

Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México
revci@hp.fcencias.unam.mx
ISSN (Versión impresa): 0187-6376
MÉXICO

2003
Marina Yolanda de la Vega Salazar
SITUACIÓN DE LOS PECES DULCEACUÍCOLAS EN MÉXICO
Ciencias, octubre-diciembre, número 072
Universidad Nacional Autónoma de México
Distrito Federal, México
pp. 20-30

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Universidad Autónoma del Estado de México

<http://redalyc.uaemex.mx>



Situación de **los peces**

dulce acuícolas

en México

La ubicación de México y su topografía accidentada han favorecido el desarrollo de una gran diversidad de cuerpos de agua así como de una biota diversificada y rica en especies nativas.

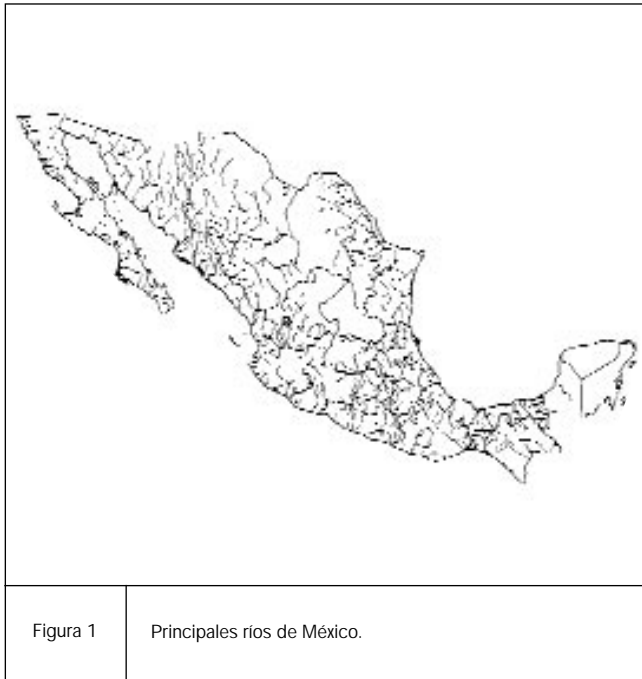
La conformación de ríos y cuerpos de agua depende en gran medida de la lluvia. El país recibe una precipitación media anual de 777 mm, equivalente a un volumen aproximado de 1 billón 570 mil millones de metros cúbicos, pero varía en forma considerable tanto espacial como

temporalmente. De este volumen únicamente 26% escurre superficialmente y 2% se infiltra en el subsuelo para recargar los acuíferos, el resto retorna a la atmósfera por evaporación. El agua como recurso se encuentra disponible en escurrimientos superficiales que se distribuyen en 320 cuencas hidrográficas. En las zonas áridas la precipitación ocurre durante los cuatro o seis meses de la temporada de lluvias, lo que da lugar a ríos pluviales que escurren en forma caudalosa y luego decrecen o se se-



Marina Yolanda de la Vega Salazar





can por completo en temporada de secas (figuras 1, 2, y 3). De acuerdo con la distribución espacial de la lluvia y la temperatura, la mayor parte del territorio está bajo déficit hídrico (desértico, árido 31% y semiárido 36%), mientras que sólo 33% es subhúmedo y húmedo.

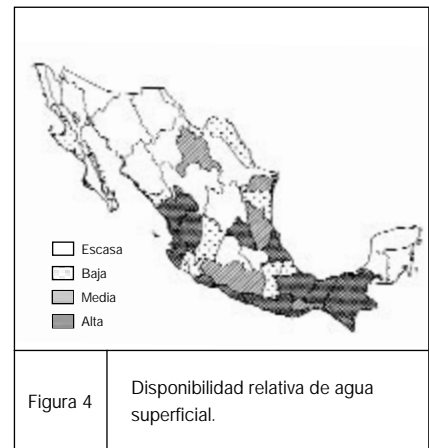
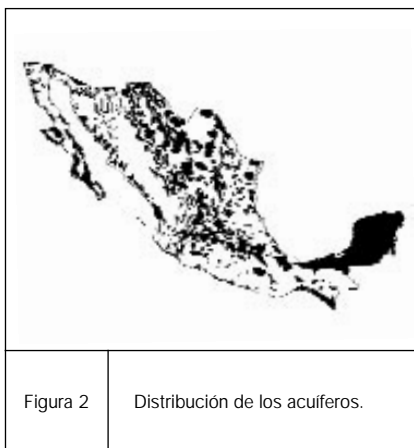
La distribución de las lluvias en el país durante los distintos meses del año es muy irregular, y se observa que mientras extensas regiones carecen regularmente de ellas otras presentan abundante precipitación (figura 4); menos de una tercera parte del escurrimiento superficial se encuentra en 75% del territorio, donde se encuentran los mayores núcleos de población, las industrias y las tierras de riego.

México cuenta con un importante número de ríos; se calcula que en el país existen cerca de setenta lagos, y los más importantes son los que se encuentran en la zona occidental del Eje Neovolcánico Transversal, asociados al sistema Lerma-Santiago, entre los cuales se incluye una serie de lagos de origen volcánico conocidos con el nombre de oxalapascos o lagos cráter, entre otros.

La orografía del país se ha formado en el transcurso de las últimas eras geológicas, lo cual se manifiesta en importantes plegamientos y depresiones que se iniciaron en el periodo cretácico de la era mesozoica y continuaron su proceso formativo hasta el Plioceno de la era cenozoica. Movimientos orogénicos posteriores, registrados dentro de la era cenozoica, dieron origen a la Sierra Madre Oriental, a la Sierra Madre Occidental y a la Sierra Septentrional de Chiapas. La Cordillera Neovolcánica también se formó dentro de esta era, como consecuencia de una fractura del relieve, lo cual constituye un eje que va desde Colima hasta Veracruz (entre los paralelos 19° y 20°), que conforma la frontera de dos regiones muy distintas y que no presentan afinidad entre sí, la región Neártica ubicada al norte del país y la Neotropical al sur.

Al norte de la Cordillera Neovolcánica quedaron marcadas varias depresiones que sirvieron de lecho a los lagos del centro de México, mismas que también delimitan la distribución geográfica de las familias que alojan los peces más representativos de la fauna dulceacuícola de México.

Los peces dulceacuícolas son muy significativos en zoogeografía, ya que son incapaces de escapar de los sistemas de las cuencas en que se hallan confinados. Sólo pueden dispersarse cuando ocurren cambios fisiográficos o anastomosis de ríos, de tal manera que en general





conservan los viejos modelos de distribución. La existencia de cuencas aisladas pero pobladas por especies que indudablemente pertenecen a la fauna lermense hace pensar que la cuenca del Lerma tuvo una fisonomía o estructura geográfica diferente a la actual. El lago de Chapala, ubicado en Jalisco, es el embalse más grande de México; de acuerdo con la fisiografía del centro de ese estado se deduce la existencia de un lago mayor, cuya extensión abarcaba otras depresiones estructuralmente relacionadas que coincidían también con la presencia de otras grandes cuencas lacustres asociadas al Eje Neovolcánico. Esto se confirma con el patrón de distribución regional de los peces de la familia Atherinidae.

La historia de la Mesa Central ha tenido profundo efecto en la composición de su fauna característica. Los primeros registros fósiles conocidos de peces incluyen, en el caso de los peces primarios, una especie viva, *Notropis salei* y una especie extinta, *Micropterus relictus* en el Plioceno. Entre las especies secundarias se encuentra el goodeido *Tapatia occidentalis* en la formación de Santa Rosa del Mioceno tardío. En cuanto a los invasores mari-

nos, los primeros fósiles conocidos provienen de la formación de Chapala, del Plioceno, con especies del género *Chrostoma*.

La cuenca de Lerma-Chapala-Santiago, debido a su situación geográfica en el centro del país, goza de caracteres propios, con precisa delimitación volcánica, altimétrica, climatológica y geosísmica, que dio lugar a que la fauna ictiológica de la cuenca esté formada principalmente por especies típicas y exclusivamente mexicanas.

Probablemente durante el Plioceno tardío se perdieron las conexiones entre el río Lerma y la hoy cuenca de México y los llanos de Puebla, con la captura de la región norte y este de la cuenca de México por la cabecera de los ríos San Juan del Río y Tula (cuenca del Pánuco) y la captura de una porción de la Mesa Central en la cuenca de Ameca. También en el norte de México los ríos Casas Grandes, Santa María, Nazas, Aguanaval y otros de la región (cuencas endorreicas) fueron en otra época tributarios del río Bravo, ya que la fauna ictiológica muestra indudablemente un origen común y ahora no hay conexión entre ellos. Esta serie de aislamientos parecen haber fa-

vorecido el florecimiento de las especies nativas de los diferentes grupos.

De esta manera, en nuestro país se presentan tres modelos de distribución de peces que incluyen las regiones Neártica y Neotropical y una intermedia que se conoce como la Zona de Transición Mexicana.

La composición de la diversidad

México cuenta con una gran diversidad biológica; se estima que en su territorio se encuentra cerca de 10% de especies que se conocen en la Tierra, pero su riqueza biológica no sólo radica en su diversidad sino también en el hecho de que un elevado número de especies son endémicas al país. Mientras que Estados Unidos y Canadá—que juntos son diez veces más grandes que México en extensión territorial y además cuentan con grandes recursos de agua superficial como los Grandes Lagos— tienen 792 especies de peces, México, con la quinta parte del área continental de Estados Unidos, posee una fauna rica y diversificada, compuesta de 506 especies y 47 familias. Esto representa cerca de 60% de las especies de América del norte; es decir 6% de las especies conocidas en el planeta, lo que habla de la importancia de la ictiofauna de México debido a la riqueza de especies, pero principalmente por su gran número de endemismos.

Entre los géneros mejor representados están, entre otros, el de los ciclidos *Cichlasoma*, con 40 especies, el de los ciprínidos *Notropis*, con 25, el de los aterínidos *Chirostoma*, con 19, el de los pecílidos *Gambusia*, con 19, y el

de los ciprinodóntidos *Cyprinodon*, con 18. Destaca la presencia de un grupo autóctono característico de nuestra ictiofauna: la familia Goodeidae, con cerca de cuarenta especies (de las cuales 37 son endémicas), así como un alto grado de endemismos en representantes de otras familias como Cyprinidae (con 40 especies endémicas), Poeciliidae (con 39), Atherinidae (con 25), Cyprinodontidae (con 19) y Cichlidae (con 23), entre otras (cuadro 1).

En resumen, la gran diversidad de la fauna dulceacuícola en México se debe a la conjunción de varios factores. Los principales son: 1) la fauna de peces mexicanos deriva de las fuentes Neártica y Neotropical; 2) la gran variedad en la geografía física; 3) la vasta extensión latitudinal que va de 32° 30' N (en el noroeste) a 14° 30' en el sureste; 4) el aislamiento del altiplano de la Mesa Central que contiene la importante fauna del río Lerma; 5) la adaptación de varios grupos marinos a corrientes de agua dulce; y 6) la presencia de grandes sistemas de lagos que en su conjunto han favorecido el desarrollo de una gran variedad de cuerpos de agua, así como una fauna dulceacuícola diversa y rica en especies nativas.

La región Neártica

En nuestro país se puede dividir esta región en tres subregiones asociadas a las provincias faunísticas. 1) Californiana, se extiende sobre la vertiente del Pacífico limitada en Estados Unidos por las Rocallosas y en México por la Sierra Madre Occidental. Abundan las especies de la familia Cyprinidae junto con las de Clupeidae, Salmonidae y Catostomidae; 2) Neártica. Comprende el sistema del río Bravo, con los ríos de la altiplanicie mexicana, al norte del sistema del Lerma y las corrientes de la vertiente atlántica en Tamaulipas y el norte de Veracruz. Las familias predominantes son Lepisoistide, Characidae, Catostomidae, Ameiuridae, Persidae y, entre los goodeidos, sólo *Characodon lateralis*; 3) la última subregión corresponde al sistema del Lerma, que abarca la cuenca del río Lerma, ligada a la cuenca de México y a la cadena de lagos que forman Cuitzeo, Pátzcuaro, Zirahuén y Chapala, y otros lagos y lagunas próximos, menos extensos; continúa hasta el Océano Pacífico por toda la cuenca del río Santiago, y tiene en sus aguas 57 especies exclusivas repartidas en seis familias, la mayoría son de Atherinidae, Goodeidae y Cyprinidae y Poeciliidae. Como resultado, en la actualidad esta zona presenta endemismos a nivel de familia, género y especie, como es el caso del género *Chirostoma* con 18 es-

CUENCA	TOTAL DE ESPECIES	% DE ENDEMISMOS
Lerma-Santiago	57	58%
Usumacinta-Grijalva	72	36%
Pánuco	75	30%
Ameca	20	30%
Balsas	20	35%
Papaloapan	47	21%
Conchos	34	21%
Tunal	13	62%
Coatzacoalcos	53	13%

Cuadro 1 Las principales cuencas con mayor cantidad de endemismos.



peces, la familia Goodeidae con 25, y los ciprínidos de los géneros *Algansea* y *Yuriria* con siete y una especie, respectivamente, que en conjunto son las dominantes e indicadoras de la Mesa Central.

La región Neotropical

El centro de la dispersión de la ictiofauna neotropical parece ser el sistema del Amazonas y sus tributarios; aunque la variedad a nivel de especie es impresionante en este sistema, en realidad hay pocos grupos taxonómicos mayores, formados predominantemente por peces secundarios. Esto parece explicar una radiación adaptativa extensa a partir de pocos tipos ancestrales. La región está caracterizada por un marcado endemismo y la presencia de especies y géneros autóctonos de especies tolerantes a las aguas salinas, como son los poecílidos y los cíclidos, y de diversos invasores provenientes del mar.

Para su estudio, la región Neotropical en nuestro país se divide en: 1) Provincia de Chiapas-Nicaragua. Se ex-

tiende a lo largo de la vertiente del Pacífico desde la cuenca del río Tehuantepec hasta Costa Rica. El género más abundante es *Cichlasoma* con 10 especies, de las cuales siete son endémicas de México; 2) Provincia de Usumacinta. Incluye el área comprendida desde el río Papaloapan hasta el río Polochic en Guatemala, así como las subprovincias de Usumacinta-Grijalva y Papaloapan-Coatzacoalcos y la península de Yucatán. Los cíclidos y los poecílidos son los grupos con más especies. En esta provincia se encuentran aproximadamente 200 especies con un gran número de géneros endémicos. Hay aproximadamente cincuenta especies agrupadas en dos géneros en el primer grupo y 23 especies en nueve géneros en el segundo; 3) Provincia del Balsas. Incluye el gran sistema del río Balsas y sus afluentes. Los peces neotropicales en esta región están representados por un cíclido endémico, *Cichlasoma istlanus*, y algunas especies de poecílidos. Entre las especies neárticas invasoras de esta provincia están *Iliodon whitei*, *Islarius balsanus* y *Neotropis boucardi*.

FAMILIA	REGIÓN	PROVINCIA	ESPECIES			
			TOTAL	ENDÉMICAS	EN RIESGO	EXTINTAS
Ameiuridae	NT	B, L, NA,	11	5	–	–
Atherinidae	NA	L	32	25	4	–
Catostomidae	NA	C	20	2	8	2
Characinidae	NT	B, NA	8	2	4	–
Ciclidae	NT	NA, B	41	23	5	–
Cyprinidae	NA	C, NA, B	75	40	31	12
Cyprinodontidae	NA	NA, U	29	19	22	1
Goodeidae	NA	L, NA, B	40	37	19	1
Ictaluridae	NA	NA, B, U	12	6	10	–
Percidae	NA	NA	5	2	3	–
Petromyzonidae	NA	L	2	2	–	1
Poeciliidae	NT	NA, U, B, L	71	39	18	–
Salmonidae	NA	C	4	1	4	–

Región: NA = Neártica, NT = Neotropical
Provincias: B = Balsas, C = Californiana, L = Lerma, NA = Neártica, U = Usumacinta

Cuadro 2	Distribución geográfica, niveles de endemismos y niveles de riesgo de las familias que alojan los peces más representativos de la fauna dulceacuícola de México.
----------	--

Impacto antropogénico

Debido al impacto antropogénico, las condiciones ambientales son desfavorables para los organismos dulceacuícolas, por lo que muchas especies de peces han desaparecido localmente y viven en peligro de extinción. Esta situación se refleja en el hecho de que, en los sesentas, cuatro especies fueron reportadas como extinciones recientes y 36 especies estaban claramente en peligro. En 1979 la lista de The American Fisheries Society's indicaba 67 especies de peces en peligro y amenazadas; una década después este número había aumentado a 123 especies, lo que representa un aumento de 83% en diez años. El número reportado hasta 1993 era mayor a 135 especies amenazadas o en peligro y al menos 16 especies extintas. Si agregamos los datos recientes de especies en peligro y extintas, reportadas posteriormente al listado publicado en 1993, el número de especies amenazadas o en peligro aumenta a 149 y el de especies extintas a 21; estos números pueden ser mayores ya que no se tienen los listados actualizados de todas las regiones del país (cuadro 2).

Los ecosistemas dulceacuícolas en México son especialmente vulnerables debido a la sobreexplotación a que están sometidos. La fauna íctica del país está en peligro porque está confinada a fragmentos aislados debido a la gran destrucción del hábitat. Los principales factores causantes del daño de la biota dulceacuícola incluyen la destrucción del hábitat por obras hidráulicas, el crecimiento de la mancha urbana, la desecación de cuerpos de agua, la degradación de la calidad del agua por actividades agrícolas, forestales, industriales y domésticas, y la introducción de especies no nativas con fines piscícolas.

La infraestructura hidráulica construida durante los últimos 65 años proporciona una capacidad de almacenamiento de 150 mil millones de metros cúbicos, equivalente a 37% del escurrimiento medio anual, para regular las variaciones estacionales y anuales a través de presas de propósitos múltiples que abastecen áreas agrícolas y ciudades densamente pobladas, pero que acarrear grandes volúmenes de sedimento y potencialmente degradan la integridad del hábitat para las especies dulceacuícolas.

En el pasado reciente la deforestación, las prácticas agrícolas inadecuadas, la acumulación de sustancias tóxicas, el sobrepastoreo y el ineficiente uso del agua han producido una aceleración en las tasas de acumulación de sedimentos y contaminantes. Los mayores cambios se han dado en la flora, fauna y la calidad del agua, debido principalmente al incremento en la salinidad de la misma. Únicamente 15% de las aguas residuales recibe algún tratamiento antes de ser descargada a los cuerpos de agua. El sector agrícola contribuye principalmente con aguas usadas en riego agrícola, las cuales contienen residuos agroquímicos que causan problemas de contaminación de las aguas naturales con sustancias tóxicas e hiperfertilización.

Muchos ríos, lagos y manantiales han sido alterados, fragmentados, contaminados o desecados, y han dejado de ser un hábitat adecuado para las especies nativas. Cabe recalcar que uno de los impactos antropogénicos más dañinos en los ecosistemas dulceacuícolas es la introducción de especies no nativas que han modificado la estructura natural de los ecosistemas y ha comprometido su integridad biológica.

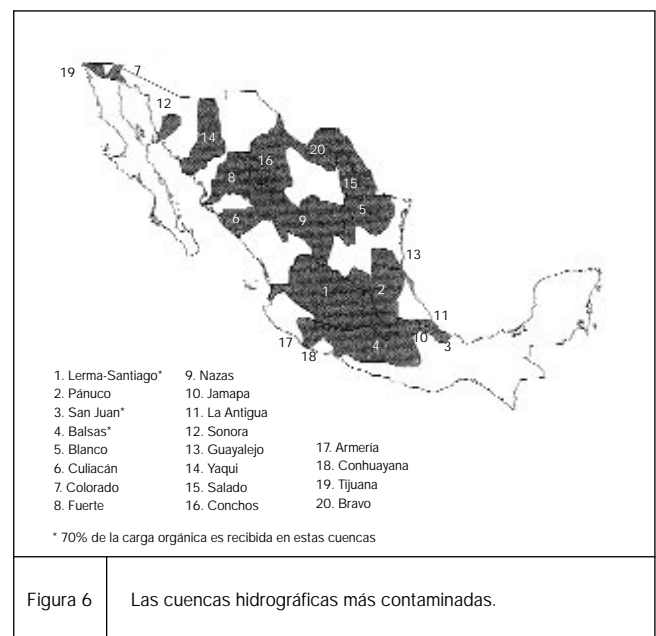
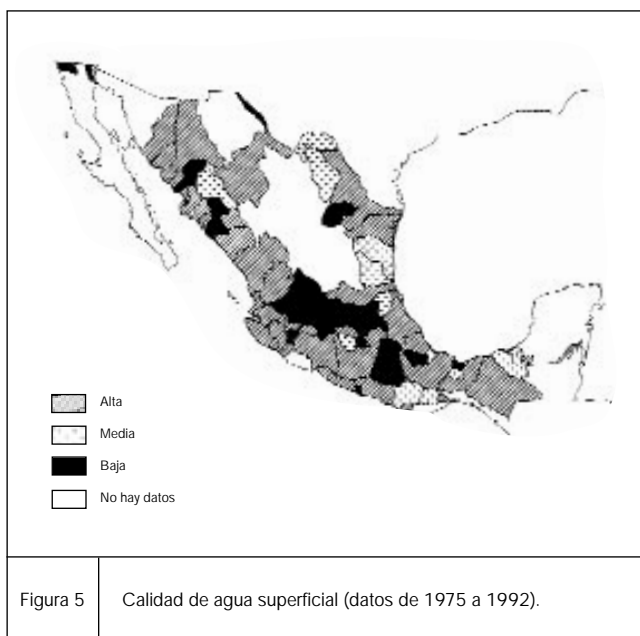
En algunas regiones se observa un marcado deterioro en la calidad del agua. De mantenerse esta tendencia, en poco tiempo más de la mitad de las regiones hidrológicas estarán en ese caso y algunas de ellas requerirán largo tiempo e inmensos recursos para recuperarse de los estragos del uso inadecuado del agua y las prácticas conta-

minantes. Entre las corrientes más contaminadas del país se encuentran las cuencas de los ríos Lerma-Chapala-Santiago, Balsas, Blanco, Pánuco, Nazas y Bravo (figuras 5 y 6).

Para la mayoría de las especies en riesgo más de un solo factor fue responsable de su declive y extirpación. Las causas más comunes de riesgo para los peces mexicanos incluyen la destrucción o modificación del hábitat (88%), un rango geográfico restringido (62%) y la introducción de especies (53%).

Situación actual

La región Neártica se localiza principalmente en la zona árida o semiárida del país, con escasos recursos acuáticos que se compensan sobreexplotando los acuíferos, por lo que al menos 92 manantiales y 2 500 kilómetros de ríos se han secado, las lagunas superficiales han disminuido y las aguas freáticas se encuentran a mayor profundidad, lo cual provoca la intrusión de aguas salinas y la salinización de pozos agrícolas en Sonora y en la Comarca Lagunera. En Monterrey las aguas pluviales no son tratadas y están contaminadas con aceites, gases, gasolinas, pesticidas, detergentes y metales pesados debido a que fluyen a través de la ciudad, lo cual reduce considerablemente el número de localidades que mantienen poblaciones de peces. Estas áreas están habitadas por aproximadamente 200 especies de peces de agua dulce; actualmente 120 es-



REGIÓN	REDUCCIÓN DE LOCALIDADES	ICTIOFAUNA (número de especies, porcentajes y endémicas)						
		TOTAL	AMENAZADA		EXTINTA			
Norte de México	62%	200	120	7.5%	0	15	60%	5
Balsas-Morelos	52%	21	6	28.5%	2	4	20%	4
Lerma-Chapala-Santiago	47%	57	10	18%	4	1	2.3%	1
Ameca	82%	20	4	25%	4	10	50%	1

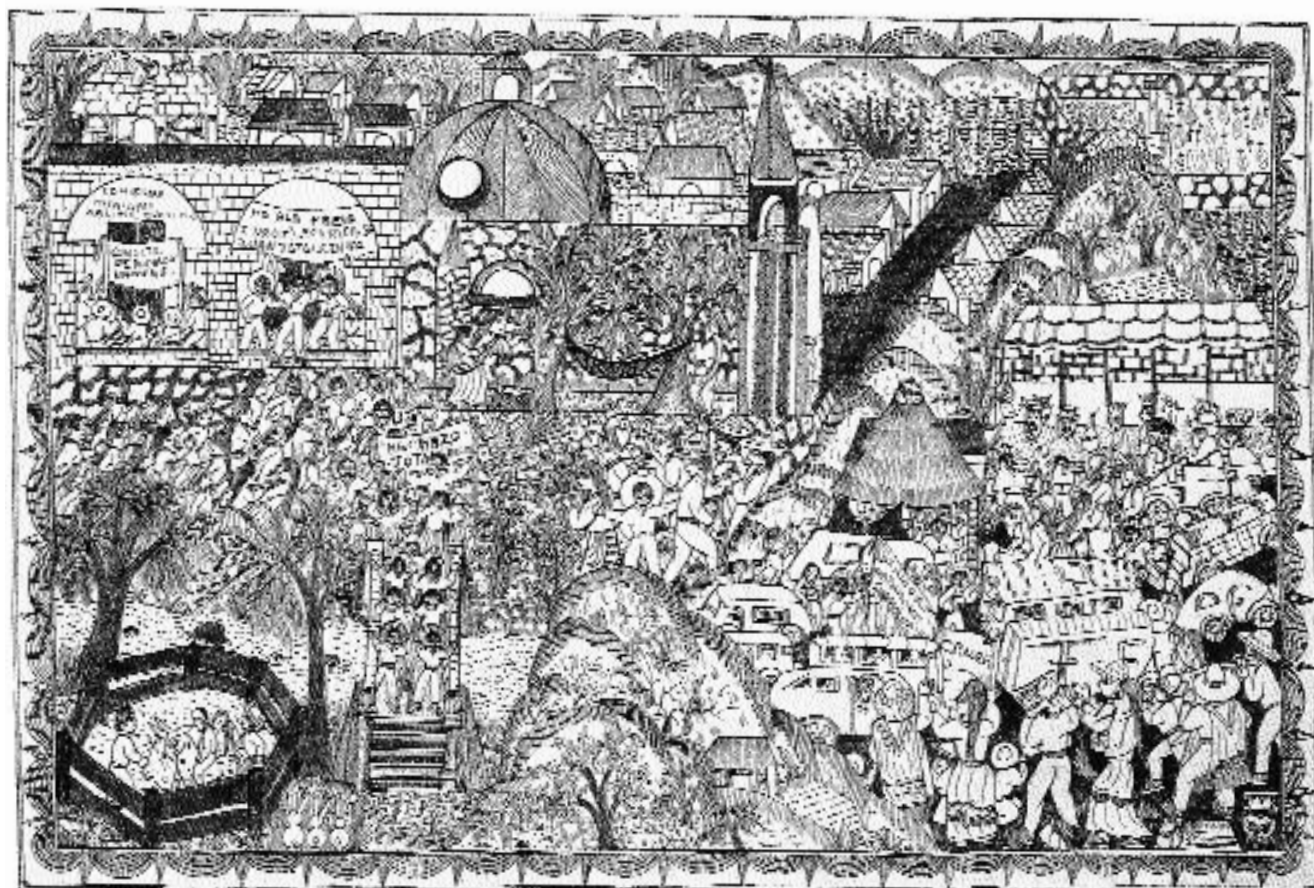
Cuadro 3 Reducción de localidades adecuadas para especies nativas y porcentaje de especies amenazadas y extintas en algunas regiones de México.

peces están amenazadas y quince extintas por impacto humano (cuadro 3). En 1985 un promedio de 68 especies fueron erradicadas de la fauna de peces locales. Finalmente, la salinización del Río Bravo ha causado un cambio de 32 especies nativas dulceacuícolas a 54 especies principalmente marinas o tolerantes a la salinidad.

La cuenca del Lerma-Chapala-Santiago, debido a su situación geográfica en el centro del país, se aprecia como una de las más importantes, pues tiene una extensión de 125 370 km² y abarca amplias porciones del Estado de México, norte de Michoacán, sureste de Querétaro, sur de los estados de Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, Durango y Nayarit. Esta región se ha caracterizado tradicionalmente por una gran explotación de recursos naturales, entre los que se encuentran las pesquerías artesanales

del pescado blanco, los charales, algunos goodeidos e incluso peces exóticos que han sido introducidos con fines piscícolas, como son los del género *Tilapia* y *Cyprinus carpio*. En la región se ubica la zona más densamente poblada del país y algunas de las grandes ciudades, como Guadalajara, Morelia, Guanajuato, Toluca, León, Celaya e Irapuato, y tienen una inmensa actividad agrícola e industrial, en ella se han creado numerosas obras de aprovechamiento como presas y diques. Todo lo anterior ha contribuido a que el río Lerma figure como uno de los más contaminados del país; el más grave daño es causado por los desechos líquidos que sobre él arrojan las decenas de industrias instaladas a lo largo de su cauce, a las que se agregan las obras hidráulicas y la extracción de mantos acuíferos, lo que ha provocado la desaparición de la fauna





y flora de algunas porciones de sus aguas por la modificación e incluso la desaparición de hábitats en la cuenca. Estudios recientes reportan un gran número de localidades que no reúnen condiciones de calidad del agua para el sustento de poblaciones de peces en la cuenca Lerma-Santiago como consecuencia de las graves alteraciones ambientales. De las 57 especies registradas para la cuenca del Lerma-Chapala-Santiago, 25 han restringido su área de distribución natural en más de 50% y una especie probablemente esté extinta como consecuencia de la desaparición de hábitats.

En la cuenca del Balsas, en Morelos, existen actualmente 21 especies ícticas pertenecientes a ocho familias y 16 géneros, cuatro de los cuales son endémicos (19%), cuatro nativos (19%) y trece exóticos (62%) (cuadro 3). El crecimiento de la mancha urbana, las pesquerías, la sobreexplotación de ríos y manantiales, la deforestación y la eutrofización han causado un gran deterioro en los recursos acuáticos de la región; peces como *Hybopsis boucardi*, *Ictalunus balsanus*, *Poeciliopsis balsas* y *Cichlosoma nigrofasciatum* fueron descritos en lugares donde en la ac-


tualidad es imposible encontrar peces, lo cual ilustra el grado de deterioro de los recursos acuáticos de la región y el riesgo para la fauna dulceacuática.

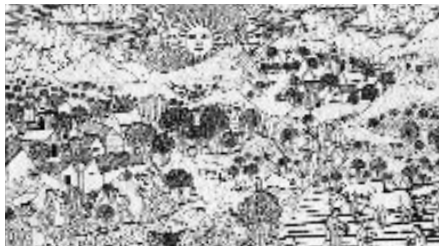
Otra región importante que ha sido muy deteriorada, sobre todo por la construcción de la presa La Vega, es la cuenca del río Ameca, que además recibe las aguas residuales domésticas y de un ingenio azucarero, y que actualmente sólo mantiene poblaciones de peces nativos en pocas localidades, principalmente en la cabecera del Río Teuchtlán. En dicha cuenca se han registrado 26 especies de peces en ocho familias y 21 géneros, veinte de las cuales eran nativas, pertenecientes a grupos típicamente neárticos (*Goodeidae* con doce especies, *Cyprinidae* con tres especies, *Atherinidae* y *Ictaluridae* y *Catostomidae* con una especie respectivamente) y dos especies de poecílidos nativos, incluyendo seis especies endémicas: *Notropis amecae*, *Ameca splendens*, *Allodonchictichys pollepis*, *Allotoca goslinei*, *Xenotoca melanosoma* y *Zoogoneticus tequila*. La pérdida de localidades por el deterioro de los cuerpos de agua ha llevado a una reducción de 50% de las especies nativas, lo cual contribuye a que cuatro es-

peces nativos se encuentren en riesgo de extinción y a la desaparición de una especie con un área de distribución muy restringida, *Skiffia francesae*.

Las especies que han sido estudiadas requieren agua limpia, fresca y altamente oxigenada, y en muchos casos agua corriente y sedimento con poco o nada de lodo, condiciones que están siendo rápidamente perdidas. Los manantiales representan refugios de agua constante de alta calidad para cuerpos de agua deteriorados, pero también son los recursos acuáticos más aprovechados, pues tienen usos tan variados como la irrigación, la agricultura, el consumo doméstico e industrial, el abastecimiento a centros piscícolas, la pesca y la recreación. Si consideramos que se desconoce la situación real de la pérdida de la diversidad en algunas regiones, el primer paso en los planes de conservación exitosa de la biodiversidad es el de hacer inventarios de especies, ya que la supervivencia de peces y otras especies de agua dulce pueden ser usadas como indicadores de biodiversidad y degradación ambiental.

A pesar de que la pérdida de diversidad de peces dulceacuicolas fue reportada desde los sesentas, se puede ver que la problemática no ha disminuido, sino que, por el contrario, está aumentado considerablemente. Si tomamos en cuenta que el uso de agua responde principalmente a aspectos de tipo socioeconómico y que es un recurso cada vez más escaso, la conservación de los ecosistemas dulceacuicolas y la protección de las especies de peces en peligro parece ser una tarea difícil.

Es necesario por tanto que los cuerpos de agua sean contemplados en estrategias de conservación con programas específicos que tengan el fin de proteger la calidad del agua y el hábitat para asegurar la conservación de la flora y fauna de agua dulce, así como crear una normatividad efectiva que controle las actividades agrícolas, piscícolas, forestales, industriales, domésticas y la sobreexplotación de los cuerpos de agua, que en su conjunto están produciendo la degradación de éstos ecosistemas. 



Marina Yolanda de la Vega Salazar
Instituto de Ecología,
Universidad Nacional Autónoma de México.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Rodolfo Dirzo por las aportaciones a este escrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arriaga Cabrera, L., L. Aguilar Sierra y J. Alcocer Durand. 2000. *Aguas continentales y diversidad biológica de México*. CONABIO, México.
- Barbour, C. D. 1973. "A biogeographical history of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae): A species flock from the Mexican plateau", en *Copeia*, núm. 3, pp. 533-556.
- Castro-Aguirre, J. L. y E. F. Balart. 1993. "La ictiología en México: pasado, presente y futuro", en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, núm. XLIV, pp. 327-343.
- Contreras, B. y V. Lozano. 1994. "Water, endangered fishes, and development perspectives in arid lands of Mexico", en *Conservation Biology*, núm. 8, pp. 379-387.
- Contreras, L. y T. Mac Beath. 1995. "Ecosistemas

acuáticos del estado de Morelos con énfasis en los peces", en *Ciencia y Desarrollo XXI*, núm. 122, pp. 42-51.

De Buen, F. 1947. "Investigaciones sobre la ictiología mexicana", en *An. Inst. Biol. Mex.*, núm. XVIII, pp. 292-335.

De la Vega Salazar, M. Y. 2003. *Factores limnológicos y ecológicos asociados a la extinción de las especies de peces Skiffia francesae y Zoogoneticus tequila*. Tesis doctoral. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

López-López, E. y J. Paulo-Maya. 2001. "Changes in the fish assemblage in the upper Río Ameca, México", en *Journal of Freshwater Ecology*, núm. 16, pp. 179-187.

Miller, R. R. 1986. "Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico", en *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas de México*, núm. 30, pp. 121-153.

Miller, R. R., J. D. Williams y J. E. Williams. 1989. "Extinction of North American fishes during the past century", en *Fisheries*, núm. 14, pp. 22-36.

Soto-Galera, E., J. Paulo-Maya, E. López-López, J. A. Serna-Hernández y J. Lyon. 1999. "Changes of fish fauna as indicator of aquatic ecosystem condition in Río Grande de Morelia-Lago de Cuitzeo ba-

sin, Mexico", en *Environmental Management*, núm. 24, pp. 133-140.

Tamayo, J. L. 1962. *Geografía general de México*, vol. III. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas, México.

Vázquez Gutiérrez, F. 1993. *Desarrollo urbano e industrial de las cuencas en México*. Curso de Limnología aplicada. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Noviembre, 1993. pp. 34-40.

IMÁGENES

- P. 20: Cirilo Mondragón, *Sirena y pescado*, Oapan, Guerrero, 1986. P. 21: Inocencio Jiménez Chino, Fundación de Oapan (detalle). P. 22: Mapas tomados de *Aguas continentales y diversidad biológica de México*, Conabio, 2000. P. 23: Ibrahim Mauricio Salazar, *Pescando con atarraya*. P. 25: Félix Jiménez Chino, Amate en protesta por la construcción de una presa en San Juan Tetelcingo en la cuenca del Balsas. P. 28: Inocencio Jiménez Chino, Fundación de Oapan (detalle). P. 29: Pablo Nicolás P., Manifestación del Consejo de Pueblos Nahuas del Río Balsas en la carretera a Acapulco en rechazo a la construcción de la presa en San Juan Tetelcingo. P. 30: Inocencio Jiménez Chino, La vida en Oapan en el Balsas después de que se evitó la construcción de la presa (detalle).