



Meditaciones, 2009

Los bordos y su aprovechamiento en Morelos

◆ Héctor Quiroz Castelán
Migdalia Díaz Vargas

Los cuerpos de agua continentales se dividen en dos grandes grupos, que son los lóticos (ríos, arroyos) y los lénticos (bordos, embalses, lagos). En la república mexicana existen 13 935 cuerpos de agua lénticos, de los cuales el mayor número se localiza en la zona geoeconómica Centro-Occidente, que incluye a los estados de Jalisco y Michoacán, y un número menor en importancia está en las regiones Centro-Sur y Norte,¹ donde se encuentran los bordos permanentes y temporales, también llamados jagüeyes, que ocupan el 67.13% de los cuerpos hídricos y cubren 188 781 hectáreas, las cuales representan el 14.74% de la superficie inundada de las aguas epicontinentales. En aproximadamente 84% de los casos se trata de sistemas temporales,² con dimensiones menores a diez hectáreas.

Un bordo es un reservorio artificial de agua temporal o permanente, con una cortina rústica construida de tierra o mampostería. Generalmente está constituido por aguas turbias, debido a la

abundancia de sólidos en suspensión y a la materia orgánica. La calidad de su agua depende de la región hidrológica a la que ésta pertenece y de las sales disueltas que contenga. Estos pequeños embalses se llenan principalmente por la captación del agua de lluvia, y son utilizados sobre todo como abrevaderos para el ganado y para actividades de extensionismo acuícola, en particular para la producción piscícola.³ También satisfacen en parte las necesidades de agua para la agricultura campesina, primordialmente de temporal, de tal modo que el éxito de los cultivos asociados con los pequeños reservorios depende de las variaciones en el tiempo atmosférico: de ahí la importancia de estos pequeños sistemas como un medio para la captación, depósito y uso con múltiples propósitos.⁴

En estos cuerpos de agua se pueden distinguir dos fases, una de dilución que coincide con la temporada de lluvias y otra de concentración durante la sequía.⁵ La primera se relaciona con la dilución de los materiales en solución y suspensión, y con el

¹ Mauricio Athié Lambarri, *Calidad y cantidad de agua en México*, 3, Universo Veintiuno, México DF, 1987.

² José Luis Arredondo Figueroa y José Luis García Calderón, "La conducta físico-química y el rendimiento pesquero de un estanque temporal tropical utilizado para la piscicultura extensiva en el estado de Morelos", en *Revista Latinoamericana de Acuicultura*, núm. 12, 1982, pp. 1-28.

³ Justo Salvador Hernández Avilés, José Luis García Calderón, María del Carmen Galindo de Santiago y Joel Loera Pérez, "Microembalses: una alternativa de la limnicultura", en Guadalupe de la Lanza Espino y Salvador Hernández Pulido (comp.), *Las aguas interiores de México. Conceptos y casos*, AGT Editor, México DF, 2007, pp. 595-620.

⁴ Mauricio Athié Lambarri, *Calidad y cantidad...*, *op. cit.*

⁵ José Luis Arredondo Figueroa y José Luis García Calderón, "La conducta...", *op. cit.*; Demetrio Porras Díaz, *Hidrobiología de embalses de la cuenca del río Atoyac, Morelos, México*, tesis doctoral, UNAM, México DF, 1986.



decremento en la alcalinidad, dureza y conductividad como consecuencia de las lluvias. En contraste, durante la fase de concentración, en la época seca, se incrementan estos componentes al reducirse el volumen por el proceso de evaporación.⁶

Ecológicamente, los bordos son sistemas muy dinámicos, pues tienen amplias fluctuaciones de nivel y en las condiciones ambientales a lo largo del año; altas cargas de nutrientes por el acarreo de materiales de la cuenca de drenaje durante la época de precipitación pluvial o por fertilización periódica con estiércol, la cual provoca que los organismos se vean expuestos a cambios drásticos; incremento en la carga de nutrientes y, por ende, del estado trófico; bajos niveles de intensidad lumínica por turbidez abiogénica o biogénica (material suspendido en el agua de origen inorgánico u orgánico, respectivamente); movimientos continuos en el nivel horizontal y vertical de la columna de agua por acción del viento; periodos prolongados de sequía (en sistemas temporales); amplias fluctuaciones de temperatura a lo largo del día y de las estaciones del año; y reducción en la concentración de oxígeno por procesos de descomposición de la materia orgánica en los sedimentos.⁷

Por otra parte, al tratarse de sistemas someros con poco tiempo de haber sido construidos (no más de 20 años) y por la acumulación de materiales, se favorece una rápida sucesión o conversión

de un ambiente acuático a uno terrestre, ya que en la zona litoral se pueden desarrollar macrofitas emergentes (*Thypha* y *Scirpus*, principalmente), macrofitas flotantes (como *Potamogeton*), además de pastos y otras plantas herbáceas en el caso de sistemas temporales.⁸

Cada cuerpo de agua posee una composición propia en cuanto a la diversidad de especies y la cantidad de organismos según sus características abióticas (luz, temperatura, nutrientes) y bióticas (competencia, depredación), y a pesar de los diferentes requerimientos fisiológicos y las variaciones en los límites de tolerancia a los parámetros ambientales físicos y químicos de cada especie. Todas estas condiciones influyen en la presencia, distribución, abundancia y composición de los diferentes organismos presentes en este tipo de ecosistemas, ya que la variación durante el año puede provocar diversos cambios que influyen directamente en la dinámica ecológica del bordo. La producción de organismos acuáticos se origina a partir de las relaciones entre los parámetros físicos y químicos en un sistema cerrado.⁹

En cuerpos de agua de características ampliamente variables como los bordos, con fluctuaciones tan bruscas en sus niveles de inundación y con profundidades tan bajas que en ciertos periodos favorecen el desarrollo de pastos y hierbas, así como con superficies de más de tres hectáreas,

⁶ Justo Salvador Hernández Avilés *et al.*, “Microembalses...”, *op. cit.*

⁷ *Ibid.*

⁸ Justo Salvador Hernández Avilés, María del Carmen Galindo de Santiago y Joel Loera Pérez, “Bordos o microembalses”, en Guadalupe de la Lanza Espino y Salvador Hernández Pulido (eds.), *Lagos y presas de México*, AGT Editor, México DF, 2002.

⁹ Héctor Quiroz Castelán, *Dinámica ecológica y producción en sistemas con policultivo piscícola en estanques rústicos con fertilización orgánica, inorgánica y combinada en el estado de Morelos*, tesis de doctorado en ciencias (biología), UNAM-Facultad de Ciencias, México DF, 1996.

las interacciones entre los parámetros físicos y químicos en los microhábitats pueden ser variables y afectar a su vez a los diferentes organismos presentes en ellos. Asimismo, la descripción de las posibles tramas tróficas que se pueden ubicar teóricamente en un sistema acuático depende básicamente de la descripción de estas relaciones, por lo que es muy importante la caracterización de algunas de ellas en cada bordo susceptible de manejo. Además, es importante considerar los aportes de materia orgánica y nutrientes por escurrimiento de las tierras de cultivo que se localicen cerca del suelo que los rodea por las excreciones de los animales que en ellos abrevan; asimismo, lo que sucede en esos sistemas puede ser semejante a lo que ocurre en un estanque rústico.¹⁰

Como se mencionó anteriormente, una de las principales actividades que realiza el ser humano en este tipo de cuerpos de agua es la acuicultura, la cual consiste en la crianza y acción, en el rubro productivo y comercial, de recursos hidrobiológicos como peces, moluscos, crustáceos y vegetación acuática, en ambientes físicos controlados, con el objetivo de reemplazar y mejorar las condiciones de estos organismos en ambientes naturales. Como en cualquier sistema de producción agropecuaria, existen diferentes tipos de cultivos según la inten-

sidad y tecnificación de cada uno. Por ejemplo, los sistemas de acuicultura extensiva son cultivos de baja intensidad y tecnología en los que se aprovechan condiciones naturales favorables; en éstos se realiza la siembra, pero la alimentación y engorda es natural, lo cual ocurre en el caso tanto de los bordos como de los embalses o jagüeyes.¹¹

Acuicultura en Morelos

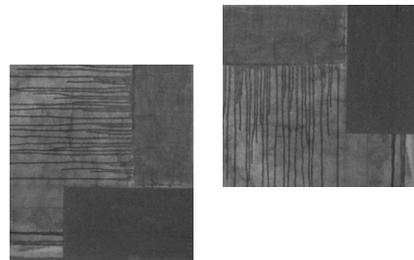
En el estado de Morelos, la acuicultura se practica en sus tres modalidades (extensiva, semi-intensiva e intensiva) en cuerpos de agua con distintas capacidades de almacenamiento, desde grandes presas hasta pequeños estanques de producción familiar para autoconsumo. Sin embargo, una parte importante de la producción estatal se realiza en bordos. Este trabajo hace un análisis de los bordos que fueron desarrollados durante 2002 bajo la modalidad de acuicultura rural, con el objetivo de establecer un panorama de aquellos que cuentan con mayor capacidad de desarrollo y aceptación en las comunidades rurales, así como para conocer su problemática respecto al cultivo de diferentes especies.¹²

Para el aprovechamiento de los bordos, las comunidades se organizan en grupos de trabajo, elegidos en asamblea ejidal, los cuales se encargan de coordinar las actividades en los cuerpos de agua,

¹⁰ Héctor Quiroz Castelán, Ofelia Solís Pérez, Judith García Rodríguez, F. Isela Molina Astudillo y Migdalia Díaz Vargas, "Variación de componentes fitoplanctónicos en un bordo temporal utilizado para acuicultura extensiva en el norte del estado de Guerrero, México", en *REDVET-Revista Electrónica de Veterinaria*, núm. 11, vol. VII, noviembre de 2006, en Veterinaria.org. La web de los veterinarios, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106/110621.pdf>, consultado en junio de 2010.

¹¹ "Sistemas de producción acuícola. Acuicultura extensiva", en *Wikipedia. La enciclopedia libre*, http://es.wikipedia.org/wiki/Acuicultura#Acuicultura_extensiva, consultado en junio de 2010.

¹² Migdalia Díaz Vargas, F. Isela Molina Astudillo, Judith García Rodríguez y Héctor Quiroz Castelán, "Acuicultura extensiva en bordos rurales del estado de Morelos, México", en *REDVET-Revista Electrónica de Veterinaria*, núm. 2, vol. V, febrero de 2004, en Veterinaria.org. La web de los veterinarios, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020204.html>, consultado en junio de 2010.



como la siembra, fertilización, cosecha y venta de los productos o, en su defecto, su distribución cuando éstos son para autoconsumo. Las ganancias son utilizadas para financiar obras en beneficio de las mismas comunidades o distribuidas de manera equitativa entre los ejidatarios, con el objetivo de que sus ingresos económicos se incrementen un poco al final de cada cosecha. En los casos de autoconsumo exclusivo, el beneficio se refleja en la disponibilidad inmediata de pescado para quien lo solicite, con lo cual mejora la dieta diaria de las familias.

Según registros de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Morelos contaba en 2002 con 139 cuerpos de agua registrados, de los cuales 62 eran bordos, en su mayoría temporales y de pequeñas dimensiones, mismos que fueron considerados para este análisis. Estos cuerpos se localizan en 15 municipios: Axochiapan, Ayala, Coatlán del Río, Cuernavaca, Jantetelco, Jonacatepec, Temoac, Tepalcingo, Tepoztlán, Tetecala, Tlaquiltenango, Tlayacapan, Totolapan, Yautepec y Zacualpan de Amilpas, los cuales tienen grados de marginalidad medio y bajo;¹³ en ellos, el cultivo de algunas de estas especies se ha desarrollado desde hace varios años. La información que se presenta fue proporcionada por la Sagarpa, Delegación Morelos, y corresponde a las actividades desarrolladas por la Brigada de Acuicultura Rural en el año 2002, así como al trabajo de campo del personal del Labo-

ratorio de Hidrobiología del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

Las organismos acuáticos que actualmente se cultivan son, principalmente, “tilapia” (*Oreochromis niloticus*, líneas *stirling* y *rocky mountain*, y *Oreochromis aureus*), “carpa herbívora” (*Ctenopharingodon idellus*), “carpa plateada” (*Hypophthalmichthys molitrix*), “langostino” (*Macrobrachium rosebergii*) y “lobina negra” (*Micropterus salmoides*). Las crías utilizadas son heterosexuales, y se siembran anualmente a una densidad de 1 org/m² y de manera extensiva, es decir, el desarrollo de los organismos depende únicamente de la productividad del sistema, ya que la fertilización del mismo está a cargo del ganado que ahí abreva, aunque en algunas ocasiones, gracias a la organización entre los productores, se logra coordinar actividades de fertilización orgánica con alimentación complementaria, estimulando e incrementando la productividad primaria del sistema.

Estas especies fueron introducidas al país desde hace décadas, con una excelente aceptación y desarrollo en los ambientes acuáticos y con una aclimatación que no presentó ningún problema. Desafortunadamente, en la actualidad habitan en ambientes naturales como ríos, manantiales, lagos, entre otros, lo que ha propiciado un desplazamiento considerable de las especies endémicas de la región como consecuencia de malos manejos, ya que una de las condiciones para el cultivo era ha-

¹³ *Anuario estadístico del estado de Guerrero, 2000*, INEGI/Gobierno del Estado de Guerrero, México DF/Chilpancingo, 2001.

cerlo sólo en ambientes cerrados y con un estricto control de confinamiento.¹⁴

De los 62 bordos mencionados, 38 son temporales, es decir, que su periodo de inundación sólo comprende entre seis y ocho meses después de la época de lluvias, que es cuando captan la mayor cantidad de agua; el resto (61%) son permanentes, es decir, casi nunca llegan a vaciarse, a menos que se realice alguna obra para retirar el exceso de sedimento depositado por los arrastres de los afluentes durante la época de lluvias, ya que la mayoría de éstos son represas de alguna barranca con el terreno muy accidentado y profundo. Todos estos bordos cuentan con un grupo de trabajo organizado para la actividad acuícola, lo cual es uno de los requisitos para brindarles a sus integrantes asesoría técnica y capacitación constante. Sin embargo, en la mayoría de los casos esta organización no es la esperada, lo que trae consigo un decrecimiento en el cuidado del cultivo, que a su vez se refleja en los bajos niveles reportados al final de la etapa de producción. Esto se debe principalmente al descuido de los acuicultores, para quienes las labores agrícolas siguen siendo primordiales.

En la mayoría de los bordos revisados la producción es muy baja e inclusive no es reportada, posiblemente debido a la fertilización insuficiente, a la captura temprana y al descuido de los acuicultores, quienes no llevan un control de la extracción de los peces. En muchas ocasiones, éstos son sus-

traídos ilegalmente o cosechados cuando todavía no han alcanzado una talla comercial adecuada; además, en la gran mayoría de los sistemas los ejidatarios responsables no hacen nada para evitarlo o corregirlo, dada la desorganización que existe entre ellos y a pesar del interés que puedan mostrar por esta actividad. Sin embargo, se reporta una producción promedio anual de 0.61 ton/ha, registro que, comparado con las producciones con las zonas tropicales del mundo (de 500 a 1 000 kg/ha/año), es aceptable desde el punto de vista de la productividad en este tipo de sistemas.¹⁵ Aunado a esto, cada vez es más frecuente enfrentarse a problemas de contaminación, deterioro ambiental, desconocimiento de la potencialidad de las especies y una intensa sobreexplotación de los recursos en estos sistemas, además del mal manejo, ya que en el 15% de los bordos estudiados no se efectuó la siembra de crías debido a una serie de problemas, entre los que destacan la sobrepoblación, la contaminación y la desorganización.

Entre otros efectos pudieran estar, por una parte, la proliferación de nutrientes en el medio (eutrofización), lo que traería consigo el florecimiento exponencial de fitoplancton y, potencialmente, bajas concentraciones de oxígeno, lo cual, a su vez, podría perjudicar a las comunidades de organismos invertebrados y alterar aquellas que dependen del fitoplancton; por otra parte, estaría el aumento en la descarga de materia orgánica, sobre todo en el

¹⁴ *Informe Anual-Programa Nacional de Acuicultura Rural*, Sagarpa, México DF, 2002.

¹⁵ Balfour Herper y Yoel Pruginin, *Cultivo de peces comerciales, basado en experiencias de las granjas piscícolas en Israel*, Limusa, México DF, 1985.



sedimento, lo cual afecta directamente a las comunidades bentónicas, en especial por la creación de bajas concentraciones de oxígeno y por el florecimiento de organismos nocivos para los peces comestibles y para los humanos.¹⁶

Beneficios de la acuicultura

La acuicultura extensiva ha beneficiado a una gran cantidad de personas que han encontrado en ella una alternativa para la generación de ingresos y la producción de alimento a bajo costo, ya que ésta ha disminuido considerablemente con la actividad agrícola, que sin embargo sigue siendo primordial en una proporción considerable de la población rural en la entidad, aunque sólo sea para autoconsumo.

Como toda actividad productiva, la acuicultura tiene un impacto en el ambiente en el que se desarrolla, con alteraciones adversas para los organismos que de él dependen, pero resulta prácticamente imposible evitarlo del todo, ya que cada día se introducen nuevas especies exóticas de interés comercial que ofrecen excelentes resultados en su

producción, si bien la acuicultura debe ser prioritariamente una actividad sustentable y con planes de manejo adecuados.

La acuicultura rural tiene efectos positivos en los agroecosistemas cercanos a los cuerpos de agua donde se practica; también, si es utilizada adecuadamente, puede favorecer el desarrollo de la comunidad y tener un impacto favorable en las actividades de la población, lo que redundaría en un mejoramiento de las condiciones de la sociedad en su conjunto. Desafortunadamente, en nuestro país esto no sucede con regularidad por el mal manejo de esta actividad, de manera contraria a lo que ocurre en otros países de Latinoamérica.

Una forma de cambiar esta situación es hacer conciencia entre la población rural acerca del cuidado de los recursos, así como promover una mayor atención por parte de las instituciones involucradas, no sólo para cubrir metas de siembra y producción dentro de los programas federales, sino también para ofrecer atención eficiente en coordinación con las universidades y demás instituciones que puedan tener relación con esta actividad.

¹⁶ Robert G. Wetzel, *Limnología*, Omega, Barcelona, 1980.