

CIENCIA HOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy

Volumen 22 número 127 junio - julio 2012

Ejemplar en la Argentina: \$29

La PLATAFORMA CONTINENTAL argentina

Entrevista al presidente del Conicet

Agricultores de Tafí hace 2000 años

Guía del cielo nocturno



Un mejillón invasor alimenta a crías de peces nativos

Especies exóticas

Una de las consecuencias de la creciente movilidad mundial de personas y mercaderías es el incremento en el número de organismos exóticos en los ecosistemas. Son exóticos en un ecosistema aquellos organismos cuya distribución geográfica natural no lo incluye, e ingresaron en él por haber sido desplazados en forma intencional o accidental. En ese contexto, las especies a que pertenecen esos organismos se denominan especies exóticas, y se las llama especies invasoras cuando sus poblaciones crecen a un ritmo desmedido en el ambiente en el que ingresaron. La proliferación de especies invasoras es a menudo presentada como una de las amenazas ambientales más serias del nuevo milenio.

Las consecuencias ambientales –en jerga, el impacto ambiental– de las especies invasoras han sido objeto de numerosos estudios y publicaciones, en particular para ambientes acuáticos. El balance definitivo de los beneficios y trastornos creados por muchas de esas especies es aún incierto, con frecuencia por lo relativamente reciente de

su invasión, si bien en ciertos casos hubo tiempo para apreciar los cambios acaecidos, por ejemplo, en la cadena alimentaria del ecosistema invadido. Numerosas investigaciones se han centrado en invasores que actúan como depredadores de especies nativas; mucha menor atención han recibido situaciones en que el depredador es nativo y la presa es exótica, a pesar de configurar casos de regulación natural de la densidad de una especie invasora.

Un invasor de ríos de la cuenca del Plata

El mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) es un molusco bivalvo oriundo de aguas dulces de la China y el sudeste asiático (figuras 1 y 2); fue descubierto en el Río de la Plata por Gustavo Darrigran hacia 1990 (véase Gustavo y Jorge Darrigran, 'El mejillón dorado, una obstinada especie invasora', Ciencia Hoy, 61: 20-23, febrero-marzo

¿DE QUÉ SE TRATA?

El mejillón dorado, un bivalvo invasor oriundo de Asia que llegó por accidente al Río de la Plata, es ahora alimento de peces nativos como sábalos, bagres y dorados. ¿Es esto bueno o malo?



Figura 1. Mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*).

Figura 2. Incrustaciones de mejillón dorado en una superficie dura cerca de Tigre, en el delta del río Paraná.



de 2001). Su historia es en muchos aspectos similar a la de su par invasor en América del Norte, el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), nativo del sur de Rusia (figura 3). Ambos constituyen abundante fuente de alimento para peces y otros organismos que depredan sobre ellos, al punto de que en áreas invadidas se han registrado 17 especies de peces cuyos adultos se alimentan del primero y 38 que lo hacen del segundo. Muchas de esas especies tienen importancia comercial. También se ha observado que las larvas de mejillones cebra son alimento para las larvas de unas 15 especies de peces, y los autores de este trabajo constataron que las de mejillón dorado lo son para unas 18.

Ambos mejillones liberan sus gametos al agua, donde ocurre la fecundación y se forman grandes cantidades de larvas libres que dispersa la corriente. Uno de los tipos de larva de molusco más abundantes en el medio acuático, la velígera, presenta en el caso del mejillón dorado, por litro de agua, una abundancia promedio en ambientes invadidos del orden de los cinco a ocho ejemplares, que se transforman en juveniles en cuestión de días. Además, por la gran capacidad reproductiva de la especie, sus larvas están presentes en el plancton durante casi nueve meses por año. En los ambientes invadidos por ese mejillón se registran también altas densidades de larvas de peces de diversas especies que se alimentan de zooplancton, por ejemplo, de pequeños crustáceos de tamaño similar a las larvas del mejillón, entre ellos los llamados cladóceros y copépodos. A pesar de esto, poco se ha estudiado la relación de las larvas velígeras de estos mejillones con sus depredadores.

La presencia de larvas de peces en los cursos principales de los ríos Paraná, Uruguay y Paraguay (figura 4), así como en los brazos, riachos y lagunas marginales de estos (figura 5), se debe principalmente al comporta-

miento migratorio de determinadas especies. Durante su período reproductivo, estos peces se desplazan aguas arriba para llegar a zonas de desove. Luego sus huevos y larvas son arrastrados río abajo hasta alcanzar ambientes marginales donde completan su desarrollo. Por lo general, ese arrastre pasivo ocurre en primavera y verano, cuando en el Paraná se puede encontrar una densidad de hasta 44 larvas por metro cúbico. Esa temporada es también la reproductiva del mejillón dorado.

Entre las especies de peces migratorios más abundantes en la cuenca del Río de la Plata se encuentra el sábalo (*Prochilodus lineatus*), responsable del 60% de la biomasa total de peces. Otras especies abundantes son las bogas (*Leporinus obtusidens* y *Schizodon borelli*), el dorado (*Salminus maxillosus*), el bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*), el bagre blanco (*Pimelodus albicans*), el surubí (*Pseudoplatystoma coruscans*), el cucharón (*Sorubim lima*) y el patí (*Luciopimelodus pati*).

Interacción de las larvas de peces nativos con las de mejillones dorados

Sobre la base de diversos relevamientos de campo realizados entre 2001 y 2010, los autores de esta nota estudiaron la presencia de velígeras de mejillón dorado en la dieta de las más abundantes larvas de peces en las secciones baja y media de la cuenca del Plata. Algunas de esas larvas comienzan a alimentarse en el curso principal del río y otras lo hacen en sus ambientes marginales. Ambos hábitats fueron incluidos en los análisis, que requirieron tomar muestras de zooplancton e identificar en ellas las especies



Figura 3. Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*). Los ejemplares mayores alcanzan un tamaño exterior de algo menos de 2cm. Foto <http://www.iswa.uni-stuttgart.de/ch/forschung/flabo.html>

de peces y sus estadios de desarrollo. Estos se conocen (en grado creciente) como protolarvas, mesolarvas y metalarvas.

En el laboratorio estudiamos el contenido estomacal de las larvas (figura 6), identificamos cada presa y registramos su frecuencia (cantidad de veces de aparición de cada ítem) y biomasa (importancia relativa en peso seco). Para saber si las larvas de peces seleccionan las presas que capturan, comparamos su contenido estomacal con la composición por especies de las muestras de zooplancton.

Como resultado, hallamos que las velíferas de mejillón dorado fueron consumidas por las larvas de, por lo menos, 18 de los 25 peces presentes en las muestras, incluyendo sábalo, bagres trompudo (*Iheringichthys labrosus*), porteño (*Parapimelodus valenciennis*), blanco y amarillo, surubí, patí, cucharón, anchoa de río (*Lycengraulis grossidens*), virolo (*Apareiodon affinis*), lenguado (*Catathyrindium jeninsy*), corvina de río (*Pachyurus bonariensis*) y mojarra (*Aphyocharax* sp.). Otros miembros de las familias de las bogas, los armados, los dientudos y, por lo menos, dos especies de bagres también consumieron velíferas.

Consumió velíferas de mejillón dorado el 90% de las especies presentes en el ictioplancton recolectado. Un 16% de las larvas se alimentó de velíferas exclusivamente, mientras que el 20% lo combinó con otra presa (pero para el 60% de las últimas, las velíferas constituyeron la mayor biomasa ingerida). Estos resultados se mantuvieron constantes a lo largo de los cursos principales del Paraná medio e inferior, pero en el Paraguay inferior, donde la densidad de larvas de moluscos es menor, su presencia en la dieta de los peces fue más baja.

Bagres, surubíes, cucharones y patíes son algunas de las especies de peces más abundantes en la cuenca del Plata. Sus larvas comienzan a alimentarse en forma temprana, cuando van a la deriva a lo largo del curso

principal de los ríos, en los que, además, hay altas densidades de velíferas. Estas últimas se encontraron en más del 75% de los estómagos de las larvas de esas especies que analizamos, y en términos de biomasa fueron más importantes que los alimentos tradicionales de dichas especies, constituidos por pequeños crustáceos acuáticos (cladóceros y copépodos).

También en ambientes marginales de los ríos, como lagunas o riachos conectados con estos, las larvas de especies como el sábalo y las bogas (figura 7) evidenciaron una alta incidencia de velíferas en su dieta. Las encontramos en cerca del 20% de los estómagos analizados, y con valores de biomasa de entre el 15% y el 41%. Esos ambientes son los sitios de cría de muchas de las especies de peces más abundantes, pues allí empiezan a alimentarse y permanecen hasta alcanzar el estado de adulto.

Aun en ambientes modificados por acción humana, como el embalse de Salto Grande, donde la composición por especies de la fauna de peces varió considerablemente con relación al resto de la cuenca del Plata, la importancia de las velíferas de mejillón dorado fue sustancial. En ciertas especies, como el lenguado, la corvina de río y la anchoa de río, más abundantes en esos ambientes alterados, la proporción de larvas con velíferas en el tracto digestivo fue de alrededor del 20%, con máximos de hasta el 64% de lo ingerido (por ejemplo, en las larvas de lenguado).

Otro dato interesante que se desprendió de nuestro estudio es que la importancia de las velíferas de mejillón dorado, tanto en frecuencia de su aparición en el contenido estomacal de las larvas como en biomasa relativa, varió fuertemente a lo largo del desarrollo de los peces. En los estadios larvales más tempranos de ciertos grupos, representaron hasta el 47% de la biomasa, mientras que en los más avanzados fueron de solo el 5%



Figura 4. Curso principal de río Paraná en las cercanías de la ciudad de Zárate.



Figura 5. Ambiente marginal del río Paraguay.

(figura 8). A medida que crecen, las larvas capturan progresivamente presas de mayor tamaño, como larvas de peces y de insectos, que si bien poseen mayor capacidad de evasión, les significan una incorporación mucho más importante de energía por presa.

Preferencia por un nuevo alimento

La constatación de que las larvas de varias de las especies más abundantes de peces de la cuenca del Plata, como sábalo y bagres, consumen en su ambiente velígeras de mejillón dorado coincidió con los resultados de

experimentos que realizamos en el laboratorio. Esos experimentos consistieron en exponer larvas de esos peces en distintos momentos de su desarrollo a zooplancton con diferentes concentraciones de velígeras. Las protolarvas y mesolarvas (los estadios más tempranos de desarrollo) consumieron casi exclusivamente velígeras (un 90% de la biomasa de su alimento) si las encontraban en abundancia, pero para las metalarvas (último estadio larval de un pez) ese valor disminuyó al 16%. Estos resultados sugieren que las larvas más pequeñas y menos ágiles depredan preferentemente sobre las velígeras, que constituyen presa fácil por su natación lenta y baja capacidad de evadir al depredador, mientras que las larvas más avanzadas lo hacen sobre presas más grandes, como los crustáceos.

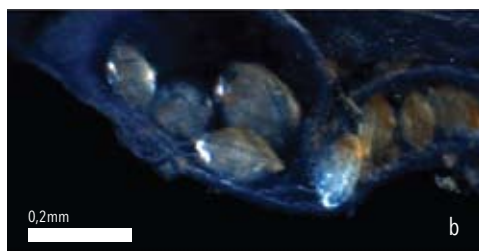


Figura 6. Fotografía de una protolarva de bagre (a) y detalle de su contenido estomacal (b).

Figura 7. Larvas de sábalo (arriba) y de boga (abajo).



Recolección de muestras de larvas de peces en el embalse de la represa hidroeléctrica de Salto Grande.

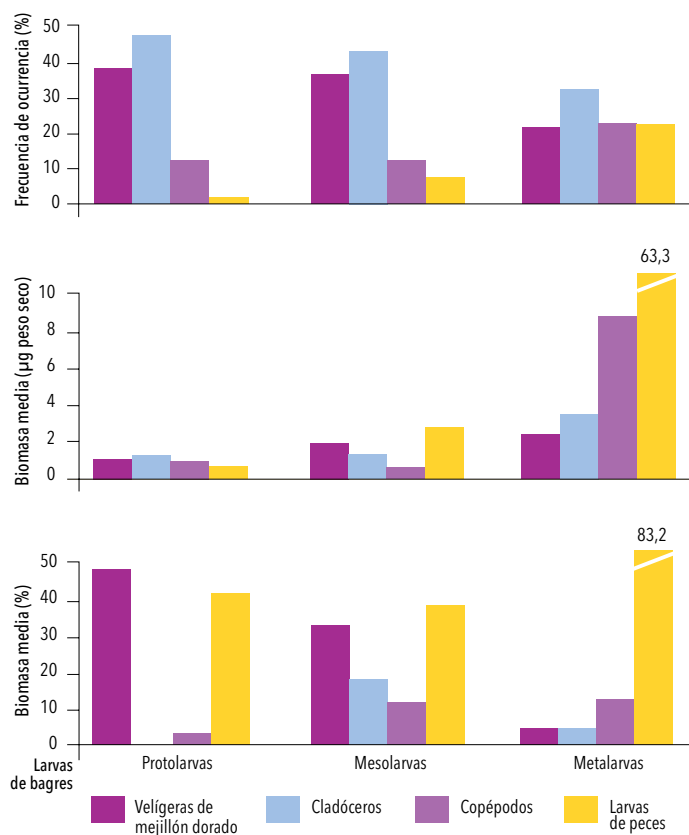


Figura 8. Frecuencia de aparición y biomasa promedio de dos tipos de pequeños crustáceos (cladóceros y copépodos), de larvas de mejillón dorado (velígeras) y de larvas de peces, las más importantes presas encontradas en protolarvas, mesolarvas y metalarvas de bagres en el río Paraná inferior.

También realizamos experimentos para evaluar los efectos del cambio de dieta en el crecimiento de los sábalo. Alimentamos grupos de larvas recién eclosionadas con sendas dietas de zooplankton cuyo contenido de velígeras variamos. Las larvas que consumieron una dieta rica en velígeras crecieron significativamente más, tanto en peso como en talla, que las alimentadas con dietas que contenían menos velígeras (figura 9). Sin embargo, las tres dietas que compusimos proporcionaban suficientes calorías como para que las larvas de sábalo cubriesen sus necesidades metabólicas y de crecimiento. Pensamos que estos resultados pueden atribuirse al mayor contenido energético de las velígeras en comparación con los crustáceos de similar tamaño, o al menor gasto de energía necesario para capturar presas más lentas (o una combinación de ambas causas).

Que en sus primeros estadios de desarrollo los peces sean consumidores más activos de velígeras es particularmente significativo, pues es cuando son usualmente más vulnerables y tienen más altas tasas de mortandad, en buena medida por falta de alimento.

Es probable que los efectos de estos cambios alimentarios de las larvas de peces no estén restringidos a los organismos que los experimentaron de manera directa pues, como fue registrado en otras invasiones biológicas, pueden afectar a otros de manera indirecta. Por ejemplo, podrían provocar alteraciones en la composición de especies o en el tamaño de los organismos del zooplankton nativo, en especial en las especies preferidas por las larvas antes de la llegada de las velígeras, y esto a su vez repercutiría sobre las algas que sirven de alimento al zooplankton.

Un efecto interesante que requiere ser estudiado es cómo afecta esta depredación el crecimiento de las poblaciones del propio mejillón. No solo sus velígeras sufren el ataque de depredadores. Estudios realizados en el Paraná inferior indican que peces adultos (y probablemente otros animales) se alimentan de mejillones juveniles y adultos, y consumen más del 80% de la producción anual de esa especie, pero eso no parece hacer peligrar a sus poblaciones. De igual manera, parece poco probable que el efecto de la depredación por larvas de peces pueda reducir significativamente la cantidad de velígeras en el plancton, por lo menos con las actuales densidades de ictioplancton y tasas de consumo de velígeras. Si bien la magnitud de la depredación que soportan las velígeras no es despreciable, el período reproductivo más extenso del mejillón en comparación con los peces, así como su muy alto potencial biológico, compensan los efectos de la depredación de larvas y adultos. Un análisis más profundo de este tema requiere algunas piezas del rompecabezas que aún nos faltan, como datos sobre la fecundidad del molusco, y el uso de técnicas aún no ensayadas, como isótopos estables aplicados al estudio de las relaciones tróficas.

Si bien los resultados de nuestros estudios indican que con la aparición del mejillón dorado los peces locales dis-

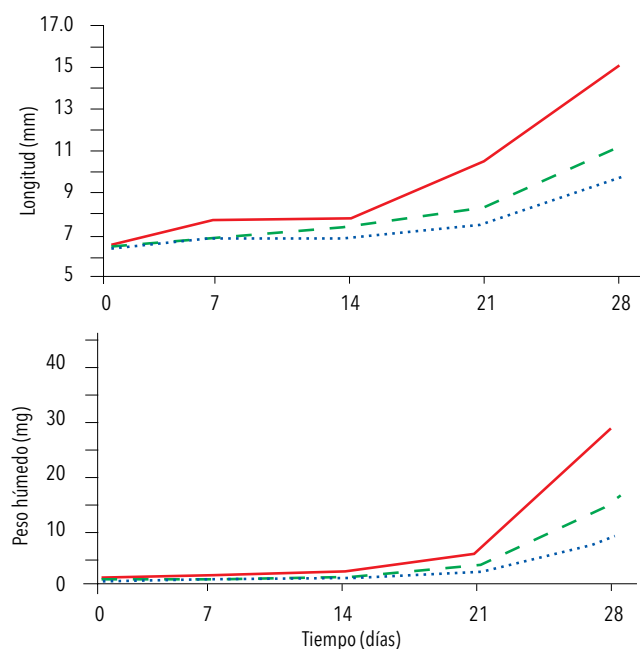


Figura 9. Largo total (arriba) y peso húmedo de las larvas de sábalo alimentadas con tres dietas diferentes en cuanto a su contenido de velíferas de mejillón dorado: alto (línea sólida roja), medio (guiones verdes) y bajo (línea punteada azul).

ponen de una fuente de alimento adicional, que utilizan activamente, no demuestran que la expansión de ese mejillón y el resultante aumento de comida para las larvas de peces sean beneficiosos para el ecosistema, ni aun para la ictiofauna. Las modificaciones de los hábitos alimentarios de las larvas de peces son solo uno de los muchos cambios desencadenados por la invasión de dichos mejillones. Los efectos 'positivos' reseñados podrían estar indisolublemente asociados con otros negativos, debidos, por ejemplo, a la alteración del balance histórico entre las especies de peces, cambios en la transparencia del agua, estimulación de floraciones de algas tóxicas, aumento en el crecimiento de plantas acuáticas, modificación de la disponibilidad de nutrientes o aparición de nuevos parásitos. Los ecosistemas son estructuras demasiado complejas y los factores que regulan su funcionamiento demasiado numerosos e intrincados como para dar cuenta de su funcionamiento mediante unas pocas relaciones. **CH**

Los autores agradecen la colaboración de personal del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande y la Prefectura Naval Argentina para realizar las tareas de campo comentadas en este artículo.

LECTURAS SUGERIDAS

DARRIGRAN G y DAMBORENEA MC (eds.), 2006, *Bioinvasión del mejillón dorado en el continente americano*, Editorial de la Universidad de La Plata.

PAOLUCCI EM et al., 2007, 'Larvae of the invasive species *Limnoperna fortunei* in the diet of fish larvae in the Paraná River', *Hydrobiologia*, 589: 219-233.

PAOLUCCI EM et al., 2010, 'Veligers of an introduced bivalve, *Limnoperna fortunei*, are a new food resource that enhances growth of larval fish in the Paraná River', *Freshwater Biology*, 55: 1831-1844.

PAOLUCCI EM, CATALDO DH & BOLTOVSKOY D, 2010, 'Prey selection by larvae of *Prochilodus lineatus*: Indigenous zooplankton versus veligers of the introduced bivalve *Limnoperna fortunei*', *Aquatic Ecology*, 44: 255-267.

PENCHASZADEH, PE (ed.), 2005, *Invasores. Invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina adyacente*, Eudeba, Buenos Aires.



Esteban Marcelo Paolucci

Doctor en ciencias biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.
Investigador posdoctoral en el Great Lakes Institute for Environmental Research, Universidad de Windsor, Canadá.
estebanmpaolucci@gmail.com



Daniel Hugo Cataldo

Doctor en ciencias biológicas, FCEN, UBA.
Jefe de trabajos prácticos, departamento de Ecología, genética y evolución, FCEN, UBA.
Profesional principal del Conicet.
daniel@ege.fcen.uba.ar



Demetrio Boltovskoy

Doctor en ciencias biológicas, FCEN, UBA.
Profesor asociado, FCEN, UBA.
Investigador superior del Conicet.
demetrio@ege.fcen.uba.ar