baja. En aquel entonces se registraron 8 415 pescadores, lo que no muestra una diferencia significativa con la situación actual. En contraste, la acuicultura sí aumentó en UPAa prácticamente el doble, de 320 en 1986 al orden de 600, actualmente. Además, la construcción de dos centros acuícolas más (Huingo-Araró e Infiernillo) por parte del gobierno estatal adicionalmente a los ya existentes de Zacapu y Pucuato, permitió reforzar la acuicultura con la posibilidad de obtener crías de las especies, asesoramiento y apoyo en las cosechas.

En el aspecto político, los cambios muestran una situación paralela. La importancia de contar con una secretaría de Estado —Pesca— en la década de los ochenta, eventualmente disminuyó con la incorporación de este sector a la SEMARNAP y más recientemente a la SAGARPA. Asimismo, los aspectos operativos que manejaba la federación fueron transferidos a los gobiernos de los estados. Es así que con la nueva *Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables*, la norma obliga a los gobiernos estatales a elaborar planes regionales para atender las necesidades de la pesca y la acuicultura, como responsables de la parte operativa. De ahí surge la urgencia de contar con insumos cartográficos que permitan progresar hacia la elaboración de los referidos planes con metas a corto, mediano y largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA



of the morphometry change based on evidence of water level fluctuations and sediment inputs", en *Aquatic Ecosystems of Mexico: Status & Scope*, ed.



- ______, Pérez, R., y Muzquz, E. (1991), Síntesis Limnológica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México, UMSNH.
- Comisión Nacional de Población y Vivienda (CoNAPO). (2005), *II Conteo de Población y Vivienda 2005 y Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2005*.
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) (2004), Armario Estadístico de Acuacultura y Pesca.
- ____ (2011), Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca.
- CORTÉS, A. R. y ARREDONDO, J. L. (1976), Contribución al estudio limnobiológico de la presa "El Infiernillo" Michoacán-Guerrero, Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática, serie Técnica 2.
- CRESERL, L. S., GREENBERG, A. E. y EATON, A. D. (ed.) (1999), Standard methods for the examination of water and wastewater, 20^a ed., American Public Health Association.
- Cruz, O. (1995), Balance hídrico en la cuenca del lago de Zirahuén, tesis de Licenciatura, UMSNH.
- DEBUEN, F. (1941a), "El Lago de Pátzcuaro. Recientes estudios limnológicos", en *Revista del Instituto Panamericano de Geografía e Historia* 1.
- (1941b), "Las variaciones físicas y químicas de las aguas del lago de Pátzcuaro (st. X) desde octubre de 1939 a marzo de 1941", en *Investigaciones de* la Estación Limnológica de Pátzcuaro (México) 7.
- _____(1943), "Los lagos michoacanos. I. Caracteres generales. El Lago de Zirahuén", en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 3-4.
- (1944a), "Limnobiología de Pátzcuaro", en *Anales del Instituto de Biología* (México) 15 (1).
- _____(1944b), "Los lagos michoacanos. II. Pátzcuaro", en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 1-2.
- Deevey, E. S. Jr. (1957), "Limnologic studies in Middle America with a chapter on aztec Limnology", en *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 39.
- GARAWAY, C. J. y ARTHUR, R. I. (2004), Adaptive learning: a practical framework for the implementation of adaptive co-management lessons from selected experiences in South and Southeast Asia, MRAG Ltd. London.
- GARDUÑO-MONROY, V. H. (2005), "El Relieve", en VILLASEÑOR, L. E. (ed.), *La Biodiversidad en Michoacán. Estudio de estado*, Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad-Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente-UMSNH.

- GARDUÑO MONROY, V., ISRADE ALCÁNTARA, I. y ARREYGUE ROCHA, E. (2002), "La inquietante evolución de las cuencas lacustres en zonas volcánicas, ejemplo, la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán, México", en *Aportes al Proyecto Pátzcuaro: estudios, propuestas y avances para la restauración de la cuenca del lago de Pátzcuaro*, Semarnat-Delegación Michoacán.
- Gobierno del Estado de México (1993), Carta Acuícola del Estado de México. Mapa y Guía de Interpretación.
- Gobierno del Estado de Michoacán (2004), "Decreto de regionalización para la planeación y desarrollo del estado de Michoacán", en *Periódico Oficial* del *Estado de Michoacán*, 15 de julio de 2004.
- GÓMEZ-TAGLE CHÁVEZ, A. (2001), Fotomosaicos secuenciales del Lago de Pátzcuaro incorporados a un SIG. Un estudio retrospectivo de morfometría lacustre, tesis de Licenciatura, UNAM-FES Iztacala.
- ______, Bernal-Brooks, F. y Alcocer, J. (2002), "Sensitivity of Mexican water bodies to regional climatic change: three study alternatives applied to remote sensed data of lake Patzcuaro", en *Hidrobiologia* 467.
- HERNÁNDEZ, S., BERNAL-BROOKS, F. W., VELARDE, G., ORTIZ, D., LIND, O. y DÁVA-LOS-LIND, L. (2001), "The algal growth potential and limiting nutrient of 30 lakes and reservoirs of the Mesa Central of México", en *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 27.
- HUPE-RAMOS, A.B. y BERNAL-BROOKS, F.W. (2008), "Manejo de microembalses para acuicultura de carpa (*Cyprinus carpio*) en la región de Zacapu, Michoacán, México", en *Hidrobiologica* 18.
- HUICHINSON, E., PATRICK, R. y DHEVEY, E. Jr. (1956), "Sediments of lake Patzcuaro, Michoacan, Mexico" en *Bulletin of the Geological Society of America* 67.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Historia) (2000a), *Anuario Estadístico Michoacán*, 2000.
- (2000b), Censo de Población y Vivienda, 2000.

 (2007), Atlas Nacional Interactivo de México (disponible en <u>www.inegi.gob.</u> mx).
- ____ (2008). Perspectiva Estadística Michoacán de Ocampo.
- ISRADE, I. (2005), "Los cuerpos de Agua", en VILLASEÑOR, L. E. (ed.), *La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado*, Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad-Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente-UMSNH.

- JIMÉNEZ-BADILLO, M. L. (2006), "Age-growth models for tilapia *Oreochromis aureus (Perciformes, Cichlidae)* of the Infiernillo reservoir, Mexico and reproductive behaviour", *Revista de Biología Tropical* 54.
- y NEPITA-VILLANUEVA, M.R. (2000), "Espectro trófico de la tilapia *Oreochromis aureus (Perciformes: Cichlidae)* en la presa Infiernillo, Michoacán-Guerrero, México", *Revista de Biología Tropical* 48.
- LARA, A. (1980), "Introducción de nuevas especies al lago de Pátzcuaro y su posible perjuicio a las especies nativas", en *Memorias del 2º Simposio Latinoamericano de Acuacultura*.
- LIMÓN, G. y LIND, O. T.(1990), "The mamagement of Lake Chapala (México): considerations after significant changes in the water regime", en *Lakes and Reservoirs Management* 6.
- Mares-Báez, L. G., Sabanero-Meza, S., León-Juárez, F. y Morales-Palacios, J. J. (2001), *Proyecto: Cultivo experimental del bagre de canal (Ictalurus punctatus) en jaulas y su relación con la calidad del agua, en el lago Los Negritos Mpio. de Villamar, Mich.*, reporte inédito.
- MARTÍNEZ-ALMEIDA, V. y TAVERA, R. (2005), "Ahydrobiological study to interpret the presence of desmids in lake Zirahuen, Mexico", en *Limnologica-Ecology* and *Management of Inland Waters* 35.
- MARGALEF, R. (1983), Limnologia, Ediciones Omega.
- MARGALEF, R., PLANAS, D., ARMENCOL, J., VIDAL, A., PRAT, N., GUISET, A., TOJA, J. y ESTRADA, M. (1976), *Limnología de los embalses españoles*, Dirección General de Obras Hidráulicas-Ministerio de Obras Públicas.
- MEACK, J. M. (1976), "Primary productivity and fish yields in tropical lakes", en *Transactions of the American Fisheries Society* 105.
- MENDIVIL, O., CORTÉS, R., CUEVAS, C. y GARCÍA, J. L. (1980), "Algunos aspectos fisicoquímicos y consideraciones sobre la pesca en el lago de Cuitzeo, Mich. (estudio trimestral 1976-1977)", en *Memorias del 2º Simposio Latinoamerica-no de Acuacultura*.
- Moncayo Estrada, R., Israde Alcantara, I. y Garduño-Monroy, G. (2001), "La cherehuita *Hubbsina turneri* de Buen (1941) (*Pisces: Goodeidae*), origen, distribución y su uso en la regionalización de la cuenca del Lerma" en *Hidro-biologica* 11.
- MORENO-HERNÁNDEZ, A., VELÁSQUEZ-ESCOBAR, M. A. y DÍAZ-ZAVALETA, G. (1992), "Actualización del estudio de manejo y explotación acuícola de los embalses en México", en Juárez-Palactos, R. y Varsi, E. (ed.), *Avances en el*

- manejo y aprovechamiento acuícola de embalses en América Latina y El Caribe, Programa Cooperativo Gubernamental, proyecto AQUILAII, documento de campo núm. 8, FAO-Italia.
- ORDÓÑEZ, P., PÉREZ, A., TRACONS, S. y ROFAS, A. (1982), "Características limnológicas y clasificación trófica del lago de Zirahuén, Mich.", en *Memorias del 3^{er} Congreso de Ingenieria Sanitaria y Ambiental*, 22-24 de septiembre.
- Osorio-Tafall, B. F. (1941), "Materiales para el estudio del microplancton del lago de Pátzcuaro (México)", en *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* (México)2.
- _____(1944), "Biodinámica del lago de Pátzcuaro I. Ensayo de interpretación de sus relaciones tróficas", en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 5.
- PLANAS, D. y MOREAU, G. (1990), "Natural eutrophication in a warm volcanic lake", en *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 24.
- ROSAS, I., VELASCO, A., BELMONT, R., BÁEZ, A. y MARTÍNEZ, A. (1993), "The algal community as an indicator of the trophic status of Lake Pátzcuaro, México", en *Environmental Pollution* 80.
- Ruz Rojas, J., Felix Cuencas, L., Guilérrez Yurrita, P. J. (2007), *Criptohume-dales del sistema acuático Camécuaro: listado florístico y su importancia para la gestión integral de la microcuenca*, INE-Congreso Nacional de Cuencas 2006. disponible en www.ine.gob.mx/dgioece/cuencas/descargas/cong_nal_06/tema_05/14_jesus_ruiz.pdf
- RYDER, R.A. (1965), "Amethod for estimation the potential fish production of north temperate lakes", en *Transactions of the American Fisheries Society* 94.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2003), *Anuario Estadístico de Pesca* 2004.
- (2006a), Michoacán. Anuario Estatal Agropecuario y Forestal 2006.
 (2006b), Carta Nacional Pesquera, publicada en Diario Oficial de la Federación, 25 de agosto de 2006.
- SALAS, H. J. y MARTINO, P. (1991), "A simplified phosphorus trophic state model for warm-water tropical lakes", en *Water Research* 25.
- SEFIEL, M. (2002), *The development of a preliminary GIS model for evaluation of inland aquaculture in Michoacán, Mexico*, tesis de Maestría, Universidad de Stirling, Scotland. UK.

- SLÁDECEK, V. y VILACLARA, G. (1993), "Awater-bloom in Lake Pátzcuaro (Michoacán, Mexico)", en Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 25.
- SOLÓRZANO PRECIADO, A. (1955), La pesca en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, y su importancia económica regional, Dirección General de Pesca-Secretaría de Marina.
- SOTO GALERA, E., PAULO MAYA, J., LÓPEZ LÓPEZ, E., SERNA-HERNÁNDEZ, J. A. y LYONS, J. (1999), "Change in fish fauna as indication of aquatic ecosystem condition in Rio Grande de Morelia-Lago de Cuitzeo Basin, Mexico", en *Environmental Management* 24.
- TÉLIEZ, C. y MOTTE, O. (1980), "Estudio planctonológico preliminar del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. México, mayo de 1976", en 2º Simposio Latinoamericano de Acuacultura.
- Torres Bugarín, O., Zavala Aguirre, J. L., Gómez-Rubio, P., Buena Osben, H. R., Zúñiga González, G. y García Ulloa Gómez, M. (2007), "Especies de peces con potencial como bioindicadoras de genotoxicidad en el lago La Alberca, Michoacán, México", en *Hidrobiologica* 17.

ANEXO

Manejo de microembalses para el cultivo extensivo de carpa común (Cypinus carpio Linnaeus, 1758) en la región de Zacapu, Michoacán, México*

Water basins management for extensive aquaculture of common carp (Cyprinus carpio Linnaeus, 1758) in the region of Zacapu, Michoacán, Mexico

Huipe-Ramos, A.1 y Bernal-Brooks, F.W.2*

Resumen

El presente estudio aporta, mediante pruebas experimentales, una estimación de la capacidad de carga de los microembalses de la región de Zacapu, Michoacán para ser utilizada en la acuicultura extensiva y semintensiva de carpa común (*Cyprinus carpio*). Un análisis factorial (3 × 3) con tres densidades (D_B = 0.5 organismos m , D = 1 organismos m $^{-2}$ y D_A = 2 organismos m^{-2}) y tres regímenes de alimentación (R = $^{-2}$ sin fertilizar, R_F = fertilización y R_F = subproductos agrícolas) incluyó nueve tratamientos combinados entre densidades y regímenes alimenticios con tres réplicas en cada caso. La combinación de baja densidad y alimentación natural, análoga a una acuicultura extensiva en microembalses, alcanzó un rendimiento máximo equivalente a 5 000 organismos \cdot ha $^{-1}$. Pruebas empíricas realizadas a la par en siete microembalses temporales (<10 ha), bajo condiciones de densidad de 1 500 a 6 000 organismos ha $^{-1}$, produjeron un rendimiento similar. Así, el índice general usado en México para acuicultura extensiva de un organismo \cdot m 2 sobrecarga los ecosistemas acuáticos temporales y únicamente administrando alimento adicional es que se puede duplicar la cantidad de organismos en cultivo y mejorar los resultados derivados de esta actividad productiva.

Palabras clave: Acuicultura extensiva, carpas, microembalses

^{*} Reproducido con autorización de la revista Hidrobiológica, vol. 19, núm. 2, ago-2009, UAM, MÉXICO.

¹ Centro Acuícola Zacapu, SAGARPA Ejido Morelos, Zacapu, Michoacán.

² Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Av. San Juanito s.n., col. San Juanito Itzícuaro. Morelia, Michoacán.

Abstract

This study provides an assessment of the carrying capacity of water bodies in the area of Zacapu, Michoacan for extensive and semi-intensive aquaculture with carp (Cyprinus carpio) by means of experimental trials in 27 ponds. A 3 × 3 factorial analysis with three densities ($D_B = 0.5$ organism · m , D = 1 organism · m⁻² and D_A = 2 organisms · m⁻²) and three feeding regimes ($\stackrel{M}{R}$ = without fertilization, R_F = fertilization and R_{\perp} = farming by-products) included nine combined treatments between densities and feeding regimes with three replicates for each case. The combination of low density and natural food, analog to an extensive aquaculture in small water reservoirs, attained a maximum yield equivalent to 5,000 organisms · ha-1. Empirical trials accomplished at seven temporary basins (<10 ha) under conditions of different stocking densities from 1,500 to 6,000 organisms · ha-1 lead to fairly similar yields to those obtained in the ponds. Thus, the general index used in Mexico for extensive aquaculture of 1 organism m⁻² overloads the regional temporary ecosystems and only the possibility of supplying additional food allows rearing of a double amount of organisms and improves the results of this productive activity.

Key words: Extensive aquaculture, carp, small reservoirs

Introducción

La producción de peces en lagos, presas y microembalses representa un papel clave en la seguridad alimentaria de países como China (Hishamunda &Subasinghe, 2003), Bangladesh (FAO, 1999), India, Camboya, Vietnam, Laos y el noreste de Tailandia (Thuok, 1997; Garaway &Lorenzen, 2001; Garaway & Arthur, 2004) al igual que en Cuba (Remedios, 1999). En casi todos los países de América Latina, la repoblación de embalses fue la actividad que dio inicio al trabajo acuícola; la disponibilidad de infraestructura útil para el establecimiento de pesquerías en embalses y el desarrollo casi simultáneo de estrategias para aprovechar y paralelamente incrementar la oferta de productos pesqueros para mejorar la nutrición de la población rural, fueron las principales justificantes (Juárez-Palacios, 1992). En México, particularmente, la acuicultura nace como una actividad complementaria de apoyo social a las comunidades rurales, con la cual se pretendía incrementar el consumo de proteína animal y mejorar así los

niveles nutricionales de la población (Juárez-Palacios, 1987). Hernández-Avilés *et al.* (2007) destacan la importancia de los microembalses en las áreas rurales de México desde el punto de vista económico, al ser sistemas productivos ricos en nutrimentos, la mayoría de ellos son eutróficos y, por ende, adecuados para la acuicultura.

Los términos "pequeños embalses" (Remedios, 2001) o "microembalses" (Hernández-Avilés et al., 2007) hacen referencia a los cuerpos de agua construidos con la finalidad del riego para la agricultura o como abrevaderos para el ganado (Arredondo-Figueroa &Flores-Nava, 1992), aunque la clasificación de los cuerpos de agua naturales y artificiales en México resulta un tanto vaga (Sugunan, 1997) al carecer de una terminología única y precisa. Cabe destacar que los "microembalses" menores de 10 ha constituyen el 84% del número total de cuerpos de agua en México (Rojas-Hoyo, 1986), lo que refleja en gran medida la dependencia hídrica respecto al clima. En especial, los microembalses "temporales" de la Meseta Central de México (Arredondo-Figueroa y Flores-Nava, 1992) acopian agua pluvial desde el inicio de la temporada de lluvias a partir de junio aproximadamente y retienen el agua hasta principios del ciclo siguiente, cuando experimentan un proceso de desecación por influencia climática de la época de secas (noviembre-mayo). En este sentido, constituyen un ejemplo de ecosistemas acuáticos intermitentes, al contrario de los cuerpos de agua permanentes donde existen poblaciones de peces autosuficientes a través de la reproducción natural. Sin la asistencia técnica de un centro acuícola para la siembra y cosecha de organismos año con año, el manejo de los microembalses temporales para el aprovechamiento piscícola no podría ser posible.

El gobierno federal de México a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) opera y supervisa 38 centros acuícolas distribuidos en 24 estados del país. El trabajo desarrollado por la dependencia reafirma la importancia coyuntural de la piscicultura extensiva. Através de sus acciones, no sólo se logra un incremento en la cobertura de los servicios de extensionismo, sino que se llevan a la práctica operaciones de organización y capacitación de los productores rurales. La acuicultura de repoblación para fines de autoconsumo contempla dos modalidades: una extensiva donde los organismos introducidos dependen del alimento natural disponible en el medio acuático (i.e. Arredondo-Figueroa &Flores-Nava, 1992; Sánchez & Navarrete, 1987; Hernández-Avilés y Peña-Mendoza, 1992) o una semi-intensiva basada en la aplicación de fertilizantes (i.e. Sánchez, 1984; Arredondo-

Figueroa & Lozano-Gracia, 1994) o subproductos agropecuarios (*i.e.* González-Yáñez *et al.*, 2001).

Afin de obtener el máximo rendimiento acuícola dentro de un esquema de producción múltiple e integral, la práctica de reciclar el abono orgánico en campos agrícolas o en la acuicultura provoca una aceleración de los ciclos biogeoquímicos y por consecuencia una mayor producción (Wetzel, 2001). Asu vez, los sedimentos de los estanques trasladados a los campos agrícolas mejoran la productividad del suelo al actuar como fertilizantes y estimular la red alimenticia (Sinha, 1985; Little & Edwards, 2003).

No obstante, el manejo de microembalses, ya sea para acuicultura extensiva o semi-intensiva, requiere de un conocimiento aproximado de la capacidad de carga, concepto fundamental en ecología que considera los límites de crecimiento poblacional basado en los recursos alimenticios existentes y también como referencia para saber cuántas organismos introducir en cada caso, y por consecuencia, cuantas crías producir en un centro acuícola para cubrir las necesidades de una región. Por debajo o por arriba de las cantidades apropiadas alrededor del óptimo o capacidad de carga, el ecosistema acuático se encuentra en un estado indeseable de sobre- o sub- explotación, respectivamente. Sin un indicador de este tipo, las operaciones de repoblamiento que se realizan en los embalses del país año con año caen en la subjetividad con que se determina el número de organismos a diseminar (Moreno-Hernández et al., 1993). Como referencia única, los centros acuícolas propiedad del gobierno federal han seguido la regla establecida por la Dirección General de Acuacultura que considera para la acuicultura extensiva de la carpa común (Cyprinus carpio) la siembra de un organismo por metro cuadrado (SEPESCA, 1988).

En Michoacán, el Centro Acuícola de Zacapu produce año con año alrededor de dos millones y medio de crías de una línea seleccionada de carpa para repoblar prioritariamente embalses en diez municipios circunvecinos; así también indirectamente para 47 municipios del estado de Michoacán mediante un trabajo coordinado con los gobiernos locales; e incluso para tres estados vecinos en la parte central del país.

En casos en los cuales el sistema acuático surge del acopio de agua de lluvia, como los microembalses temporales, la colonización masiva de la carpa a través de la siembra restringe la competencia con otros organismos y el número de crías a introducir depende básicamente de dos variables: densidad de organismos y alimentación (Hasan & Middendorp; 1997; Lorenzen, 1996; Lorenzen

et al. 1998; Lorenzen & Enberg, 2002). En consecuencia, el Centro Acuícola de Zacapu realizó una serie de pruebas experimentales en estanques con tres niveles de los dos factores mencionados, densidad y alimentación, en analogía con las modalidades de acuicultura extensiva o semi-intensiva existentes en la región; así como pruebas empíricas en siete microembalses a diferentes niveles de densidad para evaluar los rendimientos mediante cosecha total. Ambos experimentos intentaron determinar un índice regional de capacidad de carga específico para aquellos cuerpos de agua temporales en la región circunvecina a Zacapu, la cual abarca diez municipios.

Materiales y métodos

Área de estudio

El Centro Acuícola de Zacapu pertenece al gobierno federal de México y, en particular, a la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo

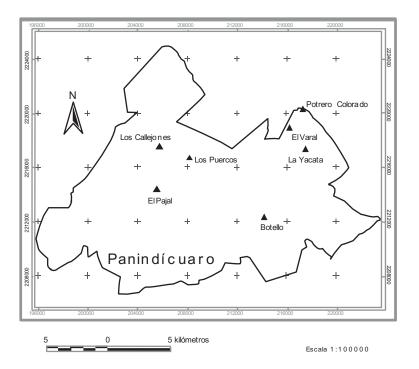
Rural, Pesca y Alimentación). Las instalaciones del centro abarcan 10 hectáreas y se ubican al norte del estado de Michoacán a 19°49'30" N, 101°46'28"W y 2 012 msnm y a unos 361 km al oeste de la ciudad de México (v. figura A.1).

Las pruebas experimentales aquí descritas fueron llevadas a cabo en 27 estanques de 210 m² y las pruebas empíricas de siembra y cosecha total se realizaron en siete cuerpos de agua menores a diez hectáreas ubicados a unos 20 km del centro acuícola, en el municipio de Panindícuaro,

Los 27 estanques experimentales del Centro Acuícola de Zacapu fueron sometidos a un proceso de secado y encalamiento con Ca(OH)₂para eliminar la fauna pre-existente lo mejor posible (Huet &Timmermans, 1994). Después de enjuagar el químico aplicado, los estanques fueron cerrados y llena-

Figura A.1 Ubicación geográfica de los diez municipios de Michoacán en el área circunvecina al Centro Acuícola de Zacapu.





Frana A.2 Ubicación de los siete microembalses temporales bajo estudio en el municipio de Panindícuaro, Michoacán.

dos a su nivel máximo. Las pérdidas de agua subsecuentes por evaporación superficial fueron repuestas periódicamente.

Las pruebas basadas en un diseño factorial 3×3 (Kashigan, 1991) comenzaron el 14 de junio de 2004, con la introducción en los estanques de crías de carpa común de $5.0 \, \mathrm{cm}$ y $2.7 \, \mathrm{g}$ en promedio. Las tres densidades utilizadas fueron baja (D_{B}), media (D_{M}) y alta (D_{A}) con 0.5, $1.0 \, \mathrm{y}$ 2.0 organismos por metro cuadrado respectivamente; en combinación con el alimento disponible en los estanques sin fertilizar (R_{0}), con estimulación

de la productividad natural de los estanques mediante fertilización (R_F) y con alimentación suplementaria con subproductos agrícolas (R_+). Las combinaciones D_BR_0 , D_BR_F , D_BR_+ , D_MR_0 , D_MR_F , D_MR_0 , D_AR_0 , D

El fertilizante orgánico aplicado contenía 1.68% de nitrógeno y $0.424~\mu g \cdot g^{-1}$ de fósforo; mientras los subproductos agrícolas incluyeron una mezcla de ingredientes disponibles en el área, tales como maíz, trigo, sorgo y soya en igual proporción, con 17.93% de proteína, 2.35% de aceite, 8.28% de fibra, 3.96% de ceniza, $403.16~\mu g \cdot g^{-1}$ de calcio, 0.20% de fósforo y 11.65% de humedad. El procesamiento del alimento consistió en triturar los granos en un molino de carne manual antes de alimentar los peces. En comparación, el alimento balanceado comercial para tilapia, que raramente se utiliza en la acuicultura intensiva, contiene 30% de proteína, 6.50% de aceite, 5.5% de fibra, 10% de ceniza, 0.7% de calcio, 0.85% de fósforo y 11.5% de humedad.

El muestreo del 10% de los organismos presentes en cada estanque a 45, 90, 135 y 180 días se fue ajustando en función de la mortalidad, lo que permitió la construcción de una base de datos de longitud patrón, peso y altura a cuatro tiempos. Una prueba de Fpara los distintos tratamientos continuó con una serie de comparaciones múltiples de medias mediante la prueba de Duncan (Steel *et al.* 2006). Los factores de condición simple y múltiple (KM de acuerdo

CUADRO A.1 Pruebas experimentales basadasen un diseño de ANOVA3x3 incluyendo distintos regimenes alimenticios y distinta densidad de peœs en los estanques.

Tratamiento	Densidad organismos · m²	Régimen alimenticio	Número de organism os
D_BR_0	0.5	Alimento natural	330
D_MR_0	1.0	Alimento natural	660
$D_A R_0$	2.0	Alimento natural	1320
D_BR_F	0.5	Fertilización	330
$D_{M}R_{F}$	1.0	Fertilización	660
$D_A R_F$	2.0	Fertilización	1320
DR B+	0.5	Suplementada con subproductos agrícolas	330
D _M +	1.0	Suplementada con subproductos agrícolas	660
D _R	2.0	Suplementada con subproductos agrícolas	1320
Tres réplicas por trata	amiento = 27 estanques	Total	6930

con Medina-García, 1979) también fueron calculados como la relación entre longitud y peso.

Al final del cultivo, 10 peces tomados al azar de los regímenes alimenticios R_0y R_F fueron disecados para observar su contenido estomacal bajo el microscopio estereoscópico.

Para el enfoque empírico, siete cuerpos de agua temporales ("Los Puercos", "El Pajal", "Botello", "Potrero Colorado", "Los Callejones", "El Varal" y "La Yácata) fueron sembrados el 14 de agosto de 2004 con crías de carpa de los mismos tamaños y pesos que las de los estanques a diferentes densidades (0.02,

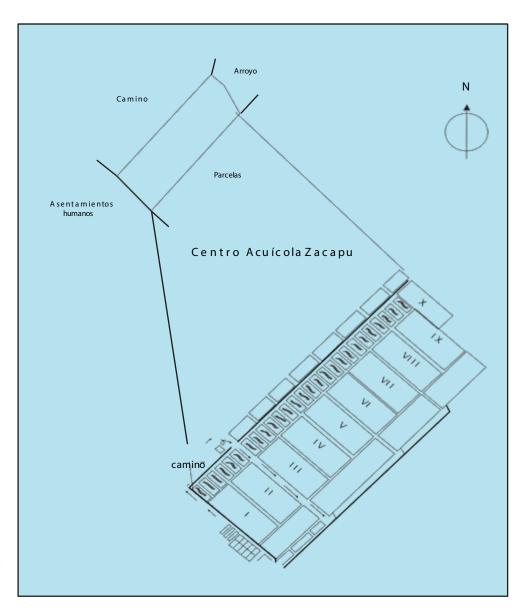


FIGURA A.3 Instalaciones del Centro Acuícola de Zapacu, Michoacán, con los 27 estanques experimentales utilizados en el presente estudio.

0.02, 0.15, 0.15, 0.3, 0.6 y 0.6 organismos · m $^{-2}$, respectivamente, \varkappa cuadro A.2). Después de 210 días de cultivo, la cosecha total de peces tuvo lugar con la cooperación de las comunidades locales. Las estimaciones del peso total de la cosecha y del área de cada embalse se utilizaron para el cálculo del rendimiento por hectárea.

El monitoreo de variables físicas y químicas básicas se realizó diariamente entre las 12:00 y 15:00 horas a fin de contar con las condiciones óptimas de luz para estimar la transparencia del disco de Secchi, como un indicador de la productividad primaria de los estanques; con registros adicionales de la temperatu-

Cuadro A2 Datos de la superficie inundada y densidad de organismos de los siete microembalses temporales estudiados del municipio de Panindícuaro, Michoacán.

Localidad	Microembalse	Superficie inundada (ha)	Densidad (organismos · m²)
Pomacuaro	Los Puercos	10.0	0.02
Panindícuaro	El Pajal	4.0	0.02
Botello	Botello	0.5	0.15
Curimeo	Potrero Colorado	0.5	0.15
Ojo de Agua	Los Callejones	1.0	0.3
Exhacienda	ElVaral	0.5	0.6
Curimeo	La Yacata	0.5	0.6

ra del agua y del oxígeno disuelto mediante un oxímetro YSI modelo 55 y el pH del agua mediante un potenciómetro de campo Hanna Instruments.

Los datos obtenidos de cada pez en todos los tratamientos y sus réplicas correspondientes fueron manejados estadísticamente mediante el programa Statistica 6.0 Student para reducir el volumen de información, facilitar la interpretación y aplicar pruebas de significancia. Por lo mismo, los datos presentados en adelante expresan medias aritméticas.

Resultados

Priebas experimentales en estanques

La longitud y el peso de los peces en D_B sobrepasaron los resultados con $D_M y \ D_A$ sin importar el régimen alimenticio, excepto para las combinaciones $D_B y \ D_M$ con R_+ (ν . figura 4 a-f).

En lo que respecta al efecto de los regímenes alimenticios, R_0 estimuló un crecimiento acelerado en la etapa temprana de 45 días, para continuar en D_B con un crecimiento lento que terminó en 14.4 cm y 111 grespectivamente. En los casos $D_M y \, D_A$, el impulso vigoroso inicial en el crecimiento alcanzó una asíntota a 10.1 cm y 42 g; y 10.0 cm y 39 g, respectivamente. R_F por su parte indujo un crecimiento consistente en relación inversa a los tres niveles de densidad, es decir, 9.7 cm y 34 g con D_A , 12.3 y 74 g con $D_M y$ 14.4 cm y 108 g con D_B respectivamente; sin presentar diferencias significativas con respecto a R_0 .

 R_{+} sobrepasó los rendimientos de las otras dos modalidades de alimentación al alcanzar 17.9 cm y 226 g con D_B ; 16.6 cm y 183 g con D_M ; y 14.1 cm y

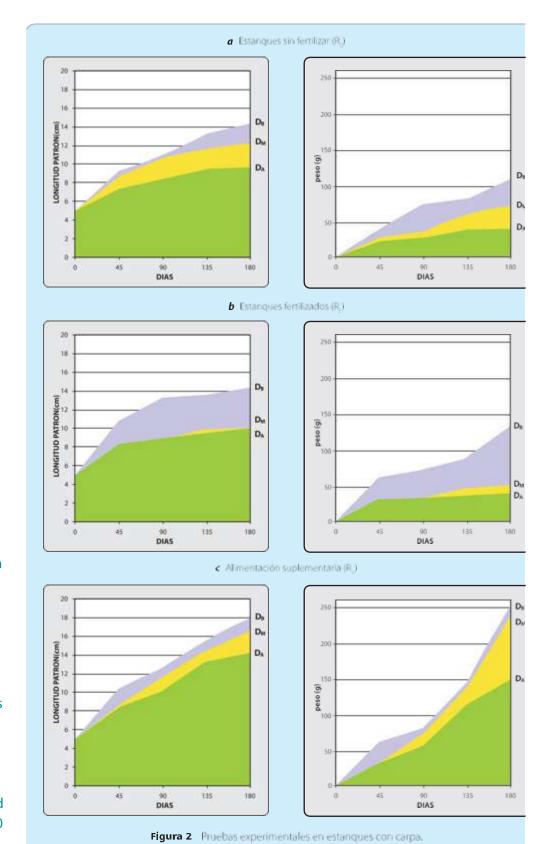


FIGURA A.4 Evaluación del crecimiento (en longitud y peso) de la carpa común (Cyprinus carpio) enestanques con diferentes condiciones de alimentación y densidad de organismos. *a-b* Alimentación natural (R_o); **c-d**estanques con fertilización (R_F); **e-f**Alimentación suplementada con subproductos agrícolas (R₊). D_B=densidad baja de organismos(0.5 org. m²);D_M=densidad media de organismos (1.0 org. \cdot m²); D_A=densidad alta de organismos (2.0 org. \cdot m²).

Cuadro A.3 Comparación múltiple de Duncan para la longitud patrón promedio de carpas a 180 días de cultivo bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación, (+) diferencias significativas (-) no diferencias significativas (α=0.05).

	R_0D_B	R_0D_M	R_0D_A	R _F D _B	R _F D _M	R _F D _A	R₊D _B	R₊D _M	R₊D _A
R_0D_B		+	+	-	+	+	-	+	+
R_0D_M	+		-	+	+	-	+	+	+
R_0D_A	+	-		+	+	-	+	+	+
$R_{\!$	-	+	+		+	+	-	+	+
R_FD_M	+	+	+	+		+	+	+	+
R_FD_A	+	-	-	+	+		+	+	+
$R_{+}D_{B}$	+	+	+	+	+	+		-	+
$R_{\scriptscriptstyle +}D_{\scriptscriptstyle M}$	+	+	+	+	+	+	-		+
R₊D _A	-	+	+	-	+	+	+	+	

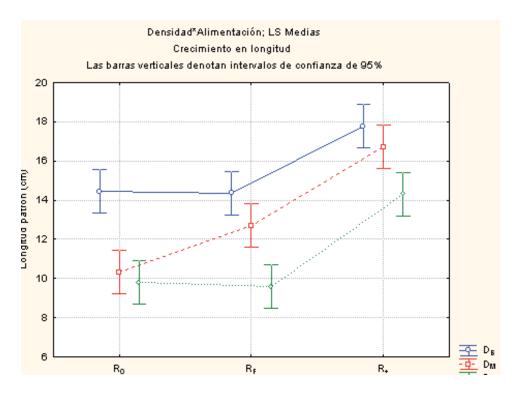


FIGURA A.5 Análisis factorial (3×3) para la longitud patrón de la carpa común (Cyprinus carpio) a 180 días de cultivo, bajo tres regímenes de alimentación y tres densidades de organismos. Las barras verticales indican el intervalo de confianza del 95%. R₀=alimentación natural; R= estanques con fertilización; R₊=alimentación suplementada con subproductos agrícolas. D_B=densidad baja de organismos(0.5org.:m²); D_M=densidad media de organismos (1.0 org. · m²); D_A=densidad alta de organismos (2.0 org. · m²).

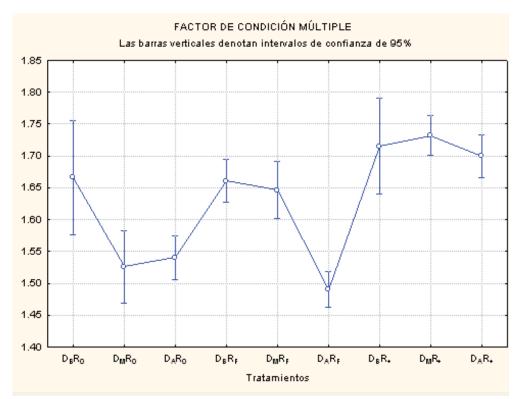
118 g con D_A . A pesar de los rendimientos más altos con la combinación $D_A R_+$ a nivel del estanque, equivalente a 1.2 ton · ha⁻¹ en 180 días, los peces a nivel individual alcanzaron menor tamaño y peso que $D_B R_+$. El análisis de varianza mostró los resultados al final del experimento (ν figura A.5) así como las comparaciones múltiples de medias (ν cuadro A3). En correspondencia, KM disminuyó en los casos $D_M R_0$, $D_A R_0$ y $D_A R_F$ con valores por debajo de la línea de 1.65. Es decir, sin alimento suplementario, una mayor competencia entre organismos por el alimento tiene como consecuencia una menor ganancia en peso individual (ν figura A.6) como lo demuestra la comparación múltiple de medias (ν cuadro A.4).

Pruebas empíricas en siete microembalses

El aumento en densidad dio lugar a un rendimiento creciente: Los Puercos, $0.08\,t\,ha^{-1}$; El Pajal, $0.075\,ton\,\cdot\,ha^{-1}$; Botello, $0.4\,ton\,\cdot\,ha^{-1}$; Potrero Colorado, $0.4\,ton\,\cdot\,ha^{-1}$; Los Callejones, $1\,ton\,\cdot\,ha^{-1}$; El Varal, $2\,ton\,\cdot\,ha^{-1}\,y$ La Yácata, $2\,ton\,\cdot\,ha^{-1}$; a $0.02,\,0.02,\,0.15,\,0.15,\,0.3,\,0.6\,y$ $0.6\,torganismos\,\cdot\,m^{-2}$, respectivamente.

Cuadro A.4 Comparación Múltiple de Duncan del Factor de Condición Múltiple de carpas a 180 días de cultivo bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación, (+) diferencias significativas (c=0.05).

	R_0D_B	R_0D_M	R_0D_A	R_FD_B	R_FD_M	R_FD_A	R₊D _B	R₊D _M	R,D _A
R_0D_B		+	+	-	-	+	-	-	-
R_0D_M	+		-	+	+	-	+	+	+
R_0D_A	+	-		+	+	+	+	+	+
R_FD_B	-	+	+		-	+	-	+	+
R_FD_M	-	+	+	-		+	-	+	+
R_FD_A	+	+	+	+	+		+	+	+
$R_{\downarrow}D_{_{\!B}}$	-	+	+	-	-	+		-	-
$R_{\downarrow}D_{M}$	-	+	+	+	+	+	-		-
$R_{\downarrow}D_{A}$	-	+	+	+	+	+	-	-	



Variables fisicas yquímicas

Durante el periodo de estudio (v. cuadro A.5), la temperatura ambiental descendió gradualmente de un valor máximo de 25.9 a 18.1°C, mientras las temperaturas mínimas cambiaron de 13.8 a 3.1°C. Bajo el mismo patrón de mayor a menor, la temperatura del agua mantuvo un rango máximo de 22.5 a 17°C y mínimo de 19.2 a 12.9°C. Latransparencia del disco de Secchi inició con 40 cm y terminó en 28 cm al final del experimento. Por su parte, el oxígeno disuelto permaneció por arriba del 75% de saturación del gas en el agua, y el pH mantuvo características neutras.

Discusión

Con los datos obtenidos de longitud y peso de carpas en las pruebas experimentales de alimentación, se puede afirmar que existe la posibilidad de confinar una mayor cantidad de organismos con la adición de subproductos agrícolas, es decir, bajo cultivo semintensivo. Bajo esta modalidad, la introducción de 10 000 organismos \cdot ha $^{-1}$ por embalse corresponde a una producción teórica esperada de 2.5 ton \cdot ha $^{-1}$ con carpas de 250 g. Más allá de la cifra señalada, el aumento

Figura 6 Análisis factorial (3×3) para el factor de condición de carpas (KM; Medina & García, 1979) a 180 días de cultivo, bajo tres regímenes de alimentación y tres densidades de organismos. Las barras verticales indican el intervalo de confianza del 95%. R_n =alimentación natural; R_F= estangues con fertilización; R,=alimentación suplementada con subproductos agrícolas. D_R=densidad baja de organismos(0.5org.:m²); D_M=densidad media de organismos (1.0 org. · m^2); $D_{\Delta} = densidad alta$ de organismos (2.0 org. \cdot m²).

CUADRO A.5 Promedio mensual durante el periodo junio-diciembre de 2004, de las variables físicas y químicas registradas en los estanques de experimentación de Zacapu, Michoacán.

Meses 2004	Tambiente máx. (°C)	Tambiente mín. (°C)	Tagua máx. (°C)	Tagua mín. (°C)	Transparencia disco de Secchi (cm)	Oxígenodisuelto (mg/L)	рН
Junio	25.9	138	(°C)	(°C)	40	68	7.0
Julio	25.4	124	225	195	37	58	72
Agosto	23.6	122	220	190	35	54	7.1
Septiembre	22.0	122	215	180	33	60	7.0
Octubre	22.0	10.0	21.0	17.0	33	62	7.0
Noviembre	20.7	60	192	14.7	31	68	7.1
Diciembre	18.1	31	17.0	129	28	7.0	7.0

T= temperatura

en densidad afectaría la longitud y el peso individuales de los organismos en cultivo, así como su factor de condición. No obstante, más allá de los aspectos técnicos, la rentabilidad de la actividad dependerá de factores externos como el número de pescadores/acuicultores presentes en el embalse y las condiciones de mercado.

En cuanto a la alimentación de las carpas, el régimen R₀ mostró una fuerte dependencia de la materia verde, específicamente el alga filamentosa *Chladophora* spp., presente en 90% de los artículos consumidos; mientras R_Fabarcó una relación trófica más amplia sobre el plancton, microcrustáceos, moluscos e insectos. Es decir, el efecto de la adición de fertilizante dio lugar a un cambio más bien cualitativo de variedad de organismos disponibles para la alimentación de los peces, más que un efecto cuantitativo desde el nivel primario con consecuencias para la red alimenticia.

En el caso excepcional de una acuicultura intensiva de carpa realizada en la región de Zacapu, los productores utilizaron alimento para tilapia con 30% de proteína (ejido Bellas Fuentes, municipio de Coeneo). Cabe destacar que la falta de disponibilidad de alimento especializado para carpa en el mercado local es consecuencia del bajo costo/beneficio de la acuicultura con esta especie, orientada más bien hacia el autoconsumo en las comunidades pesqueras y/o campesinas. Una comparación de precios entre los sub-productos utilizados en los experimentos (2.96 pesos · kg⁻¹) y el alimento comercial empleado para tila-

pia (6.44 pesos ·kg) revela ventajas económicas para la mezcla de ingredientes utilizada en la presente investigación.

Las variables básicas físicas y químicas registradas para los estanques del Centro Acuícola (v. cuadro 3) sugieren condiciones homogéneas y características de un medio acuático turbio. Un descenso en la temperatura del agua (de 19.2°C en junio a 12.9°C en diciembre) resultó muy bajo en Zacapu para el crecimiento de la especie a finales del año. En sí, los estanques permanecieron inalterados a la adición de fertilizantes (R_E) quizás porque las partículas suspendidas en el medio acuático dificultan el paso de luz más allá de la capa superficial para su aprovechamiento en la fotosíntesis por parte del fitoplancton (caso Chapala, Dávalos-Lind, 1996; Lind &Dávalos-Lind, 2002). Así, los microembalses de la región de Zacapu de aguas someras proporcionan un hábitat apropiado para las carpas tanto por la resuspensión de partículas ocasionada por el viento, como por los hábitos de los peces que al remover continuamente los sedimentos desarrollan condiciones de turbiedad en el agua (Zambrano et al., 2001; Scheffer et al., 2003). Así, las prácticas de fertilización de embalses no resultan de utilidad en la región de Zacapu, como sí los hacen en el estado de Morelos (Quiroz, 1990) quizás por la composición de las partículas presentes en los suelos volcánicos de Michoacán; y solamente la adición de alimento permite obtener mayores rendimientos productivos.

Estudios realizados en otras partes del país consideran el potencial acuícola de los microembalses en términos del rendimiento en kg · ha · año en función de la capacidad de carga de los embalses. Así, los rendimientos varían entre los 150 y los 450 kg · ha · año bajo las condiciones más elementales de repoblamiento acuícola (Arredondo-Figueroa &Flores-Nava, 1992). Las cifras ascendieron a 800 y 1 500 kg · ha · año en un periodo de seis meses en dos bordos temporales del estado de Morelos (Hernández-Avilés y Peña Mendoza, 1992); y 2 456 kg · ha · año en policultivos extensivos a una densidad de siembra de un organismo por metro cuadrado (Navarrete y Sánchez, 1989). En comparación, los embalses de Panindícuaro prácticamente alcanzan este último nivel de rendimiento a una densidad menor (0.6 organismos · m-²) en función de su capacidad de carga.

En el ámbito de la acuicultura semintensiva, la aplicación de alimento suplementario permitió alcanzar rendimientos de 1 108 y 1 818 kg · ha · año con carpa espejo (Sánchez, 1984) y hasta 5 506 kg · ha · año (Quiroz, 1990) con la fertilización de estanques en el estado de Morelos. Por su parte, la granja inte-

gral de Tezontepec de Aldama, estado de Hidalgo, con policultivos de carpa y heterocultivos de mojarra con langostino, obtuvo rendimientos que oscilan entre 1.5 y 4.25 ton · ha· año, con una densidad de carga de 1.5 a 12.5 organismos · m² (Hernández-Avilés *et al.*, 2007).

Rawson (1952) menciona que el entendimiento, medición y predicción de la productividad biológica puede ser considerada como el problema central de la limnología. Un enfoque basado en el empiricismo y dirigido a la predicción de las propiedades salientes del sistema se denomina "predictivo", "empírico" u "holístico" (Peters, 1986). En el manejo de pesquerías, Peters (1982) señala que el índice morfoedáfico (IME) representa una de las herramientas predictivas más sobresalientes desarrolladas desde las propuestas de Rawson (1952) y posteriormente modificadas por Ryder (1965). Este último autor postuló que la producción pesquera está afectada por tres factores principales: los morfométricos, edáficos y climáticos, no obstante excluyó los factores climáticos para reducir la complejidad de la relación con la producción de peces. Schlesinger y Regier (1982), posteriormente retomaron la interacción del componente morfoedáfico con el clima y su relación con la producción y los rendimientos pesqueros.

En México, el enfoque del IME cuenta con escasos ejemplos (Henderson, 1974; Cortés, 1976) por la falta de bases de datos disponibles sobre la producción pesquera; sin embargo, Hernández-Avilés *et al.* (2007) destacaron la relación entre los componentes climáticos, morfométricos y edáficos que en su interacción conjunta modulan el flujo de energía y el reciclado de materiales expresado como producción y comentan una serie de casos de estudio en pequeños embalses asociados al componente climático. Basado en el mismo índice, Rojas-Hoyo (1986) calculó para Michoacán y tan solo para embalses menores de 10 ha, un potencial de producción pesquera de 42 127 ton sin tomar en cuenta los factores de mercado.

En Cuba, país más sobresaliente en manejo de embalses y parecido al caso mexicano, los cuerpos de agua son estudiados mediante una evaluación de su productividad a través del IME para calcular la carga que podrían soportar y, con base en ello, determinar los organismos por introducir y la frecuencia de dicha introducción; de igual forma se estudia la fauna establecida para determinar la talla mínima de siembra y los esfuerzos de protección que hay que dedicar a los organismos sembrados, posteriormente se efectúa un monitoreo del desarrollo de los organismos y del ambiente para sustentar decisiones futuras

relativas al esfuerzo de pesca e incluso a las necesidades de cosechar prioritariamente ciertas tallas, sexos o especies para controlar o para incrementar la producción (Juárez-Palacios, 1992). Por otro lado, los modelos de producción de Schaefer (1954) y Fox (1970) han sido ampliamente utilizados en las evaluaciones pesqueras, con base en la estadística comercial obtenida en los embalses cubanos, empleando como esfuerzo el número de redes o el número de hombres, días de pesca y la captura por unidad de esfuerzo en kilogramos (Marí, 1993).

Rigler (1982) discute que, aunque los limnólogos y biólogos pesqueros tienen una meta común —la predicción del tamaño futuro de los *stocks* de peces—existe poca comunicación entre los dos tipos de especialistas por la falta de un paradigma en común, y propone el "empiricismo" como una posible vía de acercamiento e interacción. Desde el punto de vista de la dinámica poblacional, Lorenzen (1996) puso a consideración un modelo simple de Von Bertalanffy para un crecimiento dependiente de la densidad en acuicultura extensiva, con aplicación a la carpa común (*Cyprinus carpio*); y Ritter-Ortiz *et al.* (1992) en México, calcularon el mayor rendimiento poblacional de la pesquería de carpa en individuos de dos años, para la presa Atlangatepec en Tlaxcala.

El enfoque denominado "Aprendizaje Adaptivo" (Garaway & Arthur, 2004) practicado en el sureste asiático, concibe un proceso estructurado e iterativo de "aprender sobre la práctica" en el cual el conocimiento y las habilidades de una serie de interesados, incluyendo a los usuarios de los recursos, organizaciones no gubernamentales, gobierno e investigadores, proporcionan elementos sólidos para aprender y desarrollar. Para la siembra de embalses en Laos (Garaway & Arthur, 2002), la recomendación básica radica en la siembra de 3 000 a 6 000 organismos ha⁻¹; y 9 800 peces⁻¹·ha⁻¹·año⁻¹ bajo condiciones óptimas de fertilización para el noreste de Tailandia (Lorenzen et al., 1998). Ambos casos coinciden aproximadamente con el presente trabajo en cuanto a las proporciones de siembra. El estado eutrófico de los embalses tailandeses resulta comparable al efecto de la adición de subproductos agrícolas en Zacapu. La adición de fertilizantes en los estanques del Centro Acuícola no trajo consigo ventajas para el crecimiento de los peces, de tal forma que su aplicación carece de fundamento por las condiciones turbias del medio acuático que impiden el desarrollo del fitoplancton a través de la asimilación de los nutrientes elementales como nitrógeno o fósforo.

Moreno-Hernández *et al.* (1993) señalaron para México la carencia de modelos que permitan estimar la capacidad de carga de cada embalse, a efecto de

sustentar la programación de siembras y repoblaciones. La presente investigación aporta datos en ese sentido para la región de Zacapu.

Agradecimientos

AClaudia de Jesús Avendaño por su apoyo en el trabajo con sistemas de información geográfica; al Dr. José Luis Arredondo Figueroa y a la Dra. María Esther Meave del Castillo por sus sugerencias para mejorar el presente manuscrito; al Dr. Víktor Golod de la estación piscícola de Ropcha en la región Lomonosov de San Petersburgo, Rusia, por sus consejos para emprender el trabajo de selección genética en Zacapu; y a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, a través de la Coordinación de la Investigación Científica, por el apoyo recibido a través del proyecto Carta Acuícola de Michoacán y la Maestría en Limnología y Acuacultura.

Referencias bibliográficas

- Arredondo-Figueroa, J.L. & A. Flores-Nava. 1992. Características limnológicas de pequeños embalses epicontinentales, su uso y manejo en la acuicultura. *Hidrobiológica* 3/4: 1-10.
- Arredondo-Figueroa, J.L. &S.D. Lozano-Gracia. 1994. Water quality and yields in a polyculture of non-native cyprinids in Mexico. *Hidrobiológica* 4: 1-8
- Cortés, R. 1976. Estimación del Rendimiento Potencial Piscícola del Estado de Aguascalientes (México) según Índice Morfoedáfico y consideraciones para el Fomento de la Piscicultura. Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática. 12p.
- Dávalos-Lind, L. 1996. Phytoplankton and bacterioplankton stress by sediment-borne pollutants. *Journal of Aquatic Ecosystem Health 5*: 99-105
- FAO (Food and Agriculture Organization, Inland Water Resources and Aquaculture Service, Fishery Resource Division). 1999. *Review of the State of World Fisheries Resources: Inland Fisheries*. Circular de Pesquerías FAO 942, 53p.
- Fox, W.Jr. 1970. An exponential surplus yield model for optimizing explotation of fish populations. *Transactions of the American Fisheries Society* 170: 80.
- Garaway, C.J. &K. Lorenzen. 2001. Developing fisheries enhancements in small water bodies: lessons from Lao PDR and Northeast Thailand. In: De Silva, S.S. (Editor). *Reservoir and Culture based Fisheries: Biology and Management.* ACIAR Proceedings 98. Canberra. pp. 227-234

- Garaway, C.J. &R.I. Arthur. 2002. Community Fisheries: Lessons from Southern Lao PDR. London. 28p.
- Garaway, C.J. &R.I. Arthur. 2004. Adaptive learning: a practical framework for the implementation of adaptive co-management lessons from selected experiences in South and Southeast Asia. MRAG Ltd. London.
- González-Yañez, J., A.Auró de Ocampo &V.Aníslao Tolentino. 2001. Evaluación del crecimiento de carpa común (*Cyprinus carpio, var. communis*) alimentada con cerdaza ensilada. Veterinaria México 33: 109-118.
- Hasan M.R. &H.A.J. Middendorp. 1997. Optimising stocking density of carp fingerlings through modeling of the carp yield in relation to average water transparency in enhanced fisheries in semi-closed waters bodies in western Bangladesh. In: FAO (Ed.) *Inland Fishery Enhacements*. Publicación técnica 374. Roma, Italia. pp. 159-181.
- Hernández-Avilés, J.S. &B. Peña-Mendoza. 1992. Rendimientos piscícolas en dos bordos semi-permanentes en el Estado de Morelos, México. *Hidrobiológica* 13:11-23
- Hernández-Avilés, J.S., J.L. García-Calderón, M.C. Galindo de Santiago & J. Loera López. 2007. Microembalses: una alternativa de la limnicultura. In: De la Lanza Espino, G. (compliadora). *Las Aguas Interiores de México: Conceptos y Casos*. AGT Editor, S.A. pp.597-620.
- Henderson, F. 1974. *Programa de Evaluación de Recursos para apoyar el Desarrollo Pesquero en Aguas Mexicanas*. Programa de Investigación para el Fomento Pesquero México PNUD/FAO/CPEM 8: 62p.
- Hishamunda N. & R. P. Subasinghe. 2003. *Acuaculture Development in China*. Documento técnico de Pesquerías FAO 427, Roma. 56 p.
- Huet, M. &J.A. Timmermans. 1994. *Textbook of Fish Culture: Breeding And Cultivation of Fish.* Blackwell Science. 2a Edición. 456p.
- Juárez-Palacios, R. 1987. La acuicultura en México, importancia social y económica. In: *Desarrollo Pesquero Mexicano 1986-1987*. Secretaría de Pesca, México. pp. 219-232.
- Juárez-Palacios, R. 1992. El aprovechamiento de los embalses en América Latina a través de la práctica de la acuicultura de repoblación. In: Juárez-Palacios, R (Ed.). *Manejo y Explotación Acuícola de Embalses de Agua Dulce en América Latina*. Documento preparado para el proyecto GCP/RLA/075/ITA Apoyo a las Actividades Regionales de Acuicultura para América Latina y El Caribe (Aquila I). Documento de Campo de FAO No.1.

- Kashigan, S. 1991. *Multivariate Statistical Analysis: a Conceptual Introduction*. Radius Press. 303p.
- Lind, O. &L Dávalos-Lind. 2002. Interaction of water quantity with water quality: the Lake Chapala example. *Hydrobiologia* 467: 159-167.
- Little, D.C. &P. Edwards. 2003. *Integrated Livestock-Fish Farming Systems*. Servicio de Recursos en Aguas Interiores y Acuicultura de FAO. 177p.
- Lorenzen, K. 1996. Asimple von Bertalanffy model for density-dependent growth in extensive aquaculture, with an application to common carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture 142: 191-205.
- Lorenzen, K. &K. Enberg. 2002. Density-dependent growth as a key mechanism in the regulation of fish populations: evidence from among-populations comparisons. *Proceedings of the Royal Society of London* 269:49-54
- Lorenzen, K., J. Juntana, J. Bundit & D. Tourongruang. 1998. Assessing culture fisheries practices in small water bodies: a study of village fisheries in Northeast Thailand. *Aquaculture Research* 29: 211-224.
- Marí, A. 1993. Pesquerías derivadas de la acuicultura en aguas interiores de Cuba. In: Juárez-Palacios, R. &E. Varsi (Eds). Avances en el Manejo yAprovechamiento Acuícola de Embalses en América Latine y El Caribe. Il Taller regional sobre manejo y explotación acuícola de embalses (México, D.F. 19-21 Agosto 1992).
- Medina-García, M. 1979. El Factor de Condición Múltiple (KM) y su Importancia en el Manejo de al Carpa Israel (Cyprinus carpio specularis) I. Hembras en el estado de madurez V(Nikolsky, 1963). Manuales Técnicos de Acuacultura. Departamento de Pesca. México. 6 p.
- Moreno-Hernández, A., M.A. Velásquez-Escobar &G. Díaz-Zavaleta. 1993. Actualización del estudio de manejo y explotación acuícola de los embalses en México. In: Juárez-Palacios, R. y E. Varsi (Eds). Avances en el manejo y aprovechamiento acuícola de embalses en América Latina y El Caribe. II Taller regional sobre manejo y explotación acuícola de embalses (México, D.F. 19-21 Agosto 1992).
- Navarrete, S.N.A. & R. Sánchez. 1989. El sistema de policultivo de peces en el medio rural mexicano. *Revista Latinoamericana de Acuicultura, Peru* 39: 45-53.
- Peters, R.H. 1982. The relation between fisheries management and limnology. Transactions of the American Fisheries Society 111: 121-132.

- Peters, R.H. 1986. The role of prediction in limnology. *Limnology and Oceanogra- phy* 31: 1143-1159.
- Quiroz, C.H. 1990. Fertilización intensiva en estanques rústicos de producción ejidal con policultivos piscícolas, como estrategia de integración de procesos agropecuarios en la acuicultura, en el Estado de Morelos, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.85p.
- Rawson, D.S. 1952. Mean depth and the fish production of large lakes. *Ecology* 33: 513-521.
- Remedios, L. 1999. *Acuicultura, sociedad y medio ambiente.* Ministerio de la Industria Pesquera. Cuba. 8 p.
- Remedios, L. 2001. *La Acuicultura en Pequeños Embalses en América Latina y El Caribe.* FAO. 25p.
- Rigler, F.H. 1982. The relation beteen fisheries management and limnology. *Transactions of the American Fisheries Society* 111: 121-132.
- Ritter-Ortíz, W., J. Suarez-Sánchez & R. Rodríguez-Maldonado. 2001. Crecimiento, sobrevivencia y optimización de la carpa (*Cyprinus carpio*) en la presa de Atlangatepec, Tlaxcala. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 19: 43-56.
- Rojas-Hoyo, J. 1986. Avance del inventario nacional de cuerpos de agua epicontinentales, rendimiento potencial e importancia para la acuacultura. In: Vila, I. &E. Faggeti. (Eds.). *Trabajos presentados al Taller Internacional sobre Ecología y Manejo de Peces en Lagos y Embalses*. COPESCAL Documento Técnico 4. 237p.
- Ryder, R.A. 1965. Amethod for estimating the potential fish production of north-temperate lakes. *Transactions of the American Fisheries Society* 94: 214-218.
- Sánchez, M.R. 1984. Análisis de los aspectos biológicos y económico en dos casos de piscicultura rural con carpa (Cyprinus carpio specularis). Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala. 122p.
- Sánchez, M.R. &N.A. Navarrete. 1987. Rendimiento de carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) en bordos del Estado de México. *Revista Latinoamericana de Acuicultura* (Lima, Peru). pp. 33-35.
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of population important to the management of commercial massive fisheries. *Bulletin of the Inter- American Tropical Tuna Commission* 1:25-26.
- Scheffer, M., R. Portielje &L. Zambrano. 2003. Fish facilitate wave resuspension of sediment. *Limnology & Oceanography* 48: 1920-1926.

- Schlesinger, D.A. &H.A. Regier. 1982. Climatic and morphoedaphic indices of fish yields from natural lakes. *Transactions of the American Fisheries Society* 111: 141-150.
- SEPESCA (Secretaría de Pesca). 1988. *Manual biotecnológico para el cultivo y reproducción de ciprinidos en México*. Secretaría de Pesca.
- Sinha, V.R.P. 1985. *Integrated carp farming in Asian Country.* Departamento de Pesquerías y Acuicultura de FAO. 19p.
- Steel, R.G.D. &J.H. Torrie. 2006. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. McGraw-Hill Co. 3a. edición. 672p.
- Sugunan, V. V. 1997. Fisheries Management of Small Water Bodies in Seven Countries in Africa, Asia and Latin America. Circular de Pesquerías FAO 933.
- Thuok, N. 1997. Inland Fishery Management and Enhancement in Cambodia. In: FAO (Ed.). *Inland Fishery Enhacements*. Publicación técnica 374. Roma, Italia. pp. 79-89.
- Wetzel, R. 2001. *Limnology: Lakes and Rivers Ecosystems*. Academic Press. 3a. edición. 850p.
- Zambrano, L, M. Scheffer &M. Martínez-Ramos. 2001. Catastrophic response of lakes to benthivorous fish introduction. *OIKOS* 94: 344-350.

ÍNDICE DE CUADROS, GRÁFICAS Y MAPAS

CUADRO 1 Relación de 30 cuerpos de agua en estudio CUADRO 2 Métodos de campo y laboratorio aplicados a muestras de	33
los treinta cuerpos de agua en estudio	37
CUADRO 3 Regionalización administrativa de Michoacán	44
Cuadro 4 Datos poblacionales de los municipios de Michoacán	45-48
CUADRO 5 Rangos de superficie de los cuerpos de agua de Michoacán CUADRO 5 Rangos de superficie de los cuerpos de agua de Michoacán CUADRO 6 Relación de 109 cuerpos de agua de mayor tamaño	54 54
en Michoacán	54-57
GRÁHCA 1 Producción del litoral Pacífico, 2011	40
GRÁHCA 2 Producción de tilapia, 2002-2011	41
GRÁHCA 3 Producción de especies de agua dulce en Michoacán, 2011	63
GRÁHCA 4 Captura de especies marinaS en Michoacán, 2011	65
GRÁHCA 5 Época de secas, grado de mineralización bajo, 2005	138
GRÁHCA 6 Época de lluvias, grado de mineralización bajo, 2005	139
GRÁFICA 4 Época de secas, grado de mineralización intermedio, 2005	140
GRÁRICA 5 Época de lluvias, grado de mineralización intermedio, 2005	141
GRÁFICA 6 Época de secas, grado de mineralización alto, 2005	142
GRÁFICA 7 Época de lluvias, grado de mineralización alto, 2005	143
GRÁFICA 8 Relación entre conductividad y altitud para 30 cuerpos	
de agua de Michoacán, 2005	144
Mapa A Ubicación geo gráfica	38
Mapa B Fisiografía	42
MAPA C Regionalización administrativa decretada por el gobierno	
del estado de Michoacán	43
Mapa D Climas	49
MAPA E Vegetación	50
Mapa F Hidrología	53
MAPA G Inventario de cuerpos de agua y Unidades de Producción	
Acuícola	58
Mapa 1.1 Región Lerma-Chapala: Carpa	69
MAPA 1.2 Región Lerma-Chapala: Tilapia	71
MAPA 1.3 Región Lerma-Chapala: Bagre	73
Mapa 2.1 Región Bajío: Carpa	77

Mapa 2.2 Región Bajío: Tilapia	78
Mapa 2.3 Región Bajío: Bagre	79
Mapa 3.1 Región Cuitzeo: Carpa	81
MAPA 3.2 Región Cuitzeo: Tilapia	83
MAPA 3.3 Región Cuitzeo: Bagre	84
Mapa 3.4 Región Cuitzeo: Trucha arco iris	87
Mapa 4.1 Región Oriente: Carpa	89
MAPA 4.2 Región Oriente: Tilapia	91
MAPA 4.3 Región Oriente: Bagre	93
MAPA 4.4 Región Oriente: Trucha arco iris	95
MAPA 4.5 Región Oriente: Ranatoro MAPA	97
5.1 Región Tepalcatepec: Carpa MAPA 5.2	99
Región Tepalcatepec: Tilapia MAPA 5.3	101
Región Tepalcatepec: Trucha MAPA 6.1	103
Región Meseta: Carpa	105
Mapa 6.2 Región Meseta: Tilapia	107
MAPA 6.3 Región Meseta: Bagre	109
MAPA 6.4 Región Meseta: Trucha arco iris	110
Mapa 7.1 Región Pátzcuaro: Bagre	113
MAPA 7.2 Región Pátzcuaro: Tilapia	115
MAPA 7.3 Región Pátzcuaro: Trucha arco iris	116
MAPA 8.1 Región Tierra Caliente: Tilapia	118
MAPA 8.2 Región Tierra Caliente: Bagre	119
MAPA 8.3 Región Tierra Caliente: Trucha arco iris	121
Mapa 9.1 Región Costa: Tilapia	123
MAPA 9.2 Región Costa: Bagre	125
MAPA 9.3 Región Costa: Trucha arco iris MAPA	127
10.1 Región Infiemillo: Trucha arco iris MAPA	131
10.2 Región Infiernillo: Bagre	133
Mapa 10.3 Región Infiernillo: Tilapia	135
MAPA 11 Carta Pesquera y Acuícola de Michoacán	179

ÍNDICE

LISTA DE AUTORES	7
SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E ÍCONOS	9
PRESENTACIÓN	13
PRÓLOGO	15
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	19
ANTECEDENTES	23
OBJETIVOS	31
Generales	31
Particulares	31
METODOLOGÍA	35
Productos carto gráficos	35
Bases de datos	36
Capacidad de carga de los embalses	36
Verificaciones de campo	36
MAPAS TEMÁTICOS	39
Ubicación geográfica	39
Fisiografía y regionalización administrativa	41
Climas	48
Vegetación	48
Hidrología	51
INVENTARIO DE CUERPOS DE AGUA DEL ESTADO DE MICHOACÁN	54
UNIDADES DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA	59
INFLUENCIA DEL MERCADO EN LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA	61
LA PESCA EN AGUAS CONTINENTALES Y MARINAS	63
MAPAS REGIONALES	67
Región Lerma-Chapala	68
Región Bajío	75
Región Cuitzeo	82
Región Oriente	90
Región Tepalcatepec	100
Región Meseta	106
Región Pátzcuaro	111

Región Tierra Caliente	117
Región Costa	122
Región Infiernillo	132
ANÁLISIS DEL AGUA PARA TREINTA CASOS DEESTUDIO	137
Introducción	137
Grados de mineralización	138
Altitud	143
Variaciones físico-químicas	144
FICHAS INFORMATIVAS DE TREINTA CUERPOS DE AGUADE	
MICHOACÁN	147
REFLEXIONES FINALES	178
BIBLIOGRAFÍA	183
ANEXO	191
ÍNDICE DE CUADROS GRÁFICAS Y MAPAS	213