



## MANEJO DE PECES ANTROPIZADOS: MÉTODOS

Héctor Espinosa-Pérez

Colección Nacional de Peces Instituto de Biología,  
UNAM Ciudad Universitaria, CdMx.  
3er. Cto. Exterior S/N México, D. F. CP 04510 A.P. 70-153  
Autor para correspondencia: [hector@unam.mx](mailto:hector@unam.mx)

La introducción de especies por el hombre es un problema mundial que se presenta a lo largo de la historia de manera repetida. Esto forma parte de la vida y de la evolución de los ecosistemas, ya que es una de las maneras en que de forma natural se ha llegado a tener la biodiversidad actual. Este capítulo se enfoca en las especies de peces que, de forma accidental o intencionada, se han introducido en tiempos recientes en cuerpos de agua distintos a los que son originarios. A esto es a lo que se llama antropización de la fauna íctica y su estudio es importante debido al daño que estas especies causan en los ecosistemas invadidos. El objetivo del presente capítulo es presentar los métodos con que se han estudiado estas especies invasoras y que deben iniciar con un cambio cultural y de educación ambiental de toda la población.

## **Introducción**

Debemos empezar por reconocer que el manejo e introducción de especies llevadas a cabo por el hombre es un problema común en el mundo, se ha presentado en la historia de manera repetida. Sin embargo, sucede de forma espontánea al existir un suceso vicariante, es decir un accidente de la tierra al cambiar el cauce de un río por ejemplo y dividir o juntar a diferentes poblaciones de una especie. Esto es parte de la vida y de la evolución de los ecosistemas, ya que es una de las maneras en que de forma natural se ha llegado a tener la biodiversidad actual. Además de esas maneras, se puede mencionar que se conocen casos de peces, tema central de este capítulo, donde la dispersión de especies provocada por fenómenos naturales tales como huracanes, ciclones y tornados, han llevado no sólo peces de un sistema acuático a otro, sino todo tipo de flora y fauna acuática, que al encontrarse en un nuevo ecosistema, logra adaptarse a las nuevas condiciones e invadir de forma exitosa su nuevo hábitat.

Aquí nos enfocaremos en las especies de peces que, de forma accidental o intencionada, se han introducido en tiempos recientes en cuerpos de agua distintos a los que son originarios. Tal es el caso de los peces que son considerados exóticos, invasores o simplemente introducidos en sistemas acuáticos de los cuales no son originarios, ni su intervalo de distribución corresponde a la cuenca histórica donde se distribuyen normalmente. A esto es a lo que se llama

antropización de la fauna íctica y su estudio es importante debido al daño que estas especies causan en los ecosistemas invadidos. En el caso de México las especies que se han incluido en cuerpos de agua marinos y dulceacuícolas ascienden a 104 de acuerdo con Espinosa y Ramírez (2015), siendo que de pocas de ellas se conoce el impacto o daño causado a los distintos cuerpos de agua donde se han introducido. Un inventario reciente basado en ejemplares de colecciones ictiológicas se puede revisar en la página: [http://unibio.unam.mx/peces\\_exoticos-war/](http://unibio.unam.mx/peces_exoticos-war/).

Durante el último siglo la antropización con especies de peces se ha acrecentado debido a muchas razones que se presentarán más adelante, pero que principalmente viene del fortalecimiento de las economías fuertemente globalizadas, en las que el intercambio de tecnologías y bienes ocurre con más frecuencia con recursos vivos, como serían los casos de las técnicas, por ejemplo, de acuicultura y maricultivos y, por otro lado, la compra-venta de seres vivos para la acuariofilia.

En México la obtención de algunas técnicas para la acuicultura ha sido producto de compromisos financieros con organismos multinacionales que han promovido el desarrollo de los países (Contreras-Balderas *et al.*, 2002). Los cambios en la distribución espacial y temporal de especies son un hecho en la naturaleza, por lo cual no se deben considerar anormales, pero la gran cantidad de introducciones biológicas en mares, ríos, lagos y lagunas representan ya una gran amenaza a la biodiversidad y, por lo tanto, a los ecosistemas y sus comunidades.

Todas las especies acuáticas exóticas, consideradas invasoras, al establecerse en los cuerpos hídricos del país han mostrado un alto poder para inducir problemas a los distintos hábitats y ecosistemas. Estos inconvenientes se han detectado desde diferentes puntos de vista, que van desde los problemas biológicos con el paso de parásitos de especies introducidas a las nativas y ecológicos al verse degradados los hábitats por el impacto causado por el uso desmedido de recursos, por parte de la especie invasora, hasta los que son de orden económico, social y cultural. Existen varios ejemplos con los peces invasores, pero lo que se debe dejar en claro, es que la velocidad con la que las especies invasoras exóticas colonizan los ecosistemas rebasa a la ciencia en el estudio de los problemas encontrados a todos los niveles mencionados con anterioridad, lo que ha llevado a comunidades a cambiar de hábitos sociales, culturales y alimenticios.

En general, las especies invasoras tienen una alta tasa reproductiva, de corto tiempo generacional, que al no tener enemigos naturales llegan a ser especies longevas y

que les ayuda a buscar una mayor dispersión en el nuevo ecosistema colonizado (Williams y Meffe, 2005). Comúnmente tienen una gran plasticidad genética que faculta a estas especies para soportar cambios drásticos en el medio ambiente, permitiendo, entre otras cosas, una gran resistencia a intervalos de condiciones ambientales adversas incluido el clima y los parámetros físico químicos del agua, como la salinidad, alcalinidad y temperatura (Williams y Meffe, 2005; Fuller *et al.* 1999). También poseen comportamientos generalistas en cuanto a su alimentación, por lo mismo pueden ser gregarios formando cardúmenes, que al paso del tiempo terminan con los diferentes hábitats del ecosistema y difícilmente se pueden controlar por lo mismo (Williams y Meffe, 2005).

Los impactos que causan las especies exóticas en un ecosistema varían según la especie y el ecosistema, esto depende de qué tan vulnerable es el ecosistema, cuando la invasión es de una mayor o menor magnitud en los hábitats invadidos (Simon y Townsend, 2003). Esos impactos se pueden reflejar en los cambios en la composición de la biodiversidad, que por lo general se refieren a pérdidas de especies nativas, que no tienen cómo resistir el embate de las invasoras.

Las modificaciones que sufren los distintos hábitats del ecosistema alcanzan a ser alteraciones hidrológicas en cuanto a cambios en la calidad del agua, alteraciones biogeoquímicas y estructurales y en los cambios en la cadena trófica que afectan a las especies nativas (Fuller *et al.* 1999).

El objetivo del presente capítulo es presentar los métodos con los cuales se estudian estas especies invasoras, mismos que deben iniciar con un cambio cultural y de educación ambiental en toda la población, ya que al conocer los daños que causan las especies invasoras, no se intentará introducir especies extrañas a un medio ambiente sano, incluso se evitaría esta práctica. No está de más comentar que muchas invasiones se han presentado por la liberación piadosa de mascotas en ríos y lagos, al pensar que van a vivir normalmente en un ecosistema extraño, sin advertir que pueden causar un daño permanente a los ecosistemas naturales o simplemente morir (Fuller *et al.*, 1999; Contreras-Balderas *et al.*, 2002).

También se tiene que tomar en cuenta la experiencia en la acuicultura, y evitar hacer siembras sin control en estanques cercanos a cuerpos de agua, ya que ha sucedido que las especies introducidas escapan a dichos ambientes naturales dándose invasiones masivas que tienen consecuencias desastrosas en el medio ambiente (Contreras-Balderas *et al.*, 2002). La acuicultura controlada es una actividad encomiable,

que si se desarrolla con todas las precauciones resultan un negocio rentable y prestar el servicio alimentario que han perseguido sus desarrolladores desde un principio de sustentabilidad. Por último, algo que no se debe impulsar, la siembra directa de especies exóticas en ambientes naturales, como en sistemas artificiales como presas y estanques que drenen a ríos, lagos o lagunas, ya que la invasión causa daños permanentes no cuantificables a las poblaciones de especies nativas a todo lo largo de las cuencas hídricas.

### Métodos de estudio

Se tiene que evitar toda introducción de organismos exóticos a un medio natural, pero si se lleva a cabo, ésta debe ser precedida por un análisis de riesgos. Este tipo de diagnóstico consiste en una valoración del impacto que causará la introducción de especies exóticas, o como ya ha sucedido en innumerables localidades, sobre aquellas especies ya introducidas, que se desconoce el impacto que están causando en el medio ambiente y que se quiere estudiar (CDB, 2002; Ziller *et al.* 2005). Existen diferentes tipos de análisis de riesgos, desde los muy complejos y sofisticados, hasta los más sencillos y específicos para un sistema hidrológico o solamente a una especie. Baker *et al.* (2005, 2008) han desarrollado un protocolo que se perfecciona de tiempo en tiempo y resulta recomendable para los sistemas acuáticos, pero se debe tomar en cuenta que se ha diseñado para el Reino Unido, siendo las condiciones muy diferentes a las del trópico y zonas templadas mexicanas. Otro protocolo específico para especies de peces dulceacuícolas continentales es el de Copp *et al.* (2005) llamado “fisk” disponible en internet y que se basa en un cuestionario de 49 preguntas que definirán el riesgo en que se encuentra la zona a estudiar. Los principales puntos que trata se pueden resumir en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Resumen del protocolo de Copp *et al.* (2005), cuestionario integrativo.

Criterio	Definición	Descripción
Adaptación	Especies domesticadas, naturalizadas, razas, variedades.	Información climática, ambiental. Intervalo de distribución. Impacto en otra región.
Biología	Competencia, parasitismo, depredación, talla, tamaño de población.	Congéneres invasivos, venenosos.
Reproducción	Madurez sexual, hibridación, hermafroditismo, fecundación.	Huevos sésiles, planctónicos, cuidado parental. Densidad poblacional de larvas, alevines juveniles tiempo generacional.
Alimentación	Omnívora, planctívora, bentívora, piscívora.	Tipos de alimento en la zona, cuantificación de los recursos alimenticios.
Dispersión	Dispersión involuntaria, o voluntaria por hábitat apropiado, dispersión por huevo, larva, alevín.	Migración de adultos, juveniles, por densidad poblacional, reproducción, alimentación.
Tolerancia	Salinidad, eurihalinidad, desecación, velocidad del agua, competencia. Contaminación.	Cambios climáticos, oxígeno, alcalinidad, altas tasas de fecundidad.

El análisis debe ser muy detallado en lo que respecta al potencial invasor, dispersión y capacidades que puedan afectar no sólo la biología de las especies nativas y su medio ambiente, sino también los impactos económicos, sociales, a la salud de la población de especies nativas y humanas. Por lo cual se recomienda que sea efectuado por equipos multidisciplinarios y con la participación de la población afectada, ya que los problemas que se han detectado por las introducciones no tienen una solución simple y muchas veces implican sacrificios de la población aledaña.

Primero, se debe conjuntar un completo apoyo de un grupo de expertos. Como se trata de sistemas acuáticos, una parte fundamental es el agua. Para su análisis se recomienda seguir los métodos proporcionados por De la Lanza-Espino (2014) para la determinación de caudal ecológico en cuerpos de agua mexicanos o los de Zorrilla *et al.* (2017) en el que se enfoca el caudal ecológico a la conservación en el río Verde Atoyac, en Oaxaca. En ambos estudios se revisan diferentes metodologías para conocer la variabilidad hidrológica, iniciando con el análisis de las series históricas de los ríos tratados, pasando por la hidrología básica en cuanto a parámetros físicos y químicos, hasta llegar al conocimiento del régimen de escurrimientos, corrientes y morfología del sistema acuático tratado. La metodología se puede resumir en la tabla 2, donde se muestran los principales parámetros a considerar para la evaluación de cuatro diferentes cuerpos de agua que pueden encontrarse en el país. En la actualidad la toma de datos ya no requiere de tardados análisis de laboratorio, ya que se pueden usar aparatos multiparamétricos portátiles (Hach, Ysi, Hanna) que ayudan a tener resultados inmediatos y nos permiten planear mejor la estacionalidad de los muestreos en concordancia con el resto de los aspectos considerados (fig. 1).

Tabla 2. Parámetros básicos comparativos a evaluar en diferentes cuerpos de agua. Modificado de De la Lanza (2014).

Parámetro	Ríos	Lagos y embalses	Aguas subterráneas	Zona costera
Temperatura	X	X	X	X
pH	X	X	X	X
Conductividad eléctrica	X	X	X	
Salinidad				X
Oxígeno disuelto	X	X	X	X
Nitratos	X	X	X	X
Nitritos			X	X

Amonio	X	X	X	X
Calcio	X	X	X	
Magnesio	X	X	X	
Sodio*	X	X	X	
Potasio*	X	X	X	
Cloruros*	X	X	X	
Sulfatos*	X	X	X	
Alcalinidad	X	X	X	
DQO	X	X		
Sólidos suspendidos totales	X	X		
Clorofila a		X		X
Transparencia (Disco Secchi)		X		X
Ortofosfatos	X	X		X
Fósforo Total (no filtrado)	X	X		

Esta información está modificada de la Guía Operativa (GEMS/AGUA) del Sistema Mundial de Vigilancia Ambiental (GEMS) (PNUMA, OMS, UNESCO, OMN); 1978.

\*Pueden estar representados por la dureza.



Figura 1. Toma de datos de calidad de agua con sondas multiparámetro en diferentes localidades.

En el caso del grupo de expertos, en especial sobre biología de peces, se requiere tener un conocimiento total sobre la riqueza de especies nativas, primero de forma documental en la literatura del sistema y, posteriormente, verificarla por medio de muestreos y monitoreos programados durante el análisis de riesgo. Estos muestreos deben incluir los diferentes paisajes del ecosistema y sus comunidades, para lo cual se puede seguir el protocolo de Espinosa-Pérez (2014), en el que se realizan colectas de peces con diferentes artes de pesca, que van desde el muestreo con redes tipo chinchorro playero, fijas como redes agalleras y trampas, hasta atarrayas y con equipos de electro pesca (fig. 2). Estos muestreos y después los monitoreos con periodos de tiempo definidos de acuerdo con la emergencia del estudio se pueden realizar de forma estacional, mensual, bimestral o de acuerdo a las necesidades del estudio. Los muestreos se deben realizar buscando cubrir la zona béntica y pelágica, así como las zonas donde cambia el tipo de vegetación o la conformación geológica del cuerpo de agua.



Figura 2. Métodos de colecta de peces, chinchorro, electropesca, trampas y charolas, atarraya y chinchorro en lagunas costeras.

Una vez realizado el muestreo de peces, la parte fundamental es la precisión de las unidades a estudiar, esto es, conocer la especie o especies invasoras exóticas al ambiente. Para esto es necesario hacer una correcta identificación de los ejemplares colectados, esto debe realizarse con claves especializadas, como ejemplo las de Miller *et al.* (2009) para los peces dulceacuícolas mexicanos introducidos en lugares diferentes de donde son nativos; Trewavas (1983) para las tilapias que se encuentran en el país o Armbruster y Page (2006) en el caso de algunos de los peces diablos o plecos de la familia *Loricariidae* que se encuentran en las aguas continentales mexicanas. Para la confirmación de la determinación de las especies se pueden consultar bases

de datos, como fishbase (<http://www.fishbase.org/search.php>), que es un sitio donde se puede obtener información adicional de la especie invasora a estudiar. Se debe confirmar la validez del nombre con el catálogo de especies de la Academia de Ciencias de California de Eshmeyer *et al.* (2017), para evitar sinónimos y problemas de identidad de la especie, que puede llevar a emplear metodologías equivocadas.

Una vez establecida la unidad o unidades a trabajar, es decir, conocer el nombre correcto de la especie o especies invasoras a estudiar, es indispensable que se plantee la posibilidad de realizar estudios poblacionales con el fin de conocer la magnitud del problema, para lo cual se debe conservar la muestra completa y así poder realizar cálculos sobre la abundancia y distribución de la especie en el sistema. Con los mismos ejemplares es posible iniciar los estudios de edad y crecimiento de la población, junto con el análisis de los contenidos estomacales, composición por sexos, estados de madurez gonádica y fecundidad. Todo lo anterior es posible estudiarlo siguiendo los manuales de ciencia pesquera de Holden y Raitt (1975) o Murphy y Willis (1996) sobre las técnicas en pesquerías.

A partir de estos conocimientos básicos, se pueden planificar las formas de combatir la invasión de la especie o especies. Conocer cuáles son las tallas máximas y mínimas es importante para seleccionar los métodos más adecuados de captura. Conocer la composición por sexo, las épocas de madurez y la fecundidad de la especie hará que se pueda planear el tiempo más propicio para evitar la captura de los adultos en edad reproductiva, también, al saber qué come la especie se podrá pensar en tender trampas para su captura.

Una vez conocidos esos datos para la mejor planeación del exterminio del pez invasor, se pueden programar una serie de acciones, que van desde aprovechar la especie para consumo y la eliminación se haga por la gran demanda del pez o bien tratar de usar las capturas como harina de pescado para diferentes usos. Sobrepecar la especie para llegar a eliminarla de forma definitiva es una buena forma de actuar, siempre y cuando no se ponga en peligro a las especies nativas en el momento de pescar a las especies invasoras. Esto también hay que tomarlo en cuenta para otros métodos de eliminación de la invasora.

## Literatura citada

- Armbruster, J. W., y Page, L. M. (2006). Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). *Neotropical Ichthyology*, 4(4), 401-410.
- Baker, R., Cannon, R. A. Y., Bartlett, P., y Barker, I. A. N. (2005). Novel strategies for assessing and managing the risks posed by invasive alien species to global crop production and biodiversity. *Annals of Applied Biology*, 146(2), 177-191.
- Baker, R. H. A., Black, R. Copp, G. H. Haysom, K. A. Hulme, P. E. Thomas, M. B. Brown, A. Brown, M. Cannon, R. J. C. Ellis, J. Ellis, M. Ferris, R. Graves, P. Gozlan, R. E. Holt, J. Howe, L. Knight, J. D. MacLeod, A. Moore, N. P. Mumford, J. D. Murphy, S. T. Parrott, D. Sansford, C. E. Smith, G. C. St-Hilaire, S. y N.L. Ward. (2008). The UK risk assessment scheme for all non-native species. In: Biological Invasions – from Ecology to Conservation. Berlin: NEOBIOTA. 46-57.
- Convention on Biological Diversity. (2002). Decision VI/23: Especies exóticas que amenazan a los ecosistemas, los habitats o las especies. Consulta 25 de julio 2018 disponible en <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7197>.
- Contreras-Balderas, S., Almada-Villela, P., de Lourdes Lozano-Vilano, M., y García-Ramírez, M. (2002). Freshwater fish at risk or extinct in Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12(2-3), 241-251.
- Copp, G. H., Garthwaite, R., y Gozlan, R. E. (2005). Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: a summary of concepts and perspectives on protocols for the UK. *Journal of Applied Ichthyology*, 21(4), 371-373.
- De la Lanza-Espino. (2014). Protocolo para el muestreo de calidad del agua en ríos endorréicos y exorréicos, y en humedales para la aplicación de la Norma de Caudal Ecológico (NMXAA-159-SCFI-2012). [http://www.ibiologia.unam.mx/aguas/Protocolo %20calidad% 20de%20aguai.pdf](http://www.ibiologia.unam.mx/aguas/Protocolo%20calidad%20de%20aguai.pdf).
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. y R. van der Laan (eds) 2019. ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 12 December 2017.
- Espinosa-Pérez, H., y Ramírez, M. (2015). Exotic and invasive fishes in Mexico. *Check List*, 11, 1.

- Espinosa Pérez, H. Protocolo de muestreo de peces en aguas continentales para la aplicación de la Norma de Caudal Ecológico (NMX-AA- 159-SCFI-2012). <http://www.ibiologia.unam.mx/aguas/PNRA.%20Protocolo%20de%20Peces-2.pdf>
- Fuller, P. L., Nico, L. G., y Williams, J. D. (1999). Nonindigenous fishes introduced into inland waters of the United States. *1 ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF ALIEN SPECIES THAT THREATEN*, 27.
- Holden, M. J., y Raitt, D. F. S. (1975). *Manual de Ciencia Pesquera: Parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación* (p. 211). FAO.
- Miller, R. R., Minckley, W. L., y Norris, S. M. (2009). Peces Dulceacuícolas de México. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad/El Colegio de la Frontera Sur/Sociedad Ictiológica Mexicana, AC/Desert Fishes Council. AC/ *Desert Fishes Council México*. 559 p. Trad. de Juan J Schmitter-Soto. 1ra edición en inglés, 2005.
- Murphy, B. R., y Willis, D. W. (Eds.). (1996). *Fisheries techniques* (2nd ed., p. 732). Bethesda, Maryland: American Fisheries Society.
- Simon, K. S., y Townsend, C. R. (2003). Impacts of freshwater invaders at different levels of ecological organisation, with emphasis on salmonids and ecosystem consequences. *Freshwater biology*, 48(6), 982-994.
- Trewavas, E. (1983). Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum (Natural History).
- Ziller, S. R., Reaser, J. K., Neville, L. E., & Brandt, K. (2005). Invasive alien species in South.

