

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN



Uso actual y caracterización del embalse Las Teclas, Tepalcingo, Morelos, México

MIGDALIA DÍAZ VARGAS,¹ PATRICIA TRUJILLO JIMÉNEZ,²
ISELA MOLINA ASTUDILLO³ Y JUDITH GARCÍA RODRÍGUEZ⁴

RESUMEN: Los embalses son sistemas acuáticos artificiales — ecosistemas dulceacuícolas— en los que se pueden implementar estrategias de Manejo Integrado de Recursos Hídricos (MIRH) para el aprovechamiento sustentable. En este artículo se caracterizan las condiciones limnológicas y de uso actual del embalse rural Las Teclas, así como su relación socioeconómica con la comunidad aledaña Adolfo López Mateos (Tepalcingo, Morelos) para realizar propuestas respecto al mejoramiento del cultivo de la tilapia y el uso integral de sus recursos, con información recabada entre los pobladores mediante observación y entrevistas para identificar el grado de aceptación, antecedentes y perspectivas de la actividad acuícola; y un diagnóstico de las condiciones para evaluar el potencial productivo del sistema.

ABSTRACT: Reservoirs are artificial water systems —freshwater ecosystems— in which strategies for Integrated Water Resource Management (MIRH) can be implemented for sustainable use. This article describes the limnological conditions and current use of the Las Teclas rural reser-

¹ Maestra en ciencias, profesora-investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Río Pánuco 41, Col. Vista Hermosa, Cuernavaca, Morelos; tel.: 777 3 16 23 54 fax: 777 3 29 70 29, migdalia@uaem.mx.

² Maestra en ciencias, profesora-investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos; tel. y fax: 777 3 29 7029, trujillo@uaem.mx.

³ Maestra en ciencias, profesora-investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Río Pánuco 41, Col. Vista Hermosa, Cuernavaca, Morelos; tel.: 777 3 16 23 54 fax: 777 3 29 70 29, molina@uaem.mx.

⁴ Maestra en ciencias, profesora-investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Río Pánuco 41, Col. Vista Hermosa, Cuernavaca, Morelos; tel.: 777 3 16 23 54 fax: 777 3 29 70 29, garciarj@uaem.mx.

D.R. © 2013. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Sociales. *Revista de Investigación Social*, año IX, núm. 14, verano de 2012. México, D.F., pp. 09-30. ISSN: en trámite (folio núm. 295/08).

voir and its socio-economic link with the adjacent community Adolfo López Mateos (Tepalcingo, Morelos) for undertaking changes related to the improvement of tilapia farming and the integral use of its resources. The article is based on information gathered from the inhabitants through observation and interviews to identify the degree of acceptance, antecedents and perspectives of aquaculture activity, and a diagnosis of conditions for evaluating the productive potential of the system.

Palabras clave: embalse, limnología, acuicultura, manejo integrado.

Key words: reservoir, limnology, aquaculture, integrated management.

INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de estrategias de manejo y utilización de los recursos es necesario realizar la caracterización de los sistemas, es decir, determinar las características distintivas para conocer los aspectos más relevantes que los definen o tipifican; en este sentido, los embalses son sistemas acuáticos artificiales importantes en el desarrollo de diferentes actividades agrícolas y pecuarias, incluida la denominada Acuicultura Rural a Pequeña Escala (ARPE). Es necesario considerar todos aquellos factores que influyen en la composición, distribución y biomasa de la biota acuática, tasas de reciclamiento de nutrientes, productividad primaria y estado trófico general, considerando aspectos geológicos, morfológicos, climáticos y antropogénicos, como requerimientos para la elaboración de Modelos de Manejo Integrado (Arredondo *et al.*, 2007).

El Manejo Integrado de Recursos Hídricos tiene como objetivo generar una herramienta eficaz para resolver los problemas del sector, promoviendo el desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados para maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la estabilidad de los ecosistemas (Salgado, 2005). Es por ello que, la ARPE, es

una de las propuestas de manejo para la generación de alimentos de alto valor nutritivo y económicamente accesibles, basada en políticas sociales y de sustentabilidad ambiental (López, 2005; Avilés-Quevedo y Vázquez-Hurtado, 2006).

Los principales estudios realizados en la entidad comprenden trabajos en 16 cuerpos de agua menores de 10 ha, ubicados en las regiones Oriente y Poniente del estado, entre los cuales destaca el análisis de la relación de algunos parámetros fisicoquímicos del agua, comportamientos planctónicos, morfométricos y evaluación de tasas de crecimiento de las familias *cichlidae* y *cyprinidae* en monocultivos, bicultivos y policultivos extensivos (Porrás, 1984; Palomino *et al.*, 1984; Guerra y Peña, 1985; Hernández, 1987; Torres, 1989; Granados, 1990; Trejo, 1990; Ocampo, 1991 y Figueroa, 1991). Sin embargo, pocos proponen algún manejo integral o evalúan el grado de aceptación de la acuicultura en las comunidades rurales.

El objetivo de este trabajo es caracterizar las condiciones de uso actual y limnológicas del embalse Las Teclas, así como su relación socioeconómica con la comunidad aledaña, Adolfo López Mateos, en el municipio de Tepalcingo, Morelos para proponer un modelo integral de manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La colonia Adolfo López Mateos se localiza en los 18°39'26" L. N. y 98°55'28" L. O., en el municipio de Tepalcingo, Morelos (figura 1), a una altitud de 1150 msnm, con una población total de 486 habitantes con grado de marginalidad media (Conapo, 2005); se encuentra en la zona norte del municipio, en la cual se ubica el embalse Las Teclas, que es abastecido por el canal Huitchila y cuya superficie de inundación corresponde a 7 ha, con una profundidad máxima de 1.8 m y que irriga 70 ha de cultivo. Este sistema ha

sido utilizado para la producción de tilapia desde hace dos décadas; hasta el año 2003 estuvo considerado en el Programa Nacional de Acuicultura Rural de la Sagarpa (Sagarpa, 2005).

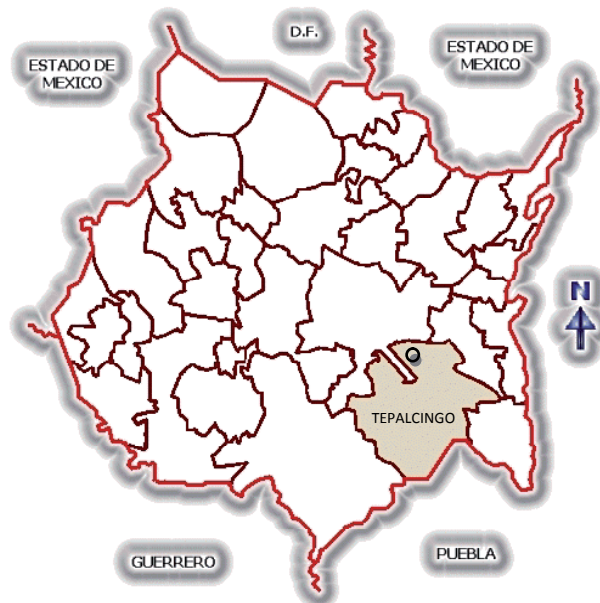


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio. Tomada de: <<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/municipios/17019a.html>>.

Para el desarrollo de este trabajo se realizó un análisis cualitativo mediante recorridos, observación participativa, entrevistas enfocadas a un grupo, encuestas informales y entrevista a informantes clave para conocer la experiencia de los pobladores en la producción acuícola, así como la problemática actual respecto a esta actividad (Rhoades, 1982; Casley y Kumar, 1990; Mettrick, 1999; Briones, 1992; Taylor y Bogdan, 2000). Los ejes de las entrevistas se enfocaron en la comprensión de los elementos técnicos de la acuicultura, la percepción de las ventajas y costos del conjunto de dichos elementos, su pertinencia, los antecedentes de referencia

tanto de la organización como de la piscicultura, hábitos de consumo de pescado y los beneficios obtenidos hasta el momento por esta actividad, además de algunas referencias socioeconómicas. De igual manera, se realizó una consulta bibliográfica de los libros de censo y estadística local y nacional para referenciar la situación socio-económica de la población en estudio (INEGI, 2005).

En una segunda fase, se realizó el diagnóstico actual del sistema: fisicoquímica del agua (alcalinidad total, dureza total, cloro, bióxido de carbono, conductividad, sólidos disueltos, pH, turbiedad, transparencia, temperatura y oxígeno disuelto), nutrientes (nitratos y amonio) (Knud-Hansen, 1998), y grupos fitoplanctónicos y zoobentónicos (Vollenweider, 1974; Pennak, 1978; APHA, 1992; Wetzel, 2001; García, 2004; Martínez, 2008). Las colectas fueron mensuales de mayo de 2008 a mayo de 2009 considerando tres estaciones de muestreo (figura 2). El análisis morfométrico del cuerpo de agua se realizó utilizando mapas, planos, imágenes de satélite, mediciones y comprobaciones de campo (Wetzel y Likens, 2000).



Figura 2. Distribución de las estaciones de muestreo. Tomado con Google Earth 2008.

Para la estimación del rendimiento pesquero se utilizaron los datos mencionados por los integrantes de la comunidad, así como de los órganos institucionales que realizan las siembras, considerando también los volúmenes de cosecha que se obtuvieron.

El análisis de resultados, tanto biológicos como fisicoquímicos, se realizó aplicando el análisis de varianza para datos de distribución no normal de Krustal-Wallis, así como el análisis exploratorio de datos entre los meses de muestreo para determinar las diferencias entre éstos, utilizando los paquetes estadísticos de Excel, SPSS 10.0 y Statistica 6.0. (Zar, 1999; Hair *et al.*, 1999; Ponce *et al.*, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta localidad, la estructura orgánica es ejidal, y para el manejo del embalse se ha organizado un comité de pesca de cinco integrantes con renovación anual. La información recabada a través de entrevistas y observaciones indica desorganización, pues el comité de pesca no está bien establecido; las amas de casa y la población en general desconocen las cuestiones técnicas de la actividad acuícola, y los ejidatarios con injerencia en el embalse manifiestan desinterés en esta actividad, a pesar de que a inicios del año 2000 obtenían producciones importantes de pescado que los beneficiaban económicamente con la venta de excedentes a las poblaciones aledañas.

La última resiembra reportada ocurrió en 2007 y no se cuenta con registro de producción actualizado; cabe señalar que, durante los muestreos en el embalse, nunca se observó actividad acuícola ni de extracción, a pesar de que en las entrevistas se reportó que todavía existen remanentes de la última siembra y que ocasionalmente pescan para autoconsumo. No cuentan con asesoría técnica

de ningún tipo desde 2003 y la mayoría de las personas encargadas del embalse son mayores de 50 años y no muestran entusiasmo por continuar con las actividades acuícolas; los jóvenes en su mayoría han migrado a Estados Unidos.

En cuanto a las personas que podrían continuar con el cultivo de la tilapia, se dedican principalmente a las labores agrícolas y de construcción o se mantienen de las remesas. Por lo que es difícil que retomen esta actividad, a pesar de la experiencia en ella y de que cuando se han organizado han recaudado importantes ingresos económicos.

Un aspecto fundamental de los sistemas acuáticos es el de las características abióticas del agua, mismas que están influidas por la naturaleza del sustrato y pueden tener variaciones relacionadas con el incremento de materia orgánica y actividad biológica, y brindan herramientas para la interpretación de la capacidad productiva de los recursos acuáticos (Margalef, 1991). De manera general, los valores registrados de parámetros fisicoquímicos y nutrientes determinados presentaron variaciones características de los sistemas acuáticos temporales, ya que la fluctuación en los niveles de agua que corresponden a los periodos de lluvia y estiaje propicia cambios en todos los parámetros considerados (De la Lanza, 2007; Arredondo *et al.*, 2007).

En este sentido, la temperatura del agua es un factor importante que desde el punto de vista ecológico tiene efectos en los procesos de auto purificación de los desechos orgánicos, afectando la rapidez de estabilización de la materia orgánica, el nivel de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de aireación (Ramos *et al.*, 2003); está directamente relacionada con el crecimiento y reproducción de los organismos bajo cultivo. Este parámetro osciló entre los 34.6 °C y los 21.9 °C, desviación estándar (DE) de 4.10 y media de 28.7 °C durante el periodo de muestreo, por lo que se considera un sistema con aguas cálidas, adecuado para el establecimiento de cultivos piscícolas (Meyer, 2007), con

un periodo de mezcla continuo de la columna de agua durante todo el ciclo de muestreo.

Dentro del balance gaseoso en los sistemas acuáticos, el oxígeno disuelto es fundamental, ya que es generado por los productores primarios y captado por el intercambio atmosférico por un lado y consumido por los organismos aerobios en sus procesos metabólicos por el otro; las diferentes concentraciones de este gas favorecen el establecimiento de organismos acuáticos dentro de un sistema y por ende la disponibilidad de alimento para los organismos bajo cultivo; fluctúan por la relación que existe entre otros parámetros (temperatura y transparencia) (Margalef, 1991). Los registros de este gas oscilaron de 3.5 mg/L a 11.5 mg/L, con valores altos en los dos primeros meses de muestreo y bajos en el resto, hasta concluir el ciclo, media de 5.6 mg/L y DE de 1.9, rango adecuado para la sobrevivencia de peces bajo cultivo (1.5 a 5 mg/L; Meyer, 2007) y 2.5 mg/L como mínimo aceptable para la acuicultura (de la Lanza, 1998).

Por otra parte, el bióxido de carbono es importante en la actividad fotosintética, ya que define la concentración de carbono inorgánico que está disponible para los productores primarios; cuando las poblaciones de organismos fotosintéticos son abundantes en un sistema, la cantidad de CO₂ asimilado es mucho mayor que la cantidad que pasa de la atmósfera al agua por difusión (Margalef, 1991). En este caso, en los doce meses de estudio el valor registrado fue cero, lo cual pudo deberse al horario de muestreo (mayor incidencia solar), tiempo en el que los productores primarios presentan su mayor actividad metabólica y por ende mayor consumo de bióxido de carbono para la elaboración de carbohidratos en el proceso fotosintético (Jaramillo, 2010).

La turbidez está relacionada con el grado de transparencia del agua, que a su vez depende de la cantidad de sólidos en suspensión, resultado de la actividad biológica o de la presencia de partículas inertes (Wetzel, 2001). La transparencia, turbidez y el

total de sólidos suspendidos (TDS) se relacionaron directamente con las épocas de estiaje y lluvias, registrándose valores altos durante el periodo de inundación para el caso de la transparencia y bajos para la turbiedad y TDS (por el incremento del volumen en la cubeta), condiciones que no afectan directamente el cultivo de la tilapia (Boyd, 1990), cuyos valores fueron altos en los meses de estiaje y bajos en lluvias, máximos en los meses de mayo de 2008, y abril y mayo de 2009 con 840, 845 y 878 ppm respectivamente, y un valor mínimo aislado de 121 ppm en marzo de 2009 para el TSD.

La conductividad mostró la misma tendencia, valores bajos en la mayoría de los muestreos e incrementos en el primer y último mes, mínimo de 210 $\mu\text{S}/\text{cm}$, máximo de 1684 $\mu\text{S}/\text{cm}$, DE de 287.63 y media de 1140.28 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La transparencia mostró valores altos en la temporada de lluvias (junio-noviembre) y decrecientes a partir de diciembre hasta la conclusión del estudio, valores de 50 y 10 cm como máximo y mínimo, media de 26.7 cm y DE de 12.63.

La alcalinidad, dureza total y pH son parámetros relacionados entre sí; la dureza representa la cantidad de metales alcalinotérricos en el agua (calcio y magnesio) provenientes de la disolución de rocas y minerales que será tanto mayor cuanto más elevada sea la acidez del agua. La alcalinidad, por otra parte, también influye en la acidez o basicidad del agua, ya que es la suma de las concentraciones de los iones carbonato, bicarbonato e hidróxidos, que absorben protones manteniendo el pH en un valor muy estable (Wetzel, 2001). El rango registrado fue de 220-280 mg/L CaCO_3 , mínimo de 90 mg/L CaCO_3 (febrero, abril y mayo de 2009), media de 225 mg/L CaCO_3 , y DE de 55.99 para alcalinidad; de 386-837 mg/L CaCO_3 , máximo de 1051 mg/L CaCO_3 (junio), mínimo de 270 mg/L CaCO_3 (marzo), media de 587.3 mg/L CaCO_3 y DE de 174.3 para a dureza y pH 7.6-11.0, DE de 0.6 y media de 8.75, clasificándolas como aguas duras y productivas

por la cantidad de nutrientes disponibles para los productores primarios (Arrignon, 1978).

Respecto al aporte de nutrientes, el nitrato es el compuesto derivado del nitrógeno más importante, pues es considerado imprescindible para ciertos organismos autótrofos; su concentración está relacionada con el desarrollo de florecimientos algales; concentraciones mayores de 0.1 mg/L de nitratos pueden indicar aportes de aguas ricas en materia orgánica en vías de oxidación (Rodier, 1990); los valores reportados de nitrato se ubican en un rango de 2 a 12 mg/L NO_3 (media 5.42 mg/L), con valores por arriba de este rango en los meses de enero, abril y mayo de 2009; DE de 5.19. Por otra parte, el nitrógeno en forma de amonio es una sal inorgánica que es asimilada por el fitoplancton y la macro vegetación sin cambio químico ni gasto de energía (Boyd, 1990); los registros fueron en su mayoría inferiores a 1 mg/L NH_3 , con una media de 0.8 mg/L y DE de 0.62, en los meses de abril y mayo se reportaron los valores más altos, de 2.35 y 2.39 mg/L NH_3 respectivamente.

Respecto al fitoplancton, organismos autótrofos que se localizan en la columna de agua de forma libre y que constituyen el primer eslabón de la red trófica, importantes generadores de oxígeno y principales indicadores de la productividad en los sistemas acuáticos (Quiroz *et al.*, 2004), presentaron valores de 317448 org/ml para *Bacillarioficea*, 106448 org/ml para *Euglenophyceae*, 13608 org/ml para *Cyanophyceae* y 4176 org/ml para *Chlorophyceae*, con distribución heterogénea a lo largo del estudio; sus abundancias, en los dos grupos dominantes, presentaron marcadas fluctuaciones, con los mayores registros en noviembre y abril; los dos grupos restantes estos estuvieron escasamente representados: en varios meses no se reportó ninguno de los dos (noviembre-marzo y mayo de 2009 *Chlorophyceae* ausentes y *Cyanophyceae* sin registro en febrero). Los resultados indican un aporte de alimento para los peces, pues en la mayoría de los ambientes acuáticos las diatomeas

constituyen parte importante del fitoplancton (Strasburger *et al.*, 1993); sin embargo, en el caso de las tilapias, las diatomeas no son palatables, como algunos otros organismos fitoplanctónicos, lo que puede influir en las altas abundancias de esta microalga en el sistema.

En cuanto a la disponibilidad de alimento proporcionado por el fitoplancton, ésta es adecuada de acuerdo con Margalef (1991), quien clasifica como ambientes eutróficos los que presentan una relación de 10^2 - 10^4 células/ml, por lo que este sistema podría ubicarse como eutrófico y por ende capaz de soportar el cultivo de tilapia, principalmente por las altas densidades durante gran parte del año (con algunas variaciones y sucesiones poblacionales), brindando alimento a las tilapias en su etapa micrófaga.

En lo que se refiere a la productividad secundaria, los organismos animales que se encuentran en contacto directo con el sedimento en un sistema acuático son denominados zoobentos y lo constituyen principalmente invertebrados menores que son utilizados como alimento por varias especies de peces, incluidas la tilapias, por sus hábitos omnívoros (Meyer, 2007). Los organismos bentónicos dependen del flujo de energía que les llega desde la zona planctónica; la estructura y densidad de dichas poblaciones se organiza de acuerdo con esta entrada y el tipo de material que llega al fondo del embalse; así, cuando el sistema es muy productivo y somero, se favorecen las especies herbívoras que se alimentan del plancton que se sedimenta (Strayer, 1991).

En el monitoreo realizado en este trabajo se registraron siete grupos zoobentónicos: gastrópodos (13308 org/m^2), ostrácodos (9839 org/m^2), quironómidos (918 org/m^2), anélidos (583 org/m^2), nematodos (24 org/m^2), insectos adultos (4 org/m^2) e hirudíneos (1 org/m^2); mismos que presentaron fluctuaciones a lo largo del año, con valores altos en la segunda mitad del muestreo, a partir de noviembre y hasta abril, tanto para los gastrópodos como para los ostrácodos, para el caso de los quironómidos y anélidos;

éstos fluctuaron durante todo el muestreo, sin registro para los meses de mayo de 2008 y febrero y mayo de 2009, el resto de los grupos solo se registraron en junio, noviembre y mayo de 2009.

La comunidad zoobentónica es esencial en el funcionamiento del ecosistema al reciclar materia orgánica y nutrientes y proveer alimento a los niveles superiores de las cadenas tróficas (Aguilera y Goítia, 1999). En este embalse las condiciones en la zona litoral son propicias para las comunidades bentónicas, a pesar de las fluctuaciones en el nivel del agua.

De manera general, los resultados del análisis estadístico indican diferencias significativas entre los meses de estudio ($P < 0.05$), mostrando una estacionalidad en el sistema, con dos periodos marcados, inundación y estiaje.

En cuanto a la producción pesquera, los registros no se han asentado oficialmente ante Sagarpa debido a que desde 2003 esa dependencia dejó de recolectar la información. Durante la investigación no se obtuvo un registro respecto al total de organismos sembrados y la producción correspondiente a los años 2008 y 2009; solo se tienen datos de los dos últimos años reportados (cuadro 1).

Cuadro 1
ÚLTIMO REGISTRO DE PRODUCCIÓN Y SIEMBRA DEL EMBALSE
LAS TECLAS PROPORCIONADO POR SAGARPA

<i>Año</i>	<i>Siembra (alevines)</i>	<i>Producción (toneladas)</i>
2002	70 000	11.841
2003	69 000	9.492

Estos datos muestran que el interés de las personas de esta comunidad ha mermado desde hace varios años; hasta el año 2000 habían trabajado organizadamente, aprovechando los programas

que el gobierno del estado ofrecía para la implementación de proyectos productivos; de esa manera obtuvieron recursos para la construcción de una bodega a pie del embalse y la compra de redes, lanchas y básculas (Semarnap, 2000); sin embargo, en la actualidad toda esa inversión se ha desaprovechado, pues aunque no han perdido los implementos adquiridos, los han subutilizado. Esto se debe principalmente a que los ejidatarios con injerencia en el embalse son adultos mayores, sin mucho entusiasmo por continuar con la actividad, y los jóvenes en su mayoría han migrado, abandonando no solo sus hogares, sino también las actividades del campo. La existencia de la migración como una opción para incrementar el estatus económico lleva a intensificar su recurrencia; su éxito se sustenta en la restricción de recursos internos, así como en los aprendizajes y contactos creados para moverse fuera, lo cual lleva a cada vez más individuos a interesarse en experimentarla (Guzmán, 2005).

En cuanto al tema de organización, considerando los beneficios que representa el trabajo llevado a cabo de esta manera y citando a Flores y Rello (2002), el capital social es la capacidad colectiva de tomar decisiones y actuar conjuntamente para perseguir objetivos de beneficio común, capacidad que coloca al grupo en un plano de superioridad con respecto al individuo. En este sentido, esta localidad ha experimentado los beneficios del trabajo organizado, no solo en el ámbito agrícola, sino también en las actividades acuícolas, observándose respuestas positivas y negativas.

Al respecto, las instituciones federales han promovido el trabajo organizado en las comunidades rurales con programas en todos los sectores. Para la acuicultura rural existe el Programa de Fortalecimiento a la Organización Rural, en el que se apoya la consolidación de formas de organización social y por sistema-producto para la participación consultiva en la instrumentación de políticas y planes de desarrollo; brinda apoyo económico y

orientación para efectuarlo y así incorporarse a las unidades de producción rural y grupos prioritarios de forma organizada para la apropiación del valor agregado en ambos sentidos de la cadena productiva; de igual forma, promueve sinergias entre las organizaciones y redes económicas y de servicios financieros rurales, para fortalecer procesos de participación y autogestión que permitan un mayor poder de negociación y posicionamiento de empresas y organizaciones (Conapesca, 2010).

Por todo esto, las posibilidades de esta actividad son extensas y podrían traducirse en mejorar la calidad de vida de las familias en esta localidad; sin embargo, las cuestiones culturales de apropiación y el rechazo a la imposición de ciertas actividades son características propias de cada lugar y de cada grupo de individuos. El rechazo a actividades impuestas o ajenas, así como la migración, muchas veces se perciben como desinterés por parte de los actores, aun cuando en cierto momento las experiencias en este tipo de actividades hayan sido satisfactorias.

Desde el punto de vista técnico, el manejo de micro embalses requiere de conocimiento de la capacidad de carga para determinar los límites de crecimiento poblacional basado en los recursos alimenticios existentes (Huipe-Ramos y Bernal-Brooks, 2009). Hernández-Avilés *et al.* (2007) destacan la importancia de los micro embalses en las áreas rurales de México desde el punto de vista económico, al ser sistemas productivos ricos en nutrimentos (la mayoría de ellos eutróficos) y por ende adecuados para la acuicultura. Por lo que la asistencia técnica sigue siendo importante para el manejo de los estos embalses y para el aprovechamiento piscícola.

En este sentido, los modelos integrales de manejo de los recursos, en este caso para el incremento de la tasa de cosecha de los productos acuícolas, se establecen considerando una serie de criterios tanto sociales como biológicos, pues si bien el manejo tecnológico de los embalses está ampliamente descrito en diversos

documentos publicados, es necesario considerar a la par las posibilidades tanto económicas como culturales para la implementación de los mismos, pues muchas de las recomendaciones incluidas en los modelos requieren de un conocimiento técnico previo y de recursos económicos para ejecutarlos con éxito, aunados al compromiso adquirido con esta actividad por parte de los actores.

El paradigma de la sustentabilidad requiere de procesos de apropiación de los recursos naturales que sean ambientalmente amigables, económicamente viables y socialmente aceptables, tecnológicamente posibles y que se regulen a través de normatividad y legislación (Pérez *et al.*, 2002). Para las comunidades rurales que sufren de pobreza, y como consecuencia de alimentos, incorporar el cultivo de la tilapia a parcelas agrícolas es una excelente forma de producir alimentos de origen animal con un alto nivel de proteína, además de incrementar las fuentes de trabajo. La integración de los cultivos acuícolas en embalses utilizados para riego permite potencializar el uso del agua, además de utilizar esquilmos y reutilizar desechos agrícolas y caseros, ya que tener organismos acuáticos bajo cultivo brinda a las parcelas fertilización de una forma aditiva con el agua procedente de los embalses, por lo que el sistema se enlaza y se hace sustentable (Gasca-Leyva, 2009).

Una manera de realizar un cultivo sustentable es utilizar los desechos agrícolas como alimento complementario, de igual manera se pueden emplear las excretas de los animales de corral para fertilizar los sistemas acuáticos. Estudios realizados por Green *et al.* (2000) indican que la tilapia crece mejor con insumos orgánicos como fuente de micronutrientes, en comparación con insumos inorgánicos como los fertilizantes químicos. El grano de maíz contiene aproximadamente 8% de proteína y es fuente de carbohidratos que la tilapia puede utilizar (Lim y Webster, 2006), por lo que se puede complementar el proceso de fertilización para incrementar la productividad primaria con alimentación a base de algunos desechos agrícolas o caseros.

En embalse Las Teclas, las propuestas de manejo antes descritas podrían incrementar la productividad en el sistema. Sin embargo, esto no es factible debido al notable desinterés hacia la actividad acuícola; estas acciones serían inoperantes si no existe una disposición por parte de los pobladores para realizarlas. Es evidente que han concluido por el rechazo, ya que durante el periodo de estudio se confirmó que no existe ninguna actividad acuícola y la calidad de los organismos ha decrecido a causa del abandono del sistema.

Se tendría que realizar otro análisis para descubrir cuál o cuáles fueron los motivos reales para abandonar la actividad y de esta manera implementar alguna estrategia para retomarla o para adoptar alguna actividad alternativa que proporcione beneficios; aunque se corre el riesgo de repetir la misma situación que en el caso de la acuicultura. Entonces se podría constatar que posiblemente en esta localidad la gente vive de las remesas enviadas por sus familiares en el extranjero, lo que inhibe el interés por la piscicultura por sí misma. Pero quizá alguna otra actividad, enfocada a un grupo —por ejemplo, las mujeres—, podría ser estimulada.

CONCLUSIONES

La desorganización respecto a la actividad acuícola impera entre los pobladores y beneficiarios del embalse Las Teclas y el rechazo es evidente; la mayoría de los ejidatarios son personas mayores sin entusiasmo por la acuicultura.

El sistema cuenta con características limnológicas propicias para el cultivo piscícola; la calidad del agua y disponibilidad de nutrientes son adecuadas para el establecimiento de productores primarios y secundarios. Podría establecerse un policultivo (tilapia-carpa o tilapia-langosta) para aprovechar al máximo los recursos disponibles.

La implementación de un modelo de manejo integral no es factible, pues a pesar de que el aprovechamiento racional de los recursos puede potencializarse fomentando la participación colectiva en beneficio de los pobladores, éstos han mostrado desinterés por la actividad acuícola y prefieren dedicar todo su tiempo a la agricultura.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, X., y E. Goitia (1999). "Estructura de la comunidad zoobentónica de la Laguna Bufeos (Cochabamba, Bolivia)". *Rev. Bol. de Ecol.* 6: 55-64.
- APHA, IWWA, WRCF (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Madrid: Díaz de Santo.
- Arredondo, F. J. L., Z. G. Díaz y P. M. T. Ponce (2007). *Limnología de presas mexicanas, aspectos teóricos y prácticos*. México: AGT.
- Arrignon, J. (1978). "Calcul pratique de la section d'un moine de vidange". *Bull. Lais. C. S. P.* núm. 1-2/78: 12-14.
- Avilés-Quevedo, S., y M. Vázquez-Hurtado (2006). "Fortalezas y debilidades de la acuicultura en México". En *Pesca, acuicultura e investigación en México*, coordinado por A. P. Guzmán y C. D. F. Fuentes. México: CEDRSSA.
- Boyd, C. E. (1990). *Water Quality in Warmwater Fish Pond*. Opelika, AL, USA: Craftmaster Printers, Inc.
- Briones, G. (1992). "La entrevista, la recolección y el procesamiento de la información", 69-80. En *Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales*. México: Trillas.
- Casley, D., y K. Kumar (1990). *Recopilación, análisis y uso de datos de seguimiento y evaluación*, 11-26. Madrid: Mundi-Prensa.
- Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (Conapesca) (2010). *Reglas de Operación 2010*, disponible en línea: <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_programa_participacion_actores> [consulta: 1 de abril de 2010].

- Consejo Nacional de Población (2005). <<http://www.conapo.gob.mx>> [consulta: 1 de abril de 2010].
- De la Lanza, E. G. (1998). "Aspectos fisicoquímicos que determinan la calidad del agua". En *Ecología de los sistemas acuícolas. Bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura*, compilado por C. R. L. Martínez. México: AGT.
- De la Lanza, E. G. (2007). *Las aguas interiores de México, conceptos y casos*. México: AGT.
- Figuroa, T. J. (1991). "Evaluación del crecimiento de tres ciprinidos, carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), carpa común (*Cyprinus carpio rubrofuscus*) y un ciclido (*Oreochromis hornorum*) en cultivo extensivo, realizado en el bordo temporal 'El Arco' Jantetelco, Morelos, México". Tesis de licenciatura en biología. Cuernavaca: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Flores, M., y F. Rello (2002). *Capital social rural. Experiencias de México y Centroamérica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México / Plaza y Valdés Editores.
- García, R. J. (2004). "Distribución espacio tiempo del fitoplancton del Lago Zempoala, Morelos, México, durante un ciclo anual". Tesis de maestría. México: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gasca-Leyva, E. (2009). "La acuicultura y la agricultura trabajando juntas para la sustentabilidad", disponible en línea: <<http://cals.arizona.edu/azaqua/ista/ista5work/ista5papers/Gasca-Leyva/Gasca-Leyva.doc>> [consulta: 12 de noviembre de 2009].
- Granados, R. J. G. (1990). "El comportamiento del zooplancton en tres ambientes acuáticos epicontinentales del Estado de Morelos". Tesis de maestría. México: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Green, B. W., D. R. Teichert-Coddington y T. R. Hanson (2000). "Desarrollo de tecnología de acuicultura semi-intensiva en Honduras: resumen de las investigaciones en acuicultura de agua dulce realizadas por el Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Acuicultura/Dinámica de Estanques (PD/A CRSP)

- de 1983 a 1992. Centro Internacional para la Acuicultura y Medio Ambiente Acuático”, *Series para la Investigación y Desarrollo* núm. 45. Auburn, AL, USA: Universidad de Auburn.
- Guerra, E., y B. Peña (1985). “Estudio del crecimiento de *Oreochromis hornorum* (Trewas, 1980) en relación a las condiciones limnológicas del embalse permanente de Michapa, Estado de Morelos”. Tesis Profesional. México: Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guzmán, G. E. (2005). *Resistencia, permanencia y cambio, estrategias campesinas de vida en el poniente de Morelos*. México: Plaza y Valdés.
- Hair, J. F. Jr., R. E. Anderson, R. L. Tatham y W. C. Black (1999). *Análisis multivariante*. Barcelona: Prentice Hall.
- Hernández, A. J. S. (1987). “Evaluación de la tasa de crecimiento de mojarra *Oreochromis urolepis hornorum* (Trewavas 1980), carpa cabezona *A. nobilis* (Richardson) y carpa plateada *H. molitrix* (Valenciennes) en un sistema de policultivo extensivo en el estanque temporal ‘Chavarría’ en el Estado de Morelos, México”. Tesis Profesional. México: Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández-Avilés, J. S., J. L. García-Calderón, S. M. C. Galindo y P. J. Lorea (2007). “Microembalses: una alternativa de la limnicultura”. En *Las aguas interiores de México, conceptos y casos*, compilado por E. G. de la Lanza, 597-620. México: AGT.
- Huipe-Ramos A. B., y F. W. Bernal-Brooks (2009). “Manejo de microembalses para el cultivo extensivo de carpa común (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) en la región de Zacapu, Michoacán, México”. *Hidrobiológica* 19 (2): 129-139.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2005). <<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx>> [consulta: 11 de mayo de 2010].
- Jaramillo, V. J. (2010). “El ciclo global del carbono”, disponible en línea: Instituto Nacional de Ecología. <<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/jaramillo.html>> [consulta: 12 de mayo de 2010].

- Knud-Hansen, C. (1998). *Pond Fertilization Ecological Approach and Practical Applications*. Oregon: Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program.
- Lim, C. E., y C. D. Webster (2006). *Nutrient Requirements Tilapia: biology, culture and nutrition*. Nueva York: Food Products Press, Haworth Press.
- López, F. A. (2005). “Acuicultura como herramienta para el desarrollo”. Tesina para máster en Cooperación y Ayuda Internacional. Madrid: Instituto Complutense de Estudios Internacionales.
- Margalef, R. (1991). *Limnología*. Barcelona: Omega.
- Martínez, J. C. (2008). “Análisis de la fauna bentónica y su relación con aspectos bióticos y abióticos en el bordo temporal ‘Laguna seca’ en el municipio de Pilcaya en la región norte del estado de Guerrero”. Tesis profesional. Cuernavaca: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Mettrick, H. (1999). *Investigación agropecuaria orientada al desarrollo*, trad. de L. Salazar. Maracay: Lara, Serie D núm. 38 / ICRA y FONAIAP / CIAE.
- Meyer, D. (2007). *Introducción a la acuicultura*. Zamorano, Honduras: EAP.
- Ocampo, O. B. E. (1991). “Condiciones hidrológicas del embalse temporal ‘San Andrés’, municipio de Zacualpan de Amilpas, Morelos, México (julio de 1988-abril de 1989)”. Tesis de licenciatura. Cuernavaca: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Palomino, S. G., L. G. Meza y C. L. Albord. (1984). “Evaluación de algunos parámetros bióticos y abióticos relacionados con el crecimiento de la tilapia sp. en el bordo temporal ‘Chavarría’, Municipio de Coatlán del Río, Estado de Morelos”. Tesis profesional. Cuernavaca: Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pennak, R. W. (1978). *Fresh-Water Invertebrates of the United States*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Pérez, J. J., N. Rincón, M. Materán, N. Montiel y F. Urdaneta (2002). “Desarrollo sostenible de tres comunidades de productores

- agrícolas del estado Zulia”. *Rev. Fac. Agron.* (abril), vol. 19, núm. 2: 149-162.
- Ponce, J. T. P., O. D. Hernández, J. A. Díaz, H. L. y Esparza (2007). “Aplicación de modelos multivariados en el estudio de presas”. En *Limnología de presas mexicanas, aspectos teóricos y prácticos*, compilado por J. L. F. Arredondo, G. Z. Díaz y J. T. P. Ponce. México: AGT.
- Porras, D. O. D. (1984). “Estudio del estanque semitemporal Simón Cárdenas. Serie de embalses productivos para el desarrollo de la acuicultura en el Estado de Morelos, México”. *Investigación Acuicola*. Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Quiroz, C. H., Z. M. L. Mora, A. F. I. Molina y R. J. García (2004). “Variación de los organismos fitoplanctónicos y la calidad del agua en el Lago de Chapala, Jalisco, México”. *Acta Universitaria* 14(1): 47-57.
- Ramos R., R. Sepúlveda y F. Villalobos (2003). *El agua en el medio ambiente, muestreo y análisis*. México: Plaza y Valdés.
- Rhoades, R. E. (1982). “El arte de la encuesta informal agrícola”. Documento de entrenamiento 1982-7. Lima: Centro Internacional de la Papa.
- Rodier, J. (1990). *Análisis de las aguas*. Barcelona: Omega.
- Salgado, E. (2005). “Diálogo sobre manejo integrado de recursos hídricos”. Cuzco: Facultad Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, disponible en línea: <www.tt.fh-koeln.de/rms/pdf/peru_05.pdf> [consulta: 12 de noviembre de 2009].
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2005). <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_marginalidad_conapo> [consulta: 12 de mayo de 2010].
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (2000). <<http://www.semarnap.gob.mx>> [consulta: 10 de abril de 2010].
- Strasburger, E., F. Noll, H. Schenck y A. F. Schimper (1993). *Tratado de botánica*. Barcelona: Omega.

- Strayer, D. L. (1991). "Perspective on the Size Structure of Lacustrine Zoobenthos, its Causes and its Consequences". *J. North Amer. Benthol. Soc.* 10: 210-221.
- Taylor, S. J., y R. Bogdan (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- Torres, R. B. (1989). "Evaluación del crecimiento y robustez de la *Oreochromis hornorum* y la carpa barrigona *Cyprinus carpio rubrofuscus* (Richardson) en condiciones de policultivo extensivo y su relación con los parámetros limnológicos del embalse temporal 'Chavarría' en el Estado de Morelos". Tesis profesional. México: Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Trejo, A. R. (1990). "Biología del embalse temporal 'El Arco', municipio de Jantetelco. Durante su fase de producción, en el periodo de inundación de julio-enero 1988-1989". Tesis de licenciatura. Cuernavaca: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Vollenweider, R. A. (comp.) (1974). *A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments*. IBP Handbook núm. 12. Oxford: Blackwell.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. San Diego: Academic Press.
- Wetzel, R. G. y E. G. Likens (2000). *Limnological Analysis*. San Diego: Springer.
- Zar, J. H. (1999). *Bioestatistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.