

PRESENCIA DEL MOLUSCO INVASOR *LIMNOPERNA FORTUNEI*
(DUNKER, 1857) (BIVALVIA; MYTILIDAE) EN EL BAJO PARANA

PRESENCE OF THE INVASIVE MOLLUSK LIMNOPERNA FORTUNEI
(DUNKER, 1857) (BIVALVIA; MYTILIDAE) IN THE LOWER PARANA RIVER

Carlos Villar*, Liliana Mercado**, Alberto Rodrigues Capítulo*** & Carlos Bonetto***

RESUMEN

Limnoperna fortunei fue detectada por primera vez en América, en el Río de la Plata, en 1991. En el presente trabajo se evaluó la presencia de *L. fortunei* en los últimos 500 km de su principal afluente, el río Paraná, desde la ciudad de Paraná hasta la desembocadura. El tamaño de los ejemplares y la frecuencia de tallas en Arroyo Seco, 300 km aguas arriba de la desembocadura, sugieren que *L. fortunei* se hallaría en el área desde hace al menos dos años. Se comparó la condición de los bivalvos en los diferentes sitios de muestreo y en la salida del circuito de refrigeración de la Central Nuclear Atucha I, en Lima. El deterioro observado en la condición y el menor tamaño y peso de los moluscos en el canal de descarga de la Central, se debería al impacto térmico producido por el efluente. El deterioro en la condición de los moluscos muestreados en Otamendi, sobre el Paraná de las Palmas, comparados con los muestreados en Brazo Largo, sobre el Paraná Guazú, podría deberse al mayor grado de contaminación que sufre el primero, donde se localizan asentamientos industriales importantes (Zárate, Campana), pocos km aguas arriba del sitio de muestreo.

PALABRAS CLAVES: Mytilidae, *Limnoperna fortunei*, efectos antrópicos, río Paraná, Argentina.

ABSTRACT

Limnoperna fortunei was first reported in America in the Río de la Plata in 1991. The presence of *Limnoperna fortunei* in the last 500 km stretch of its main affluent, the Paraná river, from the city of Paraná up to its confluence is here assessed. Shell length and size class distribution in Arroyo Seco, 300 km upstream the mouth, suggested that *L. fortunei* may have been in the area since at least two years. Body condition was compared between sites and at the effluent of the refrigeration system of the Nuclear Power Plant Atucha I, in Lima. The meager condition, the low weight and short length at this site may be due to the thermal impact of the effluent. The meager body condition of the mollusks sampled at Otamendi, at the Paraná de las Palmas river, compared with the ones sampled at Brazo Largo, on the Paraná Guazú river, may be due to the major pollutant load affecting the former, with important industrial settlements (Zárate, Campana) a few km upstream of the sampling site.

KEYWORDS: Mytilidae, *Limnoperna fortunei*, anthropic effects, Paraná river, Argentina.

INTRODUCCION

Limnoperna fortunei (Dunker, 1857) (Bivalvia; Mytilidae) es una especie dulceacuícola, oriunda de ríos y arroyos de China y del sudeste de Asia (Morton, 1977) (Fig. 1). Su presencia en América

se registró por primera vez en Argentina en septiembre de 1991, sobre el litoral del Río de la Plata (Pastorino *et al.*, 1993). En 1994 *L. fortunei* fue hallada en la costa uruguaya del Río de la Plata, en el departamento de Colonia (Scarabino & Verde, 1994). Darrigrán & Pastorino (1995) actualizaron recientemente la información existente sobre bivalvos invasores en la Argentina, registrando a *L. fortunei* en la costa bonaerense del Río de la Plata. También fue observada su presencia en una franja mayor a 3.000 m de la costa frente a Palermo (Rodríguez Capítulo *et al.*, en prensa).

L. fortunei es la tercera especie invasora que

Instituto de Limnología "Dr. Raul A. Ringuelet". Av. Calchaquí Km 23,5 (1888) Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina.

*Becario de Perfeccionamiento de la CIC; **Becaria de Iniciación del CONICET; ***Miembro de la Carrera del Investigador del CONICET.

ingresa a Sudamérica utilizando al Río de la Plata como vía de acceso (Darrigrán, 1995). Las especies invasoras suelen reunir las siguientes características: temprana maduración sexual, alta capacidad reproductiva y amplia adaptación ambiental y distribución geográfica. Ituarte (1981) cita por primera vez en América del Sur, en el Río de la Plata, la presencia de dos especies de bivalvos del sudeste de Asia, *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) y *Corbicula largillierti* (Philippi, 1811). En la actualidad, y debido a su alto poder adaptativo-reproductivo, las especies de *Corbicula* (Megerle, 1811) se expandieron en Argentina, no sólo en el área rioplatense (Darrigrán, 1992), sino también por el resto de la Cuenca del Plata, llegando a encontrarse en los ríos Carcarañá (Córdoba) (Corigliano & Malpassi, 1993), Paraná y Uruguay (Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes, Misiones y Chaco) y en cuerpos de agua anexos (Darrigrán & Coppola, 1994).

Las poblaciones de *L. fortunei* se han asentado sobre todo sustrato duro que encontraron a su disposición: troncos, raíces expuestas, murallones, suelos de tosca y rocas. Este modo de vida, atípico de las almejas de agua dulce autóctonas, junto con la ausencia de predadores y su alto poder reproductivo-adaptativo, son factores causantes de potenciales problemas de "biofouling", como los provocados por *Dreissena polymorpha* (Pallas) ("mejillón cebra"), otra especie de pelecípodo dulceacuícola morfológica y funcionalmente semejante a *L. fortunei*. En Estados Unidos, Canadá y Europa, *D. polymorpha* obstruye con sus conchillas los sistemas de cañerías de las centrales energéticas, sistemas refrigerantes, sistemas potabilizadores de agua, etc. (Darrigrán, 1995).

Este mismo autor sostuvo que una posible vía de ingreso de los bivalvos a la cuenca del Plata podría relacionarse con actividades comerciales entre la República Argentina y los países de donde son originarias estas tres especies invasoras. Debido a que los intercambios comerciales se realizaron en su mayor parte por barco, el autor plantea la hipótesis de que las larvas de estas especies podrían haber sido transportadas en las aguas dulces que los barcos utilizaron como lastre. Esta presunción fue realizada por Allen (1953) para otras especies estuariales y marinas.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la presencia de *L. fortunei* en el Bajo Paraná, en el área que abarca desde la ciudad de Paraná (En-

tre Ríos) hasta la desembocadura en el Río de la Plata, y observar si las poblaciones de este molusco sufren alguna alteración en su estado de condición entre los diferentes sitios de muestreo y en particular en torno a la descarga del efluente del circuito de refrigeración de la Central Nuclear Atucha I (Buenos Aires).

MATERIALES Y METODOS

SITIOS DE MUESTREO: Los muestreos se llevaron a cabo en el Bajo Paraná a la altura de la ciudad de Paraná, Arroyo Seco (25 km aguas abajo de Rosario), Brazo Largo (sobre el río Paraná Guazú), Lima y Otamendi (sobre el río Paraná de las Palmas), a 480, 270, 50, 70 y 40 km de la desembocadura en el Río de la Plata, respectivamente (Fig. 2).

El muestreo en la localidad de Lima fue realizado en agosto de 1996 en las inmediaciones de la Central Nuclear Atucha I y en el canal de salida del circuito de refrigeración de la Central. Los restantes muestreos se llevaron a cabo en octubre del mismo año en la zona costera del río. El número de ejemplares estudiado fue de 477. Los mismos fueron recolectados mediante la utilización de una espátula. Durante el período de estudio la altura hidrométrica del río Paraná se hallaba inusualmente baja, lo cual facilitó el acceso a zonas costeras normalmente cubiertas por el agua.

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS: A fin de estudiar la calidad del agua para evaluar el posible efecto de ésta sobre las poblaciones de *L. fortunei*, se determinó en cada sitio de muestreo la temperatura del agua, el contenido de oxígeno disuelto (oxímetro YSY 51B), el pH (pHmetro ORION 250A) y la conductividad (conductímetro digital). Se tomaron muestras de agua subsuperficiales para la determinación del contenido de calcio y magnesio (titulación con EDTA) y de la alcalinidad (titulación de Gran) según APHA (1985). Los sólidos suspendidos fueron determinados como la diferencia en peso luego de filtración a través de filtros Whatman GF/C previamente tarados.

ESTADO DE CONDICION: Se midió el largo y el ancho (mm) de los ejemplares mediante un calibre (± 0.1 mm) y se registró su peso total húmedo con una balanza Mettler H80 ($\pm 10^{-4}$ g).

Se calculó una regresión del ln del peso total húmedo (mg) en función del ln del largo de los ejemplares (mm) para cada sitio de muestreo (Sokal & Rohlf, 1979). Las regresiones fueron comparadas mediante un análisis de covarianza (Statística, 1993). Las líneas de regresión que no difirieron significativamente entre sí fueron combinadas para calcular una ecuación de regresión común. Los ejemplares colectados en el canal de descarga del circuito de refrigeración de la Central Nuclear Atucha I fueron estudiados aparte.

Ejemplares de *L. fortunei* muestreados en la salida del circuito de enfriamiento de la Central y en Arroyo Seco fueron medidos y se registró su peso seco libre de cenizas. Este fue determinado como la diferencia en peso de los bivalvos secados en estufa a 60°C durante 48 horas y calcinados en mufla a 450°C durante 5 horas. Se utilizaron los ejemplares colectados en Arroyo Seco como grupo control ya que éstos no difirieron significativamente de las demás poblaciones estudiadas. Se realizó una regresión del ln del peso seco libre de cenizas (mg) en función del ln del largo (mm) para cada sitio de muestreo. Se compararon las regresiones mediante un análisis de covarianza para evaluar si existirían diferencias en el estado de condición de los ejemplares entre ambos sitios de muestreo.

RESULTADOS

L. fortunei fue observada en la totalidad de los sitios muestreados. En todos los casos los ejemplares se hallaban asentados sobre sustratos duros: en Paraná y Arroyo Seco sobre tosca, en Brazo Largo y Otamendi sobre pilotes de madera de los muelles, y en las inmediaciones de la Central Nuclear Atucha I en los murallones y estructuras de hormigón, en las estructuras metálicas del enrejado presente en la entrada al circuito de refrigeración de la planta y en las paredes del canal de salida de agua del mismo circuito.

Los valores de los parámetros físico-químicos medidos se representan en la Tabla I. Se observó un aumento en la conductividad aguas abajo de la ciudad de Rosario. Los valores de oxígeno disuelto fueron similares en todos los sitios. Se observaron valores mayores de sólidos suspendidos y de pH en Brazo Largo. Los demás

parámetros no difirieron significativamente entre las estaciones de muestreo.

En la Tabla II se observa el número de ejemplares capturados en cada sitio de muestreo y sus caracteres merísticos, y en la figura 3 la distribución de frecuencias relativas de las tallas del bivalvo en cada sitio, agrupados en intervalos de 1 mm. En cuatro de los lugares estudiados se observó la presencia de al menos 5 grupos de tallas distintas que podrían corresponder a diferentes clases de edades. El 50% de los ejemplares estaba comprendido entre las tallas de 7 y 14 mm. El largo mínimo fue de 2.1 mm, y el máximo de 29.0 mm. El peso total húmedo varió entre 51 y 2.762 mg, con un valor medio de 334 mg. En la población muestreada en el canal de descarga de la Central Nuclear Atucha se observó la presencia de los primeros tres grupos de tallas, sin registrarse ejemplares de un tamaño mayor a 16 mm. El peso total húmedo máximo registrado en este sitio fue de 215 mg.

Se observó una correlación positiva entre el largo y el ancho de la valva ($r^2= 0.88$, $n= 280$, $p < 0.01$).

Se observaron diferencias significativas en la regresión ln - ln del peso total húmedo en función del largo entre los ejemplares muestreados en Otamendi y los demás sitios de muestreo ($p < 0.05$). Estos últimos no difirieron entre sí, por lo cual se calculó una ecuación de regresión común. Ambas regresiones fueron significativas ($p < 0.01$). Las ecuaciones obtenidas para Otamendi y el conjunto de las demás estaciones de muestreo fueron las siguientes:

$$\ln \text{ peso total húmedo} = - 1.15 + 2.46 \ln \text{ largo} \\ (r^2= 0.96, n= 86, p < 0.01)$$

$$\ln \text{ peso total húmedo} = - 1.55 + 2.68 \ln \text{ largo} \\ (r^2= 0.94, n= 185, p < 0.01),$$

respectivamente. Las pendientes de las rectas difirieron significativamente entre sí ($p < 0.05$). Los ejemplares de mayor tamaño tienen una relación peso total húmedo - largo de la valva menor en la población de Otamendi (Fig. 4).

Las líneas de regresión ln - ln del peso seco libre de cenizas en función del largo calculadas a partir de los ejemplares colectados en Arroyo Seco y en el canal de descarga de la Central Nuclear Atucha I en Lima resultaron significativas

($p < 0.01$). Las ecuaciones respectivas obtenidas fueron las siguientes:

$$\ln \text{ peso seco} = -4.59111 + 2.90681 \ln \text{ largo} \\ (r^2 = 0.91, n = 54, p < 0.01)$$

$$\ln \text{ peso seco} = -4.16874 + 2.61816 \ln \text{ largo} \\ (r^2 = 0.95, n = 59, p < 0.01)$$

Las pendientes de ambas rectas difirieron significativamente entre sí ($p < 0.05$), siendo mayor la obtenida con los ejemplares colectados en Arroyo Seco. A medida que los ejemplares de *L. fortunei* se desarrollan en Lima, la proporción peso seco - largo de la valva disminuye (Fig. 5).

DISCUSION

A pesar de su reciente ingreso al continente, que data del año 1991, *L. fortunei* ya ha expandido su zona de distribución geográfica en forma notoria, habiéndose detectado su presencia hasta la ciudad de Paraná, provincia de Entre Ríos, 500 km aguas arriba de su desembocadura en el Río de la Plata. Esto confirma las anteriores aseveraciones sobre su alta capacidad invasiva y posibilidad de expansión en la cuenca debido a la presencia de características morfofuncionales adecuadas que le permitirían una rápida colonización (Darrigrán & Coppola, 1994).

El aumento de la conductividad del agua entre las ciudades de Paraná y Arroyo Seco se debería al aporte salino del río Salado, aguas arriba de Rosario, que es un afluente del río Paraná de relativamente bajo caudal, pero de alta salinidad (Bonetto *et al.*, en prensa). Los mayores valores de sólidos suspendidos y de pH en Brazo Largo se deberían a la dinámica hídrica del río en la zona. El sitio muestreado es un área de activa sedimentación, con la formación de grandes bancos de arcillas y limos. No se observaron diferencias en la calidad del agua en el tramo del río estudiado que pudieran afectar al asentamiento y posterior desarrollo de *L. fortunei*.

Cabe destacar que no se cuenta con trabajos publicados sobre la biología reproductiva de esta especie en la región. En varias de las muestras se observó la presencia de ejemplares de 2 a 3 mm de largo total, siendo esto evidencia de activa reproducción de la especie hacia el fin del invierno y primavera temprana.

Según Darrigrán (1997) el tamaño máximo de *L. fortunei* es de aproximadamente 30 mm, con una longevidad de 3 años. La observación de ejemplares de hasta 29 mm de largo en Brazo Largo y Otamendi sugiere que el bivalvo poblaría esta zona desde hace por lo menos dos años. La presencia de un gradiente decreciente de tamaños máximos observados en los diferentes sitios de muestreo aguas arriba del río Paraná demuestra una colonización más reciente en A. Seco y Paraná (Tabla II). La observación de 5 grupos de tallas en Otamendi (Fig. 3) sugiere la ocurrencia de 2 eventos reproductivos por año. Sin embargo, al ser *L. fortunei* una especie dioica, no puede descartarse una eventual diferenciación en el crecimiento de las cohortes de machos y hembras que podrían enmascarar los datos.

Las diferencias observadas en la condición de la población de *L. fortunei* presente en Otamendi (Fig. 4), sobre el Paraná de las Palmas, podría ser indicativo de un estrés ambiental en este brazo del río Paraná debido a la presencia de contaminantes en el agua provenientes de fuentes ubicadas aguas arriba del sitio de muestreo, como las ciudades de Zárate y Campana y el polo petroquímico de esta última. Foe & Knight (1987) observaron que la respuesta del estado de condición de otro bivalvo, *Corbicula fluminea*, estaba relacionado con un gradiente de estrés. Cantelmo-Cristini *et al.* (1985) monitorearon la carga metabólica de energía de ejemplares de *C. fluminea* trasplantados a lo largo de un gradiente de contaminación en el río Raritan, Estados Unidos, y observaron una relación inversa entre la carga de energía de los moluscos y dicho gradiente. La población de bivalvos presente en Brazo Largo, a la misma distancia de la desembocadura en el Río de la Plata que la de Otamendi, pero ubicada sobre el Paraná Guazú, no difiere de las demás poblaciones muestreadas aguas arriba. *L. fortunei* podría hallarse sujeta a niveles inferiores de contaminación en este sitio, al no haber sobre este brazo del río asentamientos urbanos ni industriales importantes que descarguen sus efluentes al mismo.

La ausencia de ejemplares mayores a 16 mm en la muestra tomada en el canal de descarga de la Central, podría deberse al impacto sufrido por los mismos debido al aumento de la temperatura que se registra en el efluente. A lo largo del año la temperatura del agua del canal de salida se eleva en promedio 11°C por encima del valor

presente en el agua del río, no registrándose cambios en los demás parámetros físico-químicos (Mariuzzi et al., 1995). Este aumento en la temperatura podría llegar a valores letales para la especie en los meses de verano, durante los cuales los autores reportaron temperaturas del agua de hasta 37°C. Mattice & Dye (1975) observaron que temperaturas superiores a 32°C se hallan por encima de los valores de tolerancia térmica registrados para *C. fluminea*. La ausencia de los grupos de mayor talla en este sitio sería indicativo de que *L. fortunei* no toleraría las condiciones extremas de temperatura registradas durante el verano en el lugar. El estrés térmico al que la especie se halla sujeto también se evidenciaría en la condición en que se encuentran los organismos. La disminución de la proporción entre el peso seco y el largo de la valva (Fig. 5) sería demostrativo del deterioro paulatino al que se ven sujetos. Foe & Knight (1987) observaron un deterioro en la condición de ejemplares de *C. fluminea* trasplantados a lo largo de un gradiente térmico producido por la descarga de un circuito de refrigeración de la planta de energía Antioch Pacific en el delta de los ríos San Joaquín - Sacramento en California.

La presencia de este bivalvo en las inmediaciones de la Central Nuclear es de importancia debido a los inconvenientes que causan estos organismos al obstruir con sus conchillas los sistemas de cañerías, tanto en centrales nucleares como en sistemas potabilizadores de agua. No sería de extrañar la aparición de problemas futuros referentes a estos aspectos.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, F.E. 1953. Distribution of marine invertebrates by ships. Austr. Jour. Mar. Fresh. Res., 4(2): 307-316.
- APHA. 1985. Standard Methods for the examination of water and wastewater. Amer. Publ. Health Assoc. Washington, 1268 pp.
- BONETTO, C., C. VILLAR, L. DE CABO & P. VAITHIYANATHAN. (En prensa). Hydrochemistry of a large floodplain river. Verh. Internat. Verein. Limnol.
- CANTELMO-CRISTINI, A., F.E. HOSPOD & R.J. LAZELL. 1985. An *in situ* study of the adenylate energy charge of *Corbicula fluminea* in a freshwater system. In: Vernberg F. J., Thurberg F.P., Calabrese A. and Vernberg W. (eds) Marine Pollution and Physiology: Recent advances. Univ. South Carolina Press, Columbia, SC, 45-62.
- CORIGLIANO, M. & R. MALPASSI. 1993. Macroinvertebrados en la confluencia de dos ríos de llanura. XVI Reunión Argentina de Ecología. Resúmenes, 346 pp.
- DARRIGRAN, G. 1992. Variación temporal y espacial de la distribución de las especies de *Corbicula* (Megerle, 1811) (Bivalvia, Corbiculidae) en el estuario del Río de la Plata, Rep. Arg. Neotrópica 38(99):59-63.
- DARRIGRAN, G. 1997. Invasores en la Cuenca del Plata. Ciencia Hoy 7(38):17-22.
- DARRIGRAN, G. & A. COPPOLA. 1994. Los bivalvos invasores del Río de la Plata. Su potencial uso como bioindicadores ambientales. Tankay, 1: 150-152.
- DARRIGRAN, G. 1995. Moluscos invasores en la Cuenca del Plata. Actas del Seminario sobre Conservación de los Recursos Acuáticos Costeros del Noroeste Bonaerense, 26-27 septiembre, Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet", 36 pp.
- DARRIGRAN, G. & G. PASTORINO. 1995. The recent introduction of a freshwater asiatic bivalve, *Limnoperna fortunei*, into South America. The Veliger 38(2): 171-175.
- FOE, C. & A. KNIGHT. 1987. Assesment of the biological impact of point source discharges employing Asiatic clams. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 16: 39-51.
- ITUARTE, C.F. 1981. Primera noticia acerca de la introducción de pelecípodos asiáticos en el área rioplatense (Mollusca, Corbiculidae). Neotrópica, 27(77): 79-83.
- MATTICE J.S. & L.L. DYE. 1975. Thermal tolerance of the adult asiatic clam. In: Esch. G.G., Mcfarlane R.W. (eds.) Thermal Ecology II. Conferencia 750425, National Technical Information Service. Springfield, VA, 130-135.
- MARIAZZI, A., L. MERCADO, N. GOMEZ, M. CASCO, C. VILLAR, M. DI SIERVI, J. DONADELLI, L. ALBINO & C. BONETTO. 1995. El río Paraná y la Central Nuclear Atucha I. Estudio ambiental. Primeras Jornadas Científicas sobre medio ambiente. Montevideo, Uruguay.
- MORTON, B. 1977. Freshwater fouling bivalves. Proc. First International Corbicula Symposium. Texas Christian Univ., 1-14.
- PASTORINO, G., G. DARRIGRAN, S. MARTIN & L. LUNASCHI. 1993. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. Neotrópica 39(101-102):34.
- RODRIGUES CAPITULO A., I. CESAR, M. TASSARA, A. PAGGI & M. REMES. (En prensa). Distribution of the macrobenthic fauna of the south coastal fringe of the "Río de la Plata" river (Argentine). Impact of the urban contamination. Verh. Internat. Verein. Limnol.
- SCARABINO, F. & M. VERDE. 1994. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) en la costa uruguaya del Río de la Plata (Bivalvia; Mytilidae). Com. Soc. Malac. Urug., 7(66-67):374-376.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROLHF. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume ediciones. Madrid, 832 pp.
- STATISTICA. 1993. Statistica for Windows. Release 4.3. Copyright Statsoft Inc.

TABLA I. Parámetros físico-químicos del agua medidos en cada sitio de muestreo.

Sitios	T °C	O ₂ mg l ⁻¹	pH	Cond uS cm ⁻¹	Sol.sus. mg l ⁻¹	Alc. mg l ⁻¹	Ca ²⁺ mg l ⁻¹	Mg ²⁺ mg l ⁻¹
Paraná	16.5	9.8	7.4	65	63	42	5.5	2.1
A. Seco	16.5	9.4	7.4	157	50	36	7.3	3.0
Lima	27.0	10	7.3	123	47	38	6.9	3.4
B. Largo	16.5	9.3	8.3	108	128	30	6.4	2.2
Otamendi	18.0	8.1	7.0	136	64	38	6.3	2.8

TABLA II. Valor medio y desvío estándar del largo y ancho (mm) y del peso total húmedo (mg) de los ejemplares de *L. fortunei* colectados en cada sitio de muestreo.

Lugar	Número	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso (mg)	Largo Máx. (mm)
Paraná	48	11.5 ± 2.5	5.9 ± 1.6	181 ± 125	17.7
A. Seco	126	14.3 ± 3.0	6.8 ± 1.3	292 ± 147	22.5
Lima	64	11.5 ± 2.6	5.7 ± 1.4	105 ± 61	16.0
B. Largo	118	15.3 ± 4.3	7.9 ± 1.8	515 ± 445	29.0
Otamendi	121	14.6 ± 5.2	7.8 ± 1.8	347 ± 224	26.6

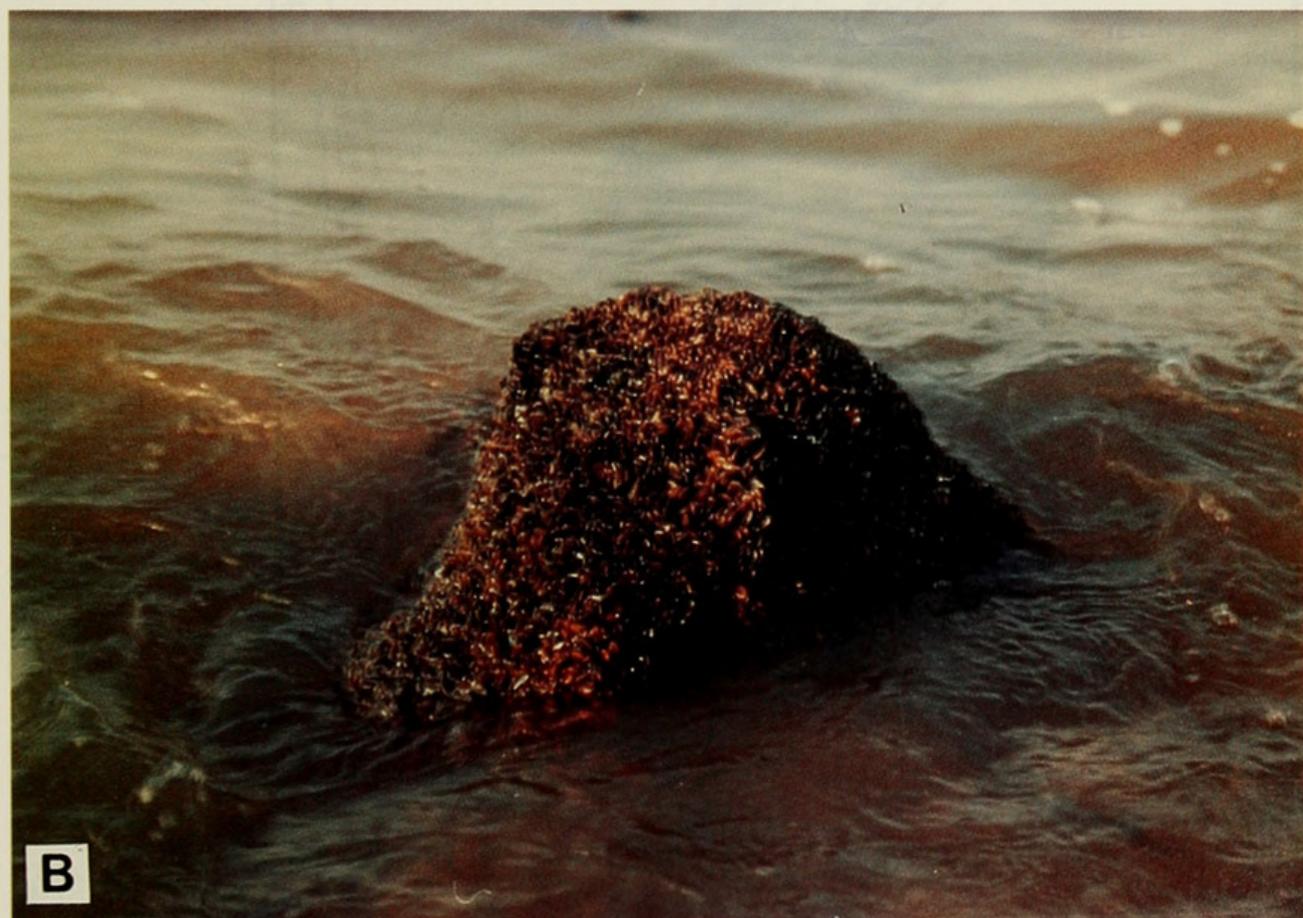


FIGURA 1. (A) Ejemplares de *Limnoperna fortunei*. Vista lateral. Escala = 10 mm.; (B) Colonización de una formación rocosa por el molusco invasor.

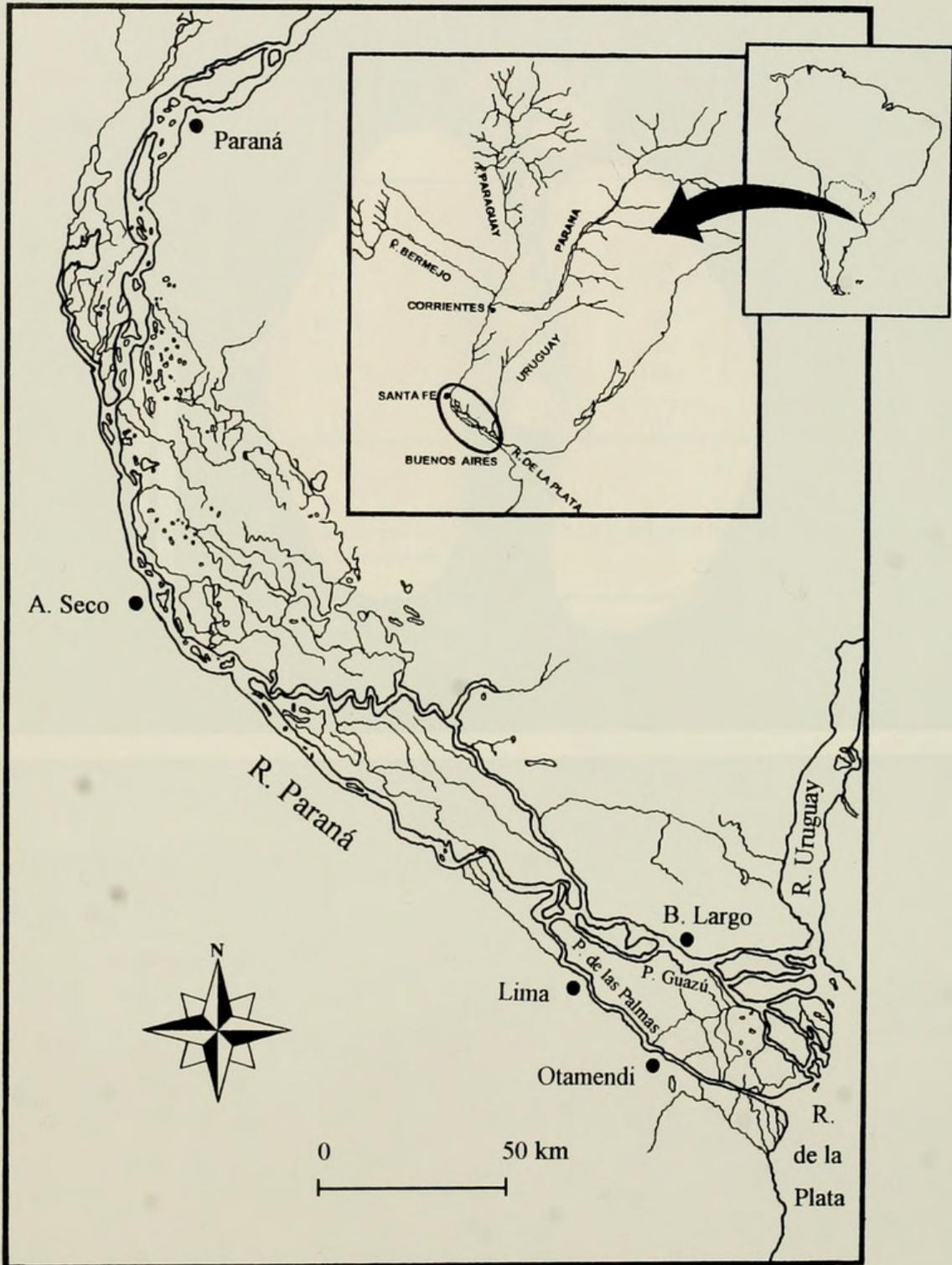


FIGURA 2. Mapa de la zona estudiada. Ubicación de las estaciones de muestreo.

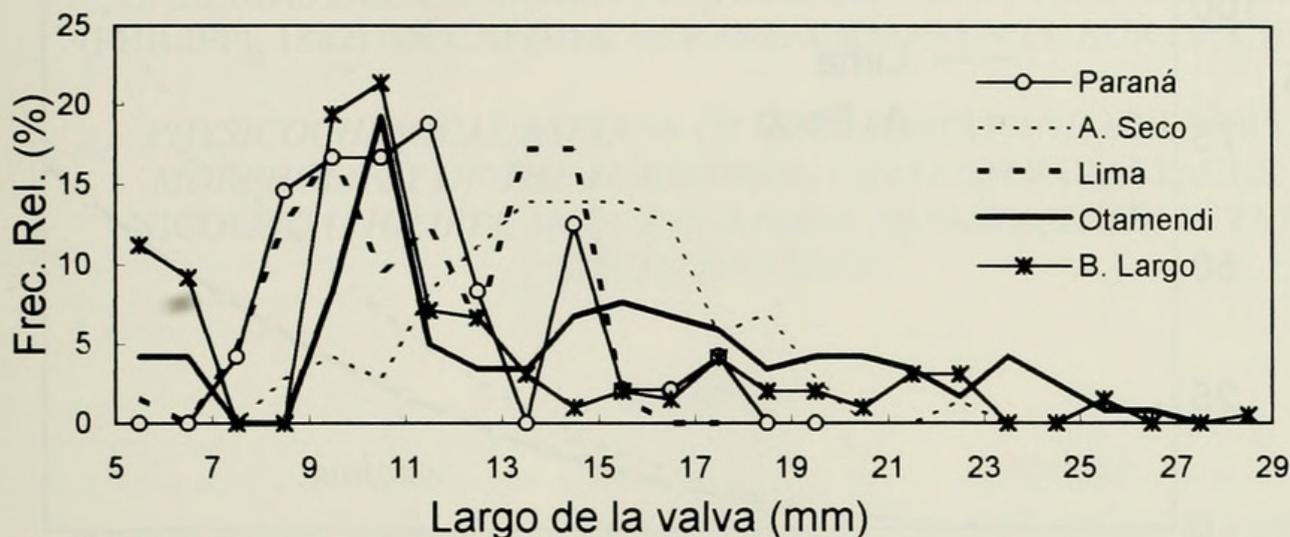


FIGURA 3. Frecuencias relativas de tallas de *L. fortunei* agrupados en intervalos de 1 mm para cada sitio de muestreo.

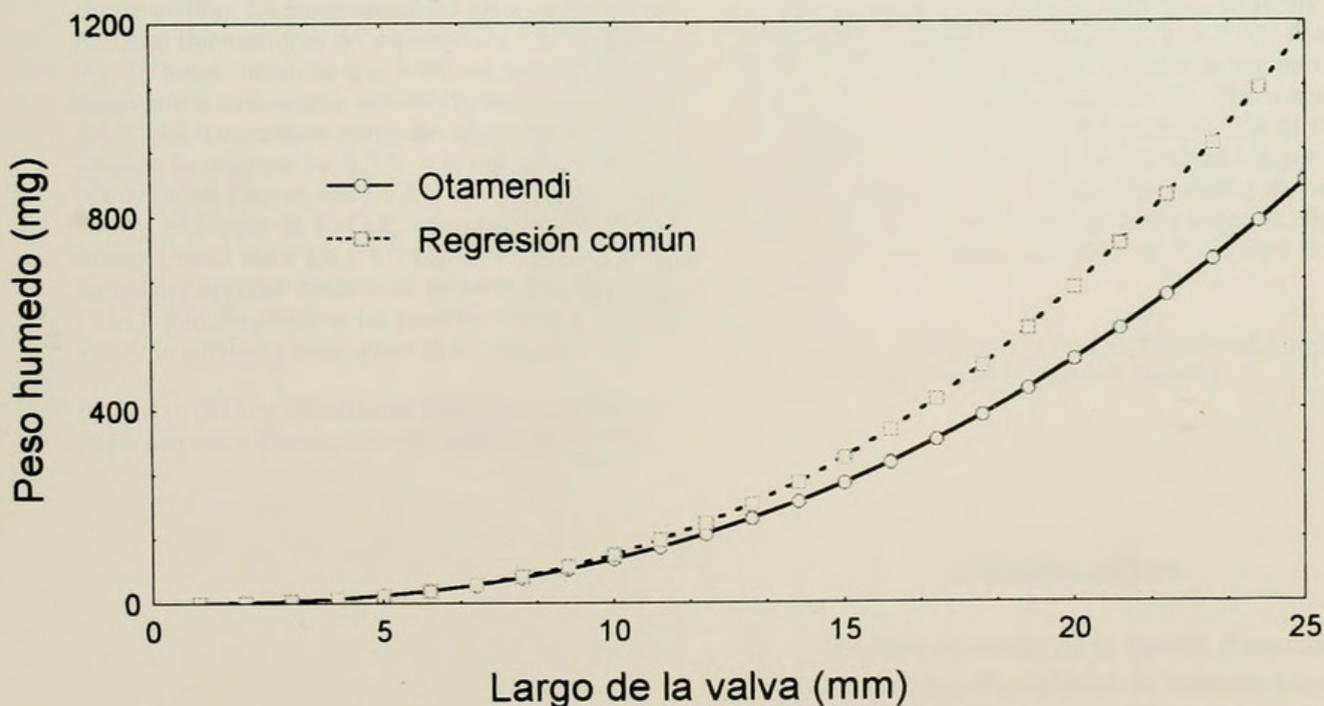


FIGURA 4. Relación peso total húmedo - largo de los ejemplares de *L. fortunei* colectados en Otamendi y del conjunto de los demás sitios de muestreo.

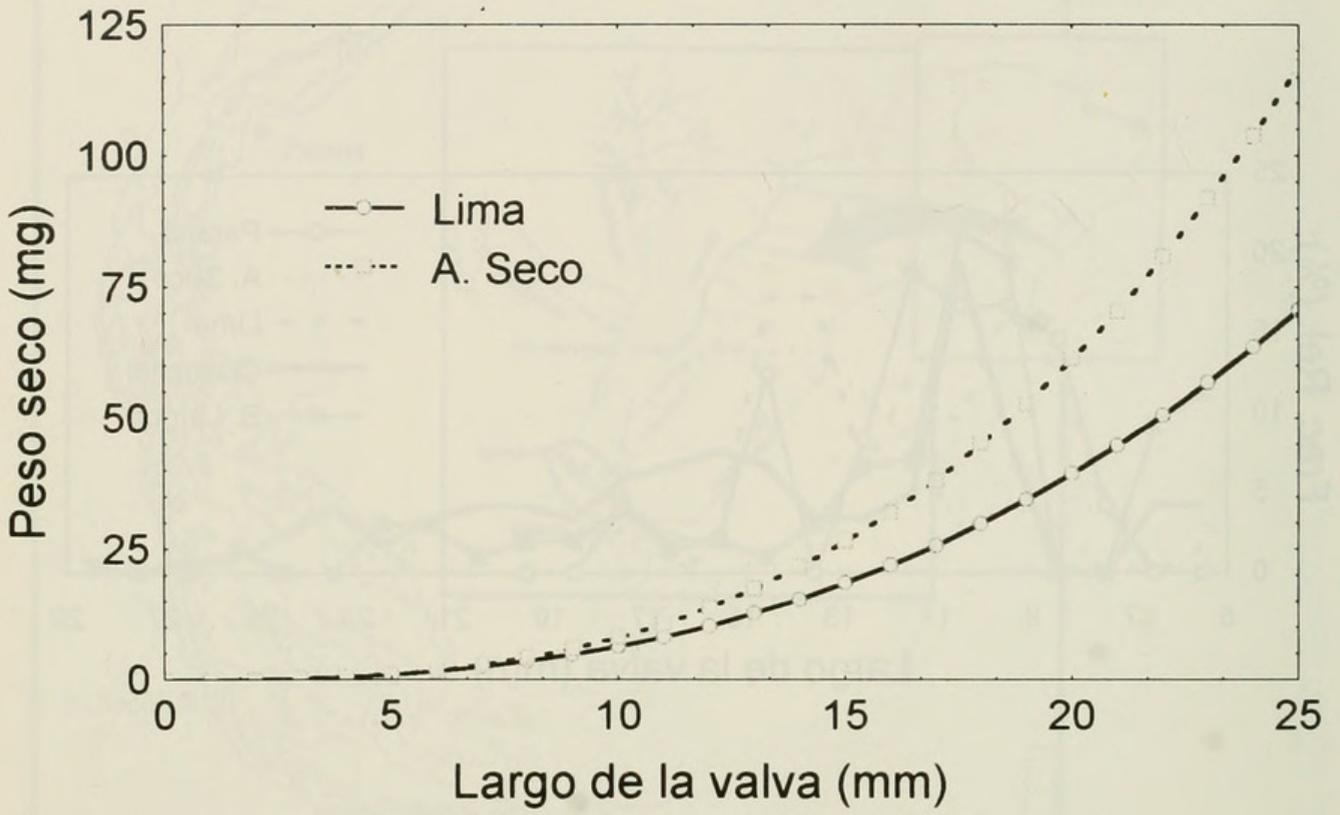


FIGURA 5. Relación peso seco libre de cenizas - largo de los ejemplares de *L. fortunei* colectados en el canal de descarga del circuito de enfriamiento de la Central Nuclear Atucha I y en Arroyo Seco.



1997. "Presence of the invasive mollusk *Limnoperna Fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in the Lower Parana River." *Gayana* 61, 87–96.

View This Item Online: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/89804>

Permalink: <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/82994>

Holding Institution

Smithsonian Libraries and Archives

Sponsored by

Smithsonian

Copyright & Reuse

Copyright Status: In copyright. Digitized with the permission of the rights holder.

License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Rights: <https://biodiversitylibrary.org/permissions>

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at <https://www.biodiversitylibrary.org>.