

PUBLICACION EXTRA

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL Y ANTROPOLOGIA

(Montevideo. En Línea)

Número 1

2005

NOTAS SOBRE EL MEJILLÓN DORADO *LIMNOPERNA FORTUNEI* (DUNKER, 1857) (BIVALVIA, MYTILIDAE) EN URUGUAY.

JOSÉ A. LANGONE *

ABSTRACT – *Notes on the Golden Mussel* *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in Uruguay. - New locations for Uruguay are dated pointing the first record for the Laguna Merin Basin. The main vectors of dispersion are being argues if they are lentic or lotics systems. The *Limnoperna* interaction with harmful cyanobacters it's based in experimental data and extrapolations from Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). The geographical distribution of *L. fortunei* in Uruguay matches with the distribution of important blooms of cyanobacters. The conclusions of this work are the following:

- The pattern of distribution in the main part of the Santa Lucía River Basin can be explained for a mechanism of dispersion that involves little ships. Probably this is the principal factor of dispersion in others dams and lakes. This vector of dispersion must be controlled.

- The presence of *L. fortunei* in dams and lakes in the main hydrographical Uruguayan systems allows the maintaining and renovation of new populations already established and the guarantee of colonization in the drain water courses (rivers) still being free of this plague. It is considered that there is where part of the effort of extirpation and/or control must be focus.

- The interaction of *Limnoperna* and others invasive mollusks (like the species of the genus *Corbicula*) and the cyanobacterial of the genus *Microcystis* must be studied in detail because it probably concerns impacts in ecological level and human health.

- The responsible of taking decisions must be conscious about the negative economic impact as the ecological and sanitary impact of the dispersion of this invasive agent.

Introducción

Limnoperna fortunei (DUNKER, 1857) es una especie invasora de bivalvo dulceacuícola que arribó a costas del Río de la Plata en las aguas de lastre de navíos procedentes del sudeste asiático (DARRIGRAN & PASTORINO, 1995:174).

* Investigador Asociado, Museo Nacional de Historia Natural y Antropología, Casilla de Correo 399. 11000 Montevideo, Uruguay. E-mail: pplangone@yahoo.com.ar

Diversas características morfo-funcionales de esta especie la hacen un “exitoso” invasor (MORTON, 1996:5)

Su asentamiento ha tenido un alto impacto en el ambiente tanto natural como humano. En el ambiente natural se ha constatado que afecta la taxocenosis de moluscos autóctonos (DARRIGRAN, 2002:149-150; MANSUR et al., 2003:80; SCARABINO, 2004:268), favorece el asentamiento de macroinvertebrados comúnmente no presentes en el ambiente (DARRIGRAN et al., 1998:225; DARRIGRAN, 2002:149-150; BRUGNOLI et al., 2005:241) y probablemente afecta las comunidades de poríferos (EZCURRA DE DRAGO, 2004:195). SYLVESTER et al. (2005:77) indican que donde esta especie se encuentra en grandes densidades, el alto grado de filtración generado puede producir cambios ecológicos importantes.

Las principales interferencias a nivel humano hasta ahora detectadas son: “macrofouling” en tomas y tuberías de aguas para potabilización, uso industrial o centrales energéticas (Inter Alia DARRIGRAN, 1995:149), interferencias para la navegación y pesca comercial y deportiva (OLIVEIRA et al., 2006:103) y probablemente acuicultura, irrigación, y turismo. Esto produce en algunos casos elevados perjuicios económicos. Sólo en Uruguay se estima que en los últimos tres años se han destinado unos US\$ 70.000 a este problema (BRUGNOLI et al. in MUNIZ et al., 2005:1016).

Los problemas mencionados son similares a los causados por el Mejillón Cebra, *Dreissena polymorpha* Pallas, 1771, en el Hemisferio Norte (DARRIGRAN & EZCURRA DE DRAGO, 2000:71).

En el presente trabajo se actualiza y discute su distribución en Uruguay, modos y vectores de dispersión y se indica su interacción con cianobacterias potencialmente tóxicas.

Materiales y métodos

El programa de libre acceso Google Earth (Versión 3.0.0395 Beta) fue utilizado para medir las distancias y ubicar las coordenadas geográficas de las localidades citadas en el texto.

El material citado en el trabajo se encuentra depositado en la colección Malacológica del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología de Montevideo (MUNHINA, ex MNHN).

Desarrollo

Distribución de *L. fortunei* en América del Sur

Detectado por primera vez en la costa argentina del Río de la Plata (Balneario Bagliardi) en setiembre de 1991 (PASTORINO et al., 1993:34), el Mejillón Dorado rápidamente se expandió en este estuario y alcanzó los principales ríos de la cuenca como el Paraná y el Uruguay.

Hasta el momento se han citado poblaciones establecidas en gran parte de la cuenca del Río Paraná, desde su desembocadura en la Provincia de Buenos Aires, Argentina; hasta Três Fronteiras (20° 04' 11,4" S 50° 59' 57,0" W) en el Estado de São Paulo, Brasil (AVELAR et al., 2005:740) en un recorrido de más de 2100 Km. e incluyendo los importantes embalses hidroeléctricos de Yaciretá, Itaipú (DARRIGRAN, 1995:149), Porto Primavera, Jupia, Ilha Solteira y Barra Bonita (Río Tietê) (Oliveira & Pereira, 2004:1).

De 1998 a 2004 *L. fortunei* fue registrada en aproximadamente 1.029 Km. de los 1.718 Km. de extensión del Río Paraguay en Brasil, llegando en el Pantanal a Bela Vista do Norte (17° 38' 29" S 57° 41' 28" W) en el Estado de Mato Grosso do Sul. Ya fue observado también en el canal do Tamengo, el cual conecta la Bahía de Cáceres en Bolivia con el Río Paraguay próximo a la ciudad de Corumbá (OLIVEIRA, et al, 2004:13, figs. 1-2; OLIVEIRA, et al, 2006:99).

En forma paralela y debido a la descarga de agua de lastre de las embarcaciones procedentes de la cuenca del Plata, en el año 1999 fue encontrado en Viamão, Laguna de los Patos, en el estado brasileño de Rio Grande do Sul (DARRIGRAN & EZCURRA DE DRAGO, 2000:71). En los siguientes años colonizó gran parte de dicha laguna desde el Río Guaíba, próximo a Porto Alegre (MANSUR et al., 2003:78); hacia el sur hasta la desembocadura del Río Pelotas en el canal São Gonçalo (CAPÍTOLI & BEMVENUTI, En Prensa) que une la laguna antes citada con la Laguna Merín.

En el año 2001 fueron encontradas poblaciones estables en dos pequeños reservorios de agua próximos a la ciudad de Curitiba, Brasil (Guaricana y Piraquara) (TAKEDA et al., 2003:253), alejados del área de dispersión.

L. fortunei representa actualmente una plaga de importancia también en Corea, Hong Kong, Japón y Taiwan (MAGARA et al., 2001:113) y se ha dado como probable su invasión a América Central y del Norte (RICCIARDI, 1998:100).

Distribución actual de *L. fortunei* en Uruguay

Hasta el momento el mejillón dorado ha sido citado para las siguientes localidades:

Río de la Plata: Artilleros, Colonia del Sacramento, Barrancas de San Pedro, (Departamento de Colonia), Arazatí y Playa Pascual (Departamento de San José) (SCARABINO & VERDE, 1995:374) Punta Espinillo (Departamento de Montevideo) (BRUGNOLI et al., 2005:238).

Río Negro: Embalse de Palmar (Departamento de Soriano), Embalse de Baygorria y Río Yí (Departamento de Durazno) (CLEMENTE & BRUGNOLI, 2002:29; BRUGNOLI et al., 2005:238).

Río Santa Lucía: Río Colorado (límite departamental Montevideo-Canelones) (SCARABINO & MASELLO, 1996), Paso Belastiquí, Aguas Corrientes (Departamento de Canelones), Rincón de Vignoli (in error, véase explicación más adelante), Paso Severino (Departamento de Florida) (BRUGNOLI et al., 2005:238)

Río Uruguay: Las Cañas, Paysandú (Departamento de Paysandú), Embalse de Salto Grande (Departamento de Salto) (BRUGNOLI et al., 2005:239).

Durante los meses de enero y febrero de 2001 fue llevado a cabo un relevamiento de todas las usinas de potabilización del país por integrantes del Programa ECOFU (Programa de Evaluación y Control de Fuentes y Zona de Recarga de Acuíferos) dependiente de la Gerencia General de la Administración de las Obras Sanitarias del Estado (O.S.E.) (GRAVIER et al., 2001:1).

Extraídas de dicho informe técnico se agregan aquí formalmente las siguientes localidades:

Río Uruguay: Colonia La Concordia, Carmelo, Nueva Palmira (Departamento de Colonia), Fray Bentos y Nuevo Berlín (Departamento de Río Negro)

Río Negro: Mercedes (Departamento de Soriano).

Río San Salvador: Dolores (Departamento de Soriano).

Río San José: San José de Mayo (Departamento de San José).

Río Santa Lucía: Santa Lucía (Departamento de Canelones).

Por otra parte se incluyen aquí los primeros datos concretos sobre la presencia de *L. fortunei* en la cuenca de la Laguna Merín, basados en muestras enviadas por CARLOS PRIGIONI (Intendencia Municipal de Treinta y Tres) y comunicación personal de MIGUEL GEROZA (O.S.E., Cerro Largo). Los datos corresponden a muestras tomadas en Balneario Mirim (Laguna Merin) (MNHN 15448) y en la planta potabilizadora de Río Branco (Río Yaguarón).

Observaciones en la Cuenca del Río Santa Lucía

Relevamientos realizados durante enero de 2004 y en diciembre de 2005 en el Río Santa Lucía a la altura del pueblo 25 de agosto (aproximadamente 2,9 Km. por río aguas arriba de la ciudad de Santa Lucía y 19 Km. aguas abajo de Paso de las Toscas; las localidades más próximas en las que se encuentra *L. fortunei*) dieron resultados negativos tanto en las orillas del río como en la vegetación y los pilares del puente de la vía férrea. Los mismos resultados fueron obtenidos en el Río Santa Lucía Grande a la altura de Paso de Pache y en el puente sobre la Ruta 5 y en el embalse de Canelón Grande sobre la misma ruta.

En el embalse de Paso Severino fue constatada su presencia por primera vez en 2002 (BRUGNOLI et al., 2005:238). Sin embargo esta especie no había sido registrada en el período 1998-2001 en previos muestreos de evaluación de la calidad del agua en los que participó el autor.

En diciembre de 2002 funcionarios de O.S.E. enviaron al autor una muestra de mejillones tomada de diferentes puntos de la reja de entrada a la galería de válvulas dispersoras de la represa, la cual se encuentra a 16 metros de profundidad. Los individuos más pequeños medían 4,5 mm; los cuatro ejemplares mayores entre 19,9 y 21,3 mm (media de 20,7 mm) lo que según las tablas de crecimiento para la especie indicarían la edad de un año. Esto confirma que la invasión de dicha especie al embalse comenzó en el año 2001 y fue indetectable en los muestreos rutinarios que se realizaron.

El embalse de Paso Severino fue relevado nuevamente en 2004 y 2005 en dos puntos: Represa y la margen izquierda a nivel del Paso de Severino. El nombre de esta última localidad es con el que aparece en la Carta del Servicio Geográfico Militar ("Cardal", Hoja K-26) y se encuentra a nivel de la antigua ruta que unía el poblado de Mendoza con el de 25 de agosto. El alto grado de ocupación del sustrato en ambos puntos hace suponer una invasión exitosa por parte del molusco.

La localidad “Rincón de Vignoli” citada por BRUGNOLI et al. (2005:238) está referida en catálogo como “Rincón de Vignoli, Río Santa Lucía Chico, Departamento de Florida”. Sin embargo según carta del Servicio Geográfico Militar (Referencia: “Cardal”, Hoja K-26), la localidad “Rincón de Vignoli” no se encuentra sobre el Río Santa Lucía Chico sino a 14,4 Km. al este. La otra referencia del material es que fue colectado por el Sr. Mailhos, dueño de una estancia próxima a Rincón de Vignoli y cuyos límites hacia el oeste alcanzan el Río Santa Lucía Chico, próximo al Paso de las Toscas. Por esta razón enmiendo el nombre de la localidad “Rincón de Vignoli” a: Río Santa Lucía Chico Próximo a Paso de las Toscas, Estancia Mailhos, Departamento de Florida.

Como dato curioso se cita un ejemplar (MNHN 15447) colectado en Aguas Corrientes en noviembre de 2005 cuya valva mide 49,2 mm de longitud. Este sería hasta el momento el record de tamaño para la especie ya que DARRIGRAN (2002:147) indica como longitud máxima entre 40 y 45 mm.

Dispersión de *L. fortunei* en Uruguay y sus vectores

A efectos de los vectores actuantes, se debe distinguir entre la dispersión del molusco invasor dentro de un mismo sistema lótico (Río Paraná, Río Uruguay, etc) y el establecimiento en sistemas lénticos aislados como es el caso de los embalses.

En el primero de los casos, el principal vector son las grandes embarcaciones que llevan individuos adheridos al casco (MANSUR et al., 2003:81, fig. 11; OLIVEIRA, et al, 2006:102) y larvas en el agua de lastre (OLIVEIRA, et al, 2004:1; OLIVEIRA, et al, 2006:102). Con frecuencia se menciona que el mejillón dorado invade a razón de 240 Km. por año en el Río Paraná (*Inter alia* DARRIGRAN & PASTORINO, 2003:8; ORENSANZ et al., 2003:130; MAROÑAS et al., 2003:43). Dicha “velocidad” de invasión esta directamente relacionada al intenso tráfico de embarcaciones que tiene dicha vía hidrográfica, de hecho la dispersión de *Limnoperna* en el Río Uruguay es mas lenta Mientras que en el año 2000 fue registrada por primera vez en el Río Uruguay, para esa misma fecha ya había alcanzado el Pantanal de Mato Grosso (DARRIGRAN, 2004:207; OLIVEIRA, et al, 2006:99). Según comunicación personal de VALENTÍN LEITES fue hallado por primera vez en la represa de Salto Grande el 24 de setiembre de 2001.

En el segundo caso existen evidencias que la forma mas común involucra a pequeñas embarcaciones utilizadas para turismo y turismo de

pesca, al cual se asocia también un tráfico terrestre, constituido por los remolques de dichas embarcaciones (OLIVEIRA, et al, 2004:1). Las larvas de *L. fortunei* sobreviven en el agua utilizada para transportar cebo vivo y los adultos pueden adherirse en las artes de pesca y casco de la embarcación (OLIVEIRA, et al, 2004:1), pudiendo sobrevivir entre 7 y 11 días fuera del agua, dependiendo del estado de desarrollo y condiciones ambientales (IWASAKI, 1997:23; DARRIGRAN et al., 2004:461; MONTALTO & EZCURRA DE DRAGO, 2003:161).

Para el Mejillón Cebra se indica que según el tipo de embarcación y la actividad de esta, será su incidencia en la dispersión del molusco y que las larvas pueden ser más fácilmente transportadas que los adultos (JOHNSON et al., 2001:1797). Por consiguiente, sabiendo los modelos de actividad de los dueños de embarcaciones se puede predecir explícitamente el patrón de dispersión geográfica a escala regional, estudios que hasta el momento no se ha realizado para el Mejillón Dorado.

Si bien no está demostrado para el caso de *L. fortunei*, puede extrapolarse de lo conocido para *Dreissena* que aunque las aves acuáticas son capaces de transportarlos, la proporción de transporte es menor que la relacionada con el traslado de embarcaciones (JOHNSON & PADILLA, 1996:23; JOHNSON & CARLTON, 1996:1688).

La presencia de *L. fortunei* en el embalse de Paso Severino puede ser explicado a través de pequeñas embarcaciones recreativas que fueron trasladadas a sus aguas, procedentes de otras áreas ya infestadas, fundamentalmente desde el Río Santa Lucía. Según observaciones personales probablemente el punto de introducción fue a nivel de la antigua ruta que unía los poblados de Mendoza y 25 de agosto, sobre todo en la margen izquierda, donde periódicamente llegan turistas locales. Este mismo mecanismo puede explicar la invasión contracorriente en la mayor parte de la extensión del Río Santa Lucía donde este es navegable y la aparición en localidades apartadas del área de dispersión en el este del Estado de Paraná (TAKEDA et al., 2003:252).

El material proveniente de las proximidades de Paso de las Toscas, Río Santa Lucía Chico, fue colectado en el año 2002. Esta localidad no es de fácil acceso para el turismo de embarcaciones, encontrándose aproximadamente a 8,2 Km. aguas abajo del embalse de Paso Severino. Como se señaló anteriormente probablemente la invasión a este último ocurrió a mediados de 2001. La existencia de *L. fortunei* en el Río Santa Lucía Chico aguas abajo de Paso Severino (Paso de las Toscas) puede ser explicado por actuar el embalse como fuente de suministro de larvas. Este mecanismo de dispersión que se considera natural, está también demostrado para *D. polymorpha* (STOECKEL et al., 2004:920).

BRUGNOLI et al. (2005:242) y CAPÍTOLI & BEMVENUTI (En prensa) plantean la posibilidad de que *L. fortunei* invada la cuenca de la Laguna Merín desde la Laguna de los Patos. En base a los datos aquí presentados queda demostrado que ya se ha iniciado la ocupación de la cuenca de este cuerpo de agua, probablemente debido a embarcaciones trasladadas desde la Laguna de los Patos.

Interacciones con cianobacterias potencialmente tóxicas

Las cianobacterias, también llamadas algas verde-azules o cianofíceas, producen un grupo diverso de toxinas naturales (cianotoxinas) (SIVONEN & JONES, 1999:41) cuya presencia en el agua pueden afectar directa o indirectamente al ser humano (KUIPER-GOODMAN et al., 1999:113). Existe evidencia adicional que sugiere la existencia de varios efectos toxicológicos asociados a las cianobacterias sobre los organismos acuáticos (MONTSERRAT et al., 2003:89).

Diversas especies de moluscos pueden acumular las toxinas generadas por las cianobacterias sin efectos tóxicos agudos (bioacumulación) (*inter alia* WILLIAMS et al., 1997:1617; VASCONCELOS, 1995:227; VASCONCELOS, 1999:250; YOKOYAMA & PARK, 2002:431; AMORIM & VASCONCELOS, 2003:1049; YOKOYAMA & PARK, 2003:65). Una comparación de los contenidos de una cianotoxina (Microcistina) encontrados en bivalvos es resumida por CHEN & XIE (2005:582).

VON RÜCKERT et al. (2004:421) demostraron específicamente que *L. fortunei* probablemente pueda bioacumular cianotoxinas ya que es capaz de alimentarse de especies potencialmente tóxicas (*Microcystis viridis* (A. BRAUN) LEMMERMANN in RABENHORST 1903 y *Pseudanabaena* sp. LAUTERBORN, 1914-1917).

Estos resultados indican que la bioacumulación de cianotoxinas por *L. fortunei* se puede tornar en un serio problema visto las grandes densidades que este organismo alcanza y su posible transferencia a la cadena trófica (incluidos los seres humanos) por los peces que utilizan al molusco como alimento. Una lista de estos peces fue resumida por GARCÍA & PROTOGINO (2005:35). Aquí se agrega como pez depredador de *L. fortunei* a *Chrenicichla* sp. (“Cabeza amarga”) en base al contenido intestinal (MNHN 15446) de un ejemplar colectado el 19 de febrero de 2005 en Paso Severino por J. EGUREN y G. DE SOUZA y donado por O. CASTRO. Hasta el momento la tortuga *Trachemys dorbigni* (DUMERIL & BIBRON, 1835) es la única otra especie de vertebrado que incluye a *L. fortunei* como item principal en su dieta (ELY et al., 2005:61)

Por otro lado se ha instalado una polémica relación entre la abundancia de moluscos filtradores como el Mejillón Cebra (*Dreissena polymorpha*) y las floraciones de *Microcystis*.

Imágenes de video demostraron que en los Grandes Lagos norteamericanos, el Mejillón Cebra actúa como agente selectivo en la abundancia de *Microcystis*. Este molusco mientras digiere otras algas, expelle células vivas de *Microcystis* como pseudoheces, actuando como sembrador de dicha alga y favoreciendo su presencia por eliminación de competencia. Al mismo tiempo que este selectivo proceso de alimentación está ocurriendo, los mejillones están excretando los derivados de la digestión y procesos metabólicos (fosfato y amoníaco). Estos compuestos son los nutrientes principales para el crecimiento de las colonias de *Microcystis*. Algunos autores concluyen que este mecanismo explica porque esta fue el alga dominante durante todo el verano de 1997 en la Bahía de Saginaw en el Lago Hurón (VANDERPLOEG et al., 2001:1217; VANDERPLOEG, 2002:1211). Otros estudios más recientes (PIRES et al., 2003:198) indican que *Microcystis* tiene un efecto más negativo en la supervivencia de las larvas que en la de los adultos de *D. polymorpha*.

RAIKOW et al. (2004:486) apoyan la hipótesis que en los Grandes Lagos norteamericanos, *D. polymorpha* promueve el predominio de *Microcystis* en las comunidades fitoplanctónicas en aguas con bajo fósforo total (<25 mg/L). De esto se infieren consecuencias negativas del molusco invasor en la calidad del agua en lagos con bajo a moderado nivel de nutrientes.

Si bien esta estrecha relación molusco-*Microcystis* no ha sido estudiada aún en el Mejillón dorado, ni en otras especies nativas o invasoras, debería ser tenida especialmente en cuenta en próximas investigaciones. En el presente *L. fortunei* y otras especies de moluscos invasoras, como las del género *Corbicula*, habitan en Uruguay en los principales ríos de sus cuencas hidrográficas y los embalses de: Baygorria, Palmar, Paso Severino y Salto Grande.

Según comunicación personal de RICARDO KRAMER hasta el momento no ha sido detectada la presencia de *L. fortunei* en los intercambiadores de calor en la Represa Gabriel Terra en el embalse de Rincón del Bonete. Observaciones personales indican que en todas estas áreas se han desarrollado en los últimos 20 años floraciones de *Microcystis aeruginosa* KÜTZING, 1833, algunas de ellas de carácter tóxico (DE LEÓN & YUNES, 2001:110; DE LEÓN, com. pers.).

Conclusiones

- Se demuestra por primera vez el comienzo de la invasión de *L. fortunei* a la cuenca de la Laguna Merin.
- El patrón de distribución en la mayor parte de la Cuenca del Río Santa Lucía puede explicarse por un mecanismo de dispersión que involucra a pequeñas embarcaciones. Probablemente este sea el principal factor de dispersión en otros embalses y lagos, por tanto debe ser controlado.
- La presencia de *L. fortunei* en embalses y lagos en los principales sistemas hidrográficos del Uruguay permite el mantenimiento y renovación de las poblaciones ya establecidas y la garantía de colonización en los cursos de agua de drenaje (ríos) aún libres de esta plaga. Se considera que es allí donde se debe concentrar parte del esfuerzo de extirpación y/o control.
- La interacción de *Limnoperna* y otros moluscos invasores (como los del género *Corbicula*) con las cianobacterias del género *Microcystis*, debe ser estudiada en detalle ya que probablemente implique impactos a nivel ecológico y de la salud humana.
- Los tomadores de decisiones deben ser concientizados sobre el impacto negativo tanto económico como ecológico y sanitario de la dispersión de este agente invasor.

Agradecimientos: A FABRIZIO SCARABINO por sugerencias, bibliografía y revisión del manuscrito. CARLOS M. PRIGIONI proporcionó la importante muestra del Balneario Mirim. MIGUEL GEROZA de OSE confirmó la presencia de *L. fortunei* en la localidad de Río Branco. VALENTÍN LEITES proveyó datos sobre la presencia del molusco en Salto Grande. RICARDO KRAMER de UTE por sus datos sobre los embalses del Río Negro RENZO J. LANGONE trasladó el resumen al inglés. A O. CASTRO por la donación de material.

Bibliografía

- AMORIM, A. & V. VASCONCELOS. 2003. Dynamics of microcystins in the mussel *Mytilus galloprovincialis*.- *Toxicon*, 37(7):1041-1052, 1 fig. Oxford.
- BRUGNOLI, E., J. CLEMENTE, L. BOCCARDI, A. BORTHAGARAY & F. SCARABINO. 2005. Golden Mussel *Limnoperna fortunei* (Bivalvia:Mytilidae) distribution in the main hydrographical basin of Uruguay: update and predictions.- *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 77 (2):235-244, figs. 1-3. Rio de Janeiro.

- CAPÍTOLI, R. R. & C. E. BEMVENUTI. En prensa. Distribuição do Mexilhão Dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) na área estuarina da Lagoa dos Patos e Canal São Gonçalo, **in** Anais do VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 7 al 11 de setiembre de 2004, São José dos Campos (SP). ACIESP, São Paulo.
- CLEMENTE, J. M. & E. BRUGNOLI. 2002. First record of *Limnoperna fortunei* (DUNKER, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in continental waters of Uruguay (Río Negro and Río Yí).-Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay, (2ª época) 13:29-33. Montevideo.
- CHEN, J. & P. XIE. 2005. Seasonal dynamics of the hepatotoxic microcystins in various organs of four freshwater bivalves from the large eutrophic Lake Taihu of subtropical China and the risk to human consumption.- Environmental Toxicology, 20(6):573-584, figs. 1-5.
- DARRIGRAN, G. 2002. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments.- Biological Invasions, 4(1-2):145–156, figs. 1-7.
- DARRIGRAN, G. 2004. Moluscos invasores, en especial *Corbicula fluminea* (Almeja asiática) y *Limnoperna fortunei* (Mejillón dorado), de la región Litoral **in** F. G. ACEÑOLAZA (Coordinador) Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino.- INSUGEO, Miscelánea, 12:2055-210, figs. 1-3. Tucumán.
- DARRIGRAN, G. & I. EZCURRA DE DRAGO. 2000. Invasion of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in America.- Nautilus, 2:69-74, figs. 1-2.
- DARRIGRAN, G., S. M. MARTÍN, B. GULLO & L. ARMENDÁRIZ. 1998. Macroinvertebrates associated with *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in Río de la Plata, Argentina.- Hydrobiologia, 367(1-3):223-230, figs. 1-3. Dordrecht.
- DARRIGRAN, G. A., M. E. MARONAS & D. C. COLAUTTI. 2004. Air exposure as a control mechanism for the golden mussel, *Limnoperna fortunei*, (Bivalvia: Mytilidae).- Journal of Freshwater Ecology, 19(3):461-464.

- DARRIGRAN, G. & G. PASTORINO. 1995. The recent introduction of a freshwater Asiatic bivalve, *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America.- *The Veliger*, 38:171-175.
- DE LEON, L. & J. S. YUNES (2001). First report of a Microcystin-Containing bloom of the Cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in the La Plata River, South America.- *Environmental Toxicology*, 16(1):110-112, 1 fig.
- ELY, I., C. BUJES & L. VERRASTRO. 2005. Análisis de la dieta de *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae), Isla La Pintada, RS, Brasil.- *Publicación Especial de la Sociedad Zoológica del Uruguay. Actas de las VIII Jornadas de Zoología del Uruguay*: 61. Montevideo.
- EZCURRA DE DRAGO, I. 2004. Biodiversidad de Porifera en el Litoral Argentino. Grado de competencia con el bivalvo invasor *Limnoperna fortunei* (DUNKER, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in F. G. ACEÑOLAZA (Coordinador) *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino.- INSUGEO, Miscelánea*, 12:195-204, figs. 1-9. Tucumán.
- GARCÍA, M. L. & L. C. PROTOGINO. 2005. Invasive freshwater molluscs are consumed by native fishes in South America.- *Journal of Applied Ichthyology*, 21(1):34-38, 1 fig.
- GRAVIER, A., G. BONARI & J. LANGONE. 2001. *Limnoperna fortunei* en Usinas potabilizadoras de O.S.E. Págs. 1-78 + anexos, figs. Reporte Técnico no publicado. Administración de las Obras Sanitarias del Estado (O.S.E.), Gerencia General, Programa ECOFU. Montevideo.
- IWASAKI, K. 1997. Climbing behaviour and tolerance to aerial exposure of a freshwater mussel, *Limnoperna fortunei*.- *Venus*, 56(1):15-25, figs. 1-5.
- JONHSON, L. E. & J. T. CARLTON. 1996. Post-establishment spread in large-scale invasions: dispersal mechanisms of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*.- *Ecology*, 77(6):1686-1690, 1 fig.
- JOHNSON, L. E. & D. K. PADILLA. 1996. Geographic spread of exotic species: ecological lessons and opportunities from the invasión of

the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*.- Biological Conservation, 78:23-33, 1 fig.

JOHNSON, L. E., A. RICCIARDI & J. T. CARLTON. 2001. Overland dispersal of aquatic invasive species: a risk assessment of transient recreational boating.- Ecological Applications, 11 (6):1789-1799, figs. 1-3.

KUIPER-GOODMAN, T., I. FALCONER & J. FITZGERALD. 1999. Human health aspects, **in** I. CHORUS. & J. BARTRAM (eds.) Toxic Cyanobacteria in water: a guide to their public health - consequences, monitoring and management, págs. 113-153. World Health Organization, London.

MAGARA, Y., Y. MATSUI, Y. GOTO & A. YUASA. 2001. Invasion of the non-indigenous nuisance mussel, *Limnoperna fortunei*, into water supply facilities in Japan.- Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA, 50(3):113-124, figs. 1-15.

MANSUR, M. C. D., C. P. SANTOS, G. DARRIGRAN, I. HEYDRICH, C. T. CALLIL & F. R. CARDOSO. 2003. Primeiros dados qualitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente Revista Brasileira de Zoología, 20(1):75-84, figs. 1-11. Curitiba.

MONSERRAT, J. M., G. L. L. PINHO, J. S. YUNES. 2003. Toxicological effects of hepatotoxins (microcystins) on aquatic organisms.- Comments on Toxicology, 9:89-101, figs. 1-3.

MONTALTO, L. & I. EZCURRA DE DRAGO. 2004. Tolerance to desiccation of an invasive mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae), under experimental conditions.- Hidrobiología, 498(1-3):161-167, figs. 1-2. Dordrecht.

MORTON, B. S. 1996. The aquatic nuisance species: a global perspective and review **in** F. D'ITRI, F. (ed.) Zebra Mussels and other aquatic species, págs. 1-54. Ann Arbor Press, Ann Arbor, Michigan.

- MUNIZ, P., J. CLEMENTE & E. BRUGNOLI. 2005. Benthic invasive pests in Uruguay: A new problem or an old one recently perceived?.- *Marine Pollution Bulletin*, 50 :993–1018, figs. 1-3.
- OLIVEIRA, M. D., L. A. PELLEGRIN, R. R. BARRETO, C. L. SANTOS, I. G. XAVIER. 2004. Área de ocorrência do Mexilhão Dourado na Bacia do Alto Paraguai, entre os anos de 1998 e 2004. Embrapa Pantanal. Documentos, (64):1-19, figs. 1-2. Corumbá.
- OLIVEIRA, M. D., A. M. TAKEDA, L. F. BARROS, D. S. BARBOSA & E. K. RESENDE. 2006. Invasion by *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) of the Pantanal wetland, Brazil.- *Biological Invasions*, 8(1):97–104, figs. 1-2.
- PADILLA, D. K., M. A. CHOTKOWSKI & L. A. J. BUCHAN. 1996. Predicting the spread of Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*) to inland waters using boater movement patterns.- *Global Ecology and Biogeography Letters*, 5(6):353-359, figs. 1-2.
- PASTORINO, G., DARRIGRAN, G., S. M. MARTÍN & L. LUNASCHI. 1993. *Limnoperna fortunei* (DUNKER, 1857) (Mytilidae), un nuevo bivalvo invasor de las aguas del Río de La Plata. *Neotropica*, 39(101-102):34. La Plata.
- PIRES, L. M. D., R. KUSSEROW & E. VAN DONK. 2003. Influence of toxic and non-toxic phytoplankton on feeding and survival of *Dreissena polymorpha* (Pallas) larvae in VAN DONK, E., M. BOERSMA & P. SPAAK (Eds), *Recent Developments in Fundamental and Applied Plankton Research*.- *Hydrobiologia*, 491(1-3):193–200, Dordrecht.
- RAIKOW, D. F. O. SARNELLE, A. E. WILSON & S. K. HAMILTON. 2004. Dominance of the noxious cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in low-nutrient lakes is associated with exotic zebra mussels.- *Limnology and Oceanography*, 49(2):2004, 482–487, figs. 1-3.
- RICCIARDI, A. 1998. Global range expansion of the Asian Mussel *Limnoperna fortunei* (Mytilidae): another fouling threat to freshwater systems.- *Biofouling*, 13(2):97-106, figs. 1. Singapore.

- SCARABINO, F. 2004. Conservación de la malacofauna uruguaya. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica Uruguaya, 8(82-83):267-273. Montevideo.
- SCARABINO, F. & M. VERDE. 1995. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) en la costa uruguaya del Río de la Plata. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica Uruguaya, 7(66-67):374-375. Montevideo.
- SCARABINO, F. & A. MASELLO. 1996. Dos moluscos interesantes encontrados en un sector de la costa oeste de Montevideo: *Parodizia uruguayensis* (Gastropoda) y *Limnoperna fortunei* (Bivalvia). Conferencia Internacional EcoPlata'96. Disponible on-line en: http://web.idrc.ca/en/ev-25464-201-1-DO_TOPIC.html. (Accedido el 8 de octubre de 2005).
- SIVONEN, K. & G. JONES. 1999. Cyanobacterial toxins, **in** I. CHORUS. & J. BARTRAM (eds.) Toxic Cyanobacteria in water: a guide to their public health - consequences, monitoring and management, págs. 41-111, figs. 3.1-3.5. World Health Organization, London.
- STOECKEL, J. A., C. R. REHMANN, D. W. SCHNEIDER & D. K. PADILLA. 2004. Retention and supply of Zebra Mussel larvae in a large river system: importance of an upstream lake.- *Freshwater Biology*, 49(7):919-930, figs. 1-6.
- SYLVESTER, F., J. DORADO, D. BOLTOVSKOY, A. JUÁREZ & D. CATALDO. 2005. Filtration rates of the invasive pest bivalve *Limnoperna fortunei* as a function of size and temperature.- *Hydrobiologia*, 534(1-3):71-80, figs. 1-4. Dordrecht.
- TAKEDA, A. M., M. C. D. MANSUR, D. S. FUJITA & J. P. R. BIBIAN. 2003. Ocorrência da espécie invasora de mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (DUNKER, 1857), em dois pequenos reservatórios próximos a Curitiba, PR.- *Acta Biologica Leopoldensia*, 25(2):251-254, 1 fig. São Leopoldo.
- VANDERPLOEG, H. A., J. R. LEIBIG, W. W. CARMICHAEL, A. A. AGY, T. H. JOHENGREN, G. L. FAHNENSTIEL & T. F. NALEPA. 2001. Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) selective filtration promoted toxic *Microcystis* blooms in Saginaw Bay (Lake Huron) and Lake Erie.-

Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58(6):1208–1221, figs. 1-4. Ottawa.

VANDERPLOEG, H. A., T. F. NALEPA, D. J. JUDE, E. L. MILLS, K. T. HOLECK, J. R. LIEBIG, I. A. GRIGOROVICH & H. OJAVEER. 2002. Dispersal and emerging ecological impacts of Ponto-Caspian species in the Laurentian Great Lakes.- Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 59(7):1209–1228, figs. 1-8. Ottawa.

VASCONCELOS, V. M. 1995. Uptake and depuration of the heptapeptide toxin microcystin-LR in *Mytilus galloprovincialis*.- Aquatic Toxicology, 32(2-3):227–237, figs. 1-5.

VASCONCELOS, V. M. 1999. Cyanobacterial toxins in Portugal: effects on aquatic animals and risk for human health.- Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 32(3):249-254. Salvador.

VON RÜCKERT, G., M. C. S. CAMPOS & M. E. ROLLA. 2004. Alimentação de *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857): taxas de filtração com ênfase ao uso de Cyanobacteria.- Acta Scientiarum. Biological Sciences, 26(4):421-429, figs. 1-3. Maringá.

WILLIAMS, D.E., S. C. DAWE, M. L. KENT, R. J. ANDERSEN, M. CRAIG & C. F. B. HOLMES. 1997. Bioaccumulation and clearance of microcystins from salt water mussels, *Mytilus edulis*, and in vivo evidence for covalently bound microcystins in mussel tissues.- Toxicon, 35(11):1617–1625. Oxford.

YOKOYAMA, A. & H. -D. PARK. 2002. Mechanism and prediction for contamination of freshwater bivalves (Unionidae) with the Cyanobacterial toxin Microcystin in hypereutrophic Lake Suwa, Japan.- Environmental Toxicology, 17(5):424–433, figs. 1-5.

YOKOYAMA, A. & H. -D. PARK. 2003. Depuration kinetics and persistence of the cyanobacterial toxin microcystin-LR in the freshwater bivalve *Unio douglasiae*.- Environmental Toxicology, 18(1):61-67, figs. 1-2.

Apéndice - Coordenadas de las localidades uruguayas mencionadas en el texto.

Embalse de Canelón Grande - 34° 49' 53" S 56° 25' 15" W

Embalse de Rincón del Bonete. Represa Gabriel Terra. - 32° 49' 53" S 56° 25' 15" W

Embalse de Paso Severino, Paso de Severino (a nivel de la antigua ruta que unía Mendoza con 25 de agosto, margen izquierda) - 34° 13' 17" S 56° 16' 55" W

Laguna Merín, Balneario Mirim - 32° 44' 51" S 53° 15' 29" W

Rincón de Vignoli - 34° 18' 22" S 56° 16' 59" W

Río Negro, Mercedes - 33° 13' 54" S 58° 00' 19" W

Represa de Paso Severino sobre ruta 76 - 34° 15' 59" S 56° 18' 20" W

Río de la Plata, Arazatí - 34° 33' 43" S 56° 59' 56" W

Río de la Plata, Colonia - 34° 28' 27" S 57° 51' 08" W

Río de la Plata, Juan Lacaze - 34° 26' 20" S 57° 25' 43" W

Río Santa Lucía, 25 de Agosto - 34° 19' 05" S 56° 42' 35" W

Río Santa Lucía, Aguas Corrientes - 34° 30' 54" S 56° 23' 45" W

Río Santa Lucía, Santa Lucía - 34° 26' 48" S 56° 23' 59" W

Río Santa Lucía Chico, aguas abajo de la Represa de Paso Severino - 34° 16' 03" S 56° 18' 26" W

Río Santa Lucía Chico, Paso de las Toscas - 34° 19' 38" S 56° 20' 40" W

Río Santa Lucía Grande, Paso de Pache - 34° 26' 48" S 56° 23' 59" W

Río Santa Lucía Grande. Puente sobre ruta 5- 34° 22' 18" S 56° 16' 24" W

Río San José, San José de Mayo - 34° 19' 05" S 56° 42' 35" W

Río San Salvador, Dolores - 33° 31' 05" S 58° 13' 34" W

Río Uruguay, Carmelo - 33° 59' 37" S 58° 18' 33" W

Río Uruguay, Fray Bentos - 33° 06' 37" S 58° 17' 27" W

Río Uruguay, La Concordia - 33° 34' 57" S 58° 25' 19" W

Río Uruguay, Nueva Palmira - 33° 51' 52" S 58° 24' 53" W

Río Uruguay, Nuevo Berlín - 32° 58' 45" S 58° 03' 48" W

Río Yaguarón, Río Branco - 32° 35' 16" S 53° 23' 14" W

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL Y ANTROPOLOGÍA
CASILLA DE CORREO 399
11.000 MONTEVIDEO, URUGUAY
FAX: (005982) 917-0213
E-MAIL: MNHN@INTERNET.COM.UY
HTTP://WWW.MEC.GUB.UY/NATURA/
