

## CAPÍTULO 3

# CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

GUSTAVO DARRIGRAN<sup>1</sup> & CRISTINA DAMBORENEA<sup>1</sup>

### INTRODUCCIÓN

En éste capítulo se realiza una descripción básica de la morfología y biología de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) o mejillón dorado con el objetivo de familiarizar al lector con el vocabulario empleado frecuentemente en la descripción y biología de esta especie. No obstante, lo presentado aquí se desarrolla de modo introductorio, debido a que se hará un desarrollo más pormenorizado en los capítulos respectivos.

A través del conocimiento de la morfología externa e interna es posible diferenciar al mejillón dorado de las especies de bivalvos nativas y permite, parcialmente, entender la causa de su éxito como invasor. La descripción de sus hábitos y preferencias de hábitat, así como su biología y potencial reproductivo, son características importantes para explicar por qué el mejillón dorado puede establecerse en ambientes de distintos climas, como también generar *macrofouling* en estructuras tales como sistemas de agua de industrias, plantas potabilizadoras, sistemas de riego, etc. Sumadas a estas características, el mecanismo natural de dispersión de esta especie y su vinculación con las actividades comerciales y deportivas del hombre, permiten explicar la gran velocidad de dispersión contracorriente que adquirió en el ambiente invadido. Asimismo, el conocimiento de su fisiología permite ajustar mecanismos sustentables de control (ya sean físicos o químicos). Por último, cabe destacar que conocer los impactos provocados por el mejillón dorado, tanto en el ambiente natural como en el interior de sistemas de agua, y los tratamientos posibles para el control del *macrofouling*, son herramientas que permitirán preservar ambos tipos de ambientes con el menor impacto posible.

El mejillón dorado pertenece al Phylum Mollusca y, dentro de este, a la Clase Bivalvia, Familia Mytilidae, la cual incluye a los mejillones y mejillines marinos, que son formas bisadas de valvas iguales y con dos músculos aductores desiguales. En América esta familia tiene sólo formas nativas marinas y estuariales, no de agua dulce.

Entre los bivalvos de agua dulce nativos de la Cuenca del Plata (Tabla 1) predominan las almejas nacaríferas o «náyades», de las familias Mycetopodidae e Iridea, de hábitos infaunales con larvas parásitas, y las almejas no nacaríferas, infaunales o bisadas, con larvas vivíparas, de las familias Corbiculidae y Sphaeriidae. En el estuario del Río de la Plata se encuentran, además, otras dos especies mixohalinas: *Erodona mactroides* Daudin, 1802, de la familia Aloididae, y *Mytella charruana* (d'Orbigny, 1842) (= *M. falcata*), de la familia Mytilidae. Dos bivalvos exóticos que se encuentran en la Cuenca del Plata; son *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844) y *C. fluminea* (Müller, 1774), pertenecientes a la familia Corbiculidae e introducidas desde el sudeste de Asia.

*Mytella charruana* es una especie nativa emparentada y semejante morfológicamente al mejillón dorado. Habita aguas salobres y su distribución se solapa con la de *Limnoperna fortunei* sólo donde la salinidad alcanza

---

<sup>1</sup> CONICET. Grupo Investigación sobre Moluscos Invasores / Plaga. División Zoología Invertebrados. FCNyM. UNLP. Paseo del Bosque, 1900 La Plata, Argentina. [invasion@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:invasion@fcnym.unlp.edu.ar)

1, correspondiente al límite norte de la zona externa del estuario del Río de la Plata (Punta Piedras). Si bien *L. fortunei* tolera los valores de salinidad de estas áreas, no se establecen grandes poblaciones.

**Tabla 1.** Clasificación de los géneros de bivalvos nativos de la Cuenca del Plata (modificado de Castellanos & Landoni, 1995).

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA	GÉNERO	
Anisomyaria		Mytilidae	Mytilinae	<i>Mytilus</i>	
				<i>Mytella</i>	
Eulamellibranchia	Schizodonta	Mycetopodidae	Leilinae	<i>Leila</i>	
			Anodontitinae	<i>Anodontites</i>	
			Mycetopodinae	<i>Mycetopoda</i>	
			Monocondylaeinae	<i>Monocondylaea</i>	
		Hyriidae	Hyriinae	<i>Fossula</i>	
				<i>Castalia</i>	
	Heterodonta		Aloididae		<i>Erodona</i>
			Psammobidae		<i>Tagelus</i>
			Corbiculidae		<i>Neocorbicula</i>
			Sphaeriidae	Euperinae	<i>Eupera</i>
					<i>Byssanodonta</i>
				Pisidiinae	<i>Pisidium</i>
	Sphaeriinae	<i>Musculium</i>			
		<i>Sphaerium</i>			

*Limnoperna fortunei* se diferencia en general de los bivalvos nativos y de las especies del género *Corbicula* en:

- la forma de la valva, anatomía interna y modo de vida,
- estrategia reproductiva y ciclo de vida,
- edad y crecimiento individual,
- mecanismo de dispersión,
- impacto negativo en los ecosistemas.

## DESARROLLO

### Morfología valvar

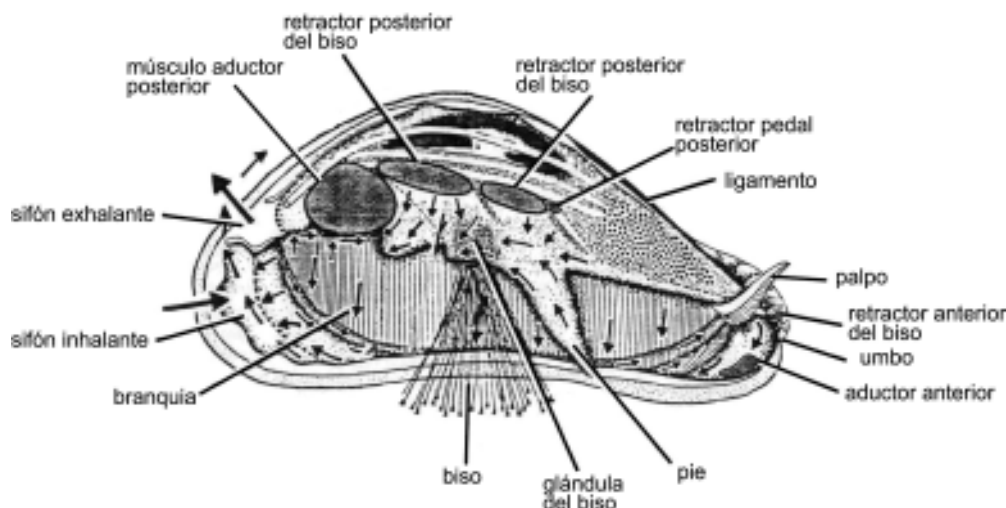
La valva de *Limnoperna fortunei* es distintiva. El nombre vulgar, mejillón dorado, se debe a la coloración dorada que adquiere en los ambientes de agua clara colonizados de América del Sur. Sin embargo, tanto la coloración como el aspecto general y espesor de las valvas pueden variar de acuerdo al ambiente.

Aquí presentamos una breve descripción de la morfología valvar del mejillón dorado. Para más detalles consultar Morton (1973), quien brinda una detallada descripción de la especie.

Son organismos equivalvos, heteromiarios. Las valvas presentan desde un color marrón oscuro hasta amarillo dorado. El interior de las valvas es nacarado. La capa periostracal externa es delgada, engrosándose en el margen valvar donde se curva hacia el interior. Los umbos son subterminales y el ligamento es dorsal, recto o levemente curvado. El margen ventral es variable, pudiendo ser recto o arqueado. Todas las dimensiones de la valva son regulares según las poblaciones consideradas. Existe una fuerte correlación entre la longitud total y el ancho de la valva (Morton, 1973, 1977; Maroñas y otros, 1997). La mayor longitud total observada en América del Sur fue de 4,9 cm, para poblaciones del río Santa Lucía, República Oriental del Uruguay (Darrigran & Ezcurra de Drago, 2000).

La fusión del manto ocurre encima del sifón exhalante y entre este último y la abertura del inhalante, la que se halla unida a la abertura pedal/sifonal, aunque funcionalmente es independiente.

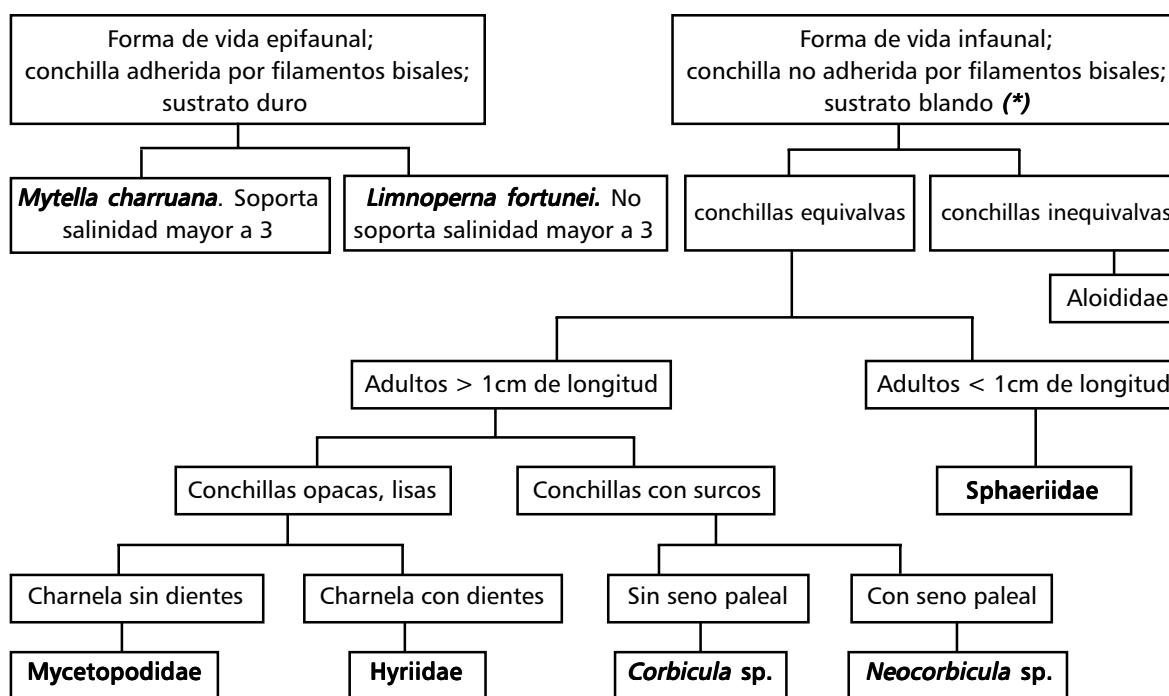
El músculo aductor anterior es pequeño y se localiza antero-ventralmente en las valvas. El músculo retractor anterior del biso se origina en la región antero-dorsal de la valva. El músculo aductor posterior es grande y el retractor posterior del biso se subdivide en dos unidades. Existe también un músculo retractor pedal posterior que se origina anteriormente al retractor bisal posterior (Figura 1).



**Figura 1.** *Limnoperna fortunei*. Esquema de la anatomía con detalle de las corrientes ciliares (modificado de Morton, 1973).

La forma de la valva muestra una perfecta adaptación para vivir en sustratos duros. La superficie plana ventral permite al animal una mayor adhesión al sustrato, mientras que el umbo anterior le brinda mejor estabilidad.

Las dos especies de Mytilidae halladas en la Cuenca del Plata, *Limnoperna fortunei* y *Mytella charruana*, poseen morfología valvar y forma de vida muy semejantes (esta última especie presenta crenulaciones características o *resilial ridge pitted* en el área charnelar, estructura ausente en *L. fortunei*). Sin embargo, ambas especies se diferencian claramente de los restantes bivalvos de la Cuenca del Plata. Las "náyades" nativas de agua dulce están adaptadas para vivir enterradas en el sedimento. En éstas, el umbo es redondeado y de posición dorsal, el margen ventral redondeado y, en los organismos adultos, la glándula del biso no es funcional. Las especies de Mycetopodidae e Hyriidae son de tamaño mayor en promedio (muy variable de acuerdo a la especie, edad y hábitat), alrededor de 10 cm y las valvas son robustas y muy gruesas (Figura 2).



(\*) de esta identificación general de especies de bivalvos, quedan excluidas las especies de Sphaeriidae que presentan biso con el que se adhieren a vegetación y cantos rodados (e.g. *Eupera platensis*) o juveniles de *Corbicula fluminea* que presentan semejantes características.

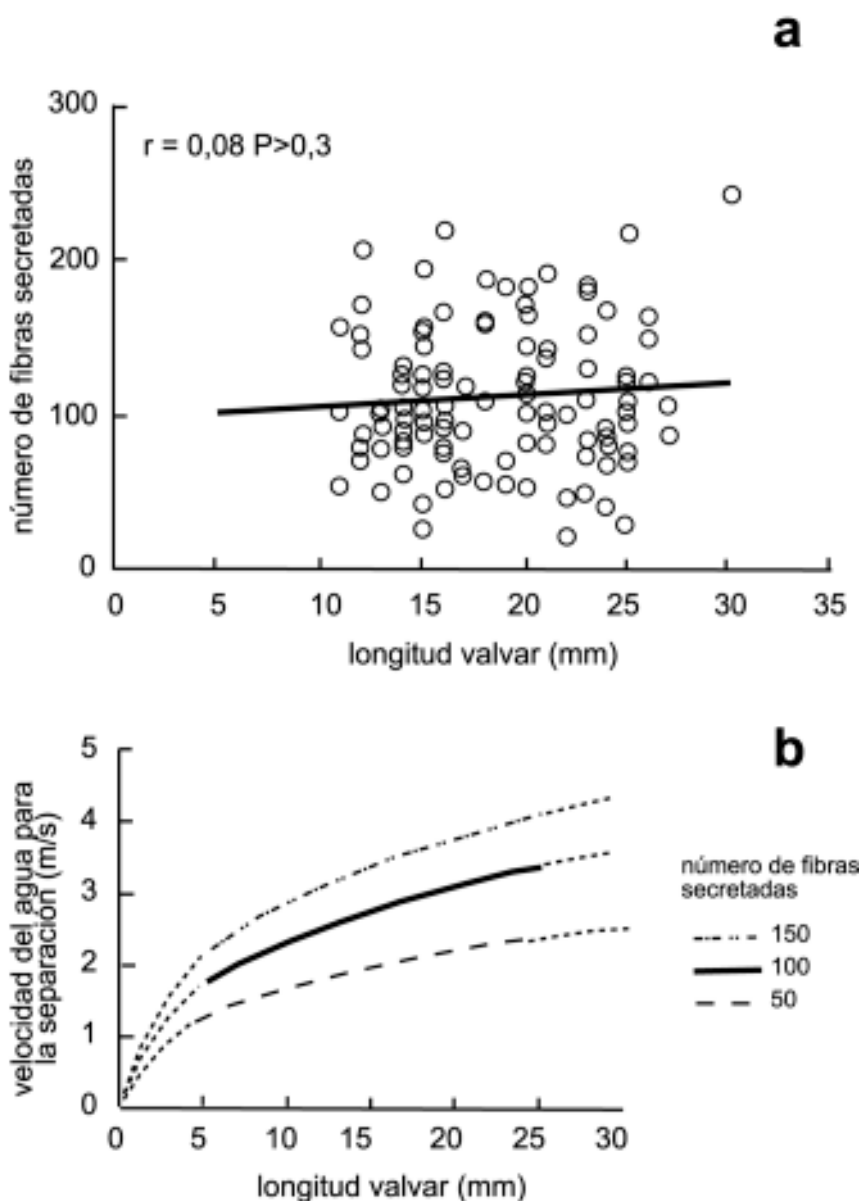
**Figura 2.** Esquema que permite una rápida identificación de los grupos bivalvos presentes en la Cuenca del Plata.

Entre las especies de la familia Corbiculidae, las más abundantes son las introducidas del género *Corbicula*. Estas tienen conchillas redondeadas, de 3-4 cm de longitud valvar, son robustas y con crestas concéntricas conspicuas. *Neocorbicula limosa* es la especie nativa de Corbiculidae, de forma semejante al género introducido, y se diferencia de éste por presentar seno paleal. Todas estas especies son infaunales superficiales de fondos blandos.

Los representantes de la familia Sphaeriidae son pequeños, de aproximadamente 5-8 mm de longitud valvar; las conchillas son frágiles y delgadas.

### Anatomía interna

El cuerpo del mejillón dorado está rodeado por el manto, capa delgada de tejido, que segrega la conchilla y se adosa a ésta. El espacio interno encerrado por el manto es la cavidad del manto. A cada lado del cuerpo, entre el manto y el pie, se encuentran las branquias. Las cilias de las branquias generan corrientes que impulsan al agua por el sifón inhalante a la cavidad del manto y branquias. Las partículas sólidas son removidas por las cilias de la branquia. Las partículas alimentarias son dirigidas hacia la boca para su ingestión, mientras que las partículas no alimentarias son envueltas en mucus secretado por las células de la branquia y eliminadas como pseudoheces. La morfología interna básica de *Limnoperna fortunei* se detalla en la Figura 1.



**Figura 3.** Número de filamentos bisales en relación a la talla de *Limnoperna fortunei* (a) y velocidad necesaria para separar las fibras bisales en función del tamaño y número de filamentos de los mejillones (b) (modificado de Nagaya y otros, 2001).

### Modo de vida

*Limnoperna fortunei* es epifaunal; se fija por las fibras del biso a toda superficie dura, tanto inertes (naturales o artificiales) como sobre otros organismos. La forma de su conchilla y el desarrollo de las fibras bisales son adaptaciones para este tipo de vida.

Los bivalvos nativos son infaunales; viven enterrados en sustrato blando. Las náyades proyectan fuera del sustrato apenas el tercio posterior de su conchilla, para la circulación de agua. Esta parte posterior brinda un sustrato adecuado para el asentamiento del mejillón dorado, ocasionando problemas en la circulación, de forma semejante a lo ocurrido en América del Norte con posterioridad a la invasión de *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), o mejillón cebrá, en donde se realizaron numerosos estudios sobre el impacto ocasionado sobre la población de sus bivalvos nativos.

Conocer el mecanismo de fijación y la fuerza que soportan las fibras proteicas bisales es información relevante para el desarrollo de técnicas de prevención y control del *macrofouling*. Se han realizado estudios sobre la fuerza de fijación de esta especie sobre varios sustratos (Matsui y otros, 2001) y en relación a la corriente de agua (Nagaya y otros, 2001). Estos autores indican que el número de fibras secretadas por un individuo varía entre 0 y 109, y que existe correlación entre la fuerza necesaria para el desprendimiento de las fibras y el número de fibras del biso (Figura 3).

### Estrategia reproductiva y ciclo de vida

El ciclo de vida de *Limnoperna fortunei* incluye una fase juvenil-adulta bentónica y una fase larvaria planctónica. Es una especie de sexos separados o gonocórica. Las gónadas se desarrollan tanto en la masa visceral como en el manto, siendo más extendidas en este último.

Las gametas femeninas y masculinas son liberadas al agua donde se produce la fecundación. En el Balneario Bagliardi, Río de la Plata (Berisso, Argentina), que presenta un clima templado, la talla mínima de diferenciación sexual es de 5 mm de longitud valvar. El ciclo gametogénico está regido por factores ambientales, particularmente la temperatura (Morton, 1982; Darrigran y otros, 1999, 2003), de forma tal que el grado de desarrollo gonadal, evacuación gamética y duración del ciclo varían de acuerdo a las condiciones climáticas en las que se encuentran las poblaciones. De acuerdo a la información disponible, las gametas son liberadas cuando la temperatura del agua alcanza o supera los 16 °C, siendo el número de evacuaciones variable.

Diferentes estadios larvales se desarrollan en el plancton (Cataldo y otros, 2005; dos Santos y otros, 2005). Los huevos tienen un diámetro de 60-100  $\mu\text{m}$ ; luego de las primeras divisiones se distinguen mórula, blástula y gástrulas, que devienen en larva trocófora. Posteriormente se desarrollan las larvas pre-veliger, veliger tipo D, veliger preumbonada, veliger umbonada, pediveliger y plantígradas. Desde el estadio de pre-veliger se observa el desarrollo de dos valvas pequeñas. Más detalles acerca del desarrollo larvario y las diferencias observadas entre el ciclo de vida de esta especie invasora y las náyades y almejas nativas se encuentra en el Capítulo 5.

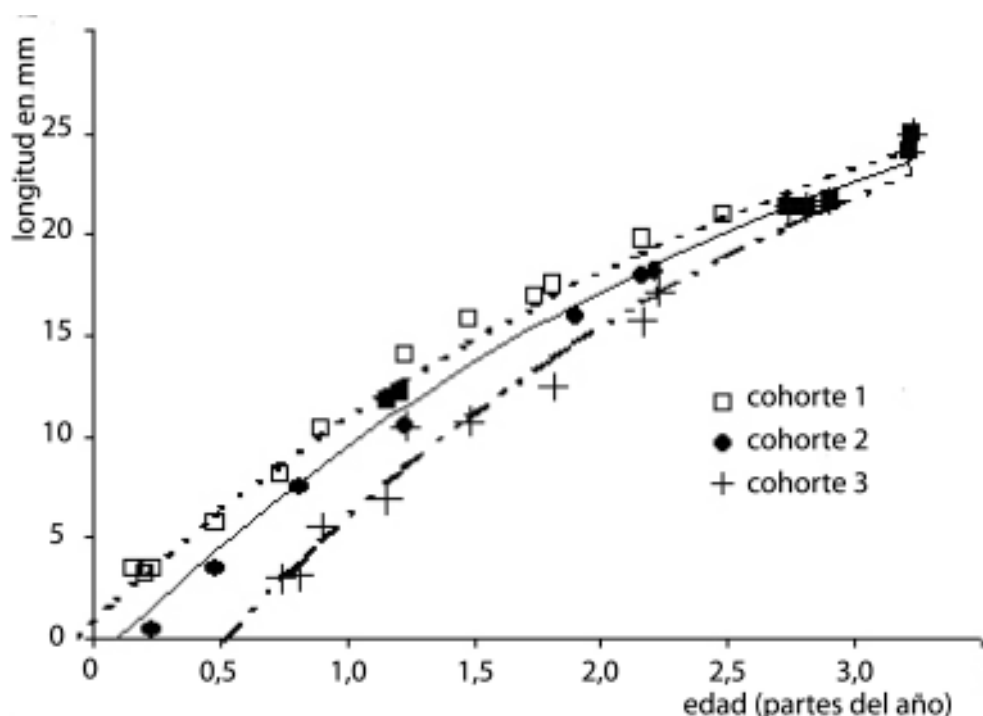
Las larvas de *Limnoperna fortunei* tienen capacidad de ingresar en los sistemas de agua de las industrias, asentarse en su interior y provocar *macrofouling*. La extensión del ciclo reproductivo varía de acuerdo a las temperaturas reinantes, siendo mayor en zonas más cálidas. De lo antedicho se desprende la importancia de conocer el ciclo de vida de esta especie invasora en cada una de las localidades de las plantas industriales. Tanto el protocolo de monitoreo de las larvas como la estrategia de los tratamientos a seguir por las industrias deben ser propios para cada una de ellas, y ajustados de acuerdo a las condiciones climáticas/ambientales reinantes. Debe considerarse que la duración del ciclo de vida puede llevar varias semanas, y que la disponibilidad de larvas está vinculada con la densidad de las poblaciones locales, así como también por las características químicas (e.g. pH, niveles de calcio), físicas (e.g. temperatura, velocidad de corriente) y biológicas del ambiente (e.g. productividad primaria).

### Edad y Crecimiento

El primer asentamiento del mejillón dorado en aguas del continente americano ocurrió en 1991, en el Balneario Bagliardi, Río de la Plata, Argentina (Pastorino y otros, 1993). Se realizó la descripción del ciclo reproductivo del mejillón dorado en esta localidad y en épocas de muestreo cercanas a la invasión de esta especie (Darrigran y otros, 1999). Asimismo, próximo a su lugar de origen, sólo fue estudiado el ciclo de vida y la dinámica poblacional de esta especie para Asia por Morton (1977, 1982) e Iwasaki and Uryu (1998).

En el Río de la Plata, la descripción del crecimiento individual de *L. fortunei* se realizó a partir de muestreos realizados entre julio de 1992 y noviembre de 1994, en el litoral rocoso del Balneario Bagliardi (Darrigran & Maroñas, 2002; Maroñas y otros, 2003). En este análisis se reconocieron tres cohortes anuales definidas para las tallas menores a 22 mm (Figura 4). El tiempo de vida del mejillón, en el ambiente natural considerado, es de 3,2 años. La longitud es el parámetro valvar estadísticamente más apropiado

para ser utilizado en el estudio del crecimiento individual en esta especie (Maroñas y otros, 1997). La longitud infinita fue de 36 mm, y los restantes parámetros de crecimiento para las tres cohortes (C1 de diciembre de 1993, C2 de febrero de 1994 y C3 de julio de 1994) fueron:  $t_0$ -0,071; 0,097 y 0,513;  $k$  0,3371; 0,3409 y 0,3761, respectivamente.



**Figura 4.** Ajuste del crecimiento de *Limnoperna fortunei* en tres cohortes para una población del Balneario Bagliardi, Río de la Plata (modificado de Maroñas y otros, 2003).

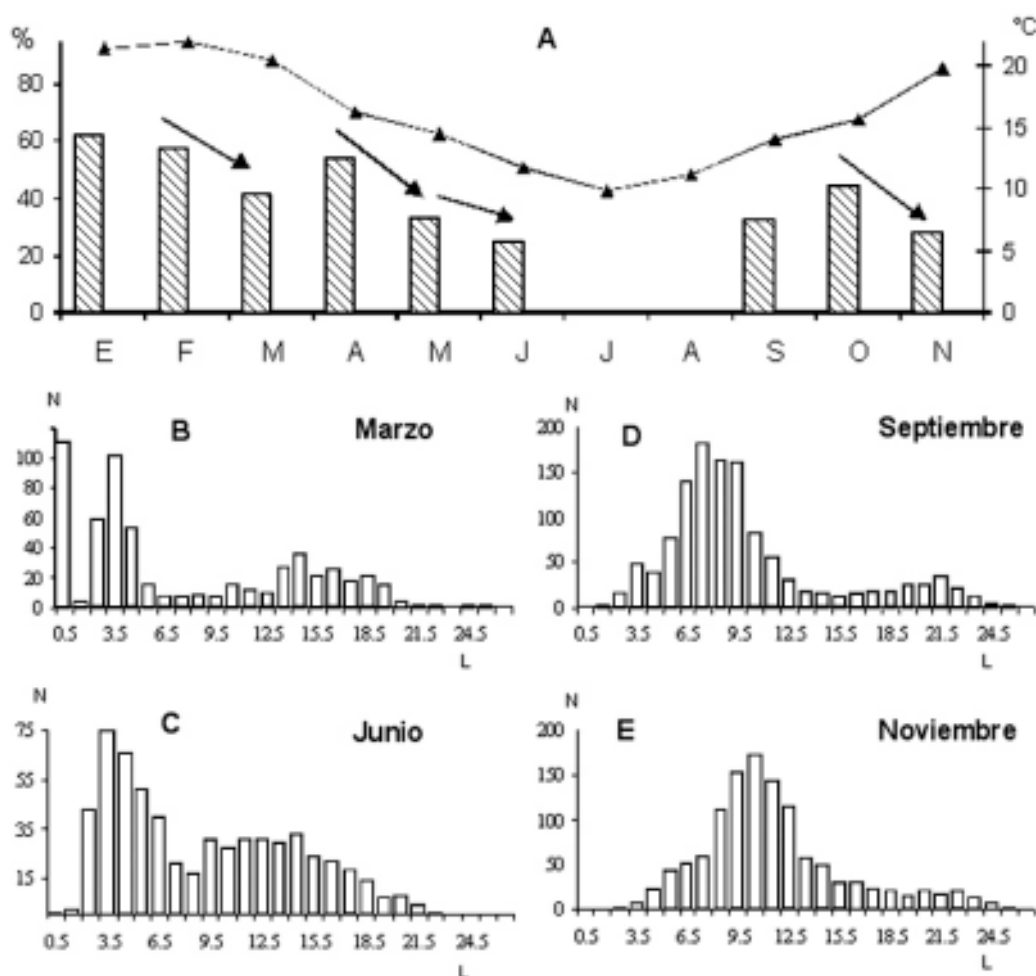
Boltovskoy y Cataldo (1999) calcularon los parámetros poblacionales a partir de ejemplares de *L. fortunei* en monitores en canales de agua de la planta nuclear Atucha I, sobre el río Paraná de las Palmas. Señalaron diferencias en la tasa de crecimiento registrada en invierno y en verano, y hallaron que los animales alcanzan los 20 mm durante el primer año, al final del segundo año alcanzarían los 30 mm y que la longitud máxima teórica es 35 mm (Tabla 2).

**Tabla 2.** Principales parámetros poblacionales de *L. fortunei* reportados en la bibliografía por diferentes autores.

	Iwasaki & Uryu (1998)	Boltovskoy & Cataldo (1999)	Darrigran & Maroñas (2002)
Temperatura media anual (°C)	-----	21,5	-----
Rango de Temperatura (°C)	21,0-26,0	12,9-26,5	14,0-24,0
K	-----	1	K1 0,337 K2 0,340 K3 0,376
$L_{\infty}$ (mm)	35	35	36
Longevidad (años)	2	3	3,5
<b>Tamaño (mm)</b>			
1º año	2º año	3º año	-----    -----    -----    20    30    33    9,5    17    23

Darrigran y Maroñas (2002) discriminan tres cohortes para los intervalos de clases menores a 22 mm. Los intervalos mayores presentan mezcla de individuos con crecimiento asintótico y solapamiento de las cohortes. Este hecho determinó un valor común de longitud máxima para las tres cohortes, acorde al patrón general de crecimiento en bivalvos. En estos, el crecimiento de la conchilla es continuo, pero su tasa decrece con el tiempo, resultando una curva de crecimiento sigmoideal (Krommenhoek, 1996).

El reconocimiento de más de una cohorte anual en este bivalvo es coherente con lo observado en los estudios de biología reproductiva realizados en un clima templado por Darrigran y otros (1999), en la misma área y época. Las estimaciones de las épocas de asentamiento de las tres cohortes muestran una relación y un desplazamiento en el tiempo con respecto a las épocas de evacuación oocitaria (Figura 5). Este desplazamiento temporal se relacionaría con el período de tiempo de desarrollo del estado larval planctónico, el cual presenta un lapso de 15/20 días (Choi & Kim, 1985; Capítulo 5).



**Figura 5.** Comparación entre los períodos de evacuación gamética y frecuencia de distribución de talla de *Limnoperna fortunei* en una población del Balneario Bagliardi, Río de la Plata. A: porcentaje de oocitos mayores a 60  $\mu\text{m}$  y temperatura media del aire, las flechas indican los momentos de liberación de gametas; B-E: distribución de tallas, L: longitud valvar en mm (modificado de Maroñas y otros, 2003).

A diferencia de lo observado por Morton (1977), la población del mejillón dorado en el Balneario Bagliardi, Río de la Plata, aparece con una reproducción continua a lo largo del tiempo, pero con picos de actividad gonadal relacionados con cambios en la temperatura. Con tres de esos picos se relacionan las tres cohortes del estudio de crecimiento individual en el clima templado. Este último hecho lo diferencia del análisis realizado por Boltovskoy y Cataldo (1999), quienes afirman que sus datos no muestran picos asociados con las variaciones térmicas del ambiente. Esta observación, contraria al patrón clásico del crecimiento individual

de bivalvos en general (Vakily, 1992) y a lo observado en *Limnoperna fortunei* en particular, tanto en las investigaciones realizadas en el Río de la Plata como en Japón por Magara y otros (2001), puede deberse a que los autores se basaron en datos obtenidos en relación a un ambiente humano (planta de energía nuclear), con la correspondiente estabilidad ambiental que eso implica en relación con un ambiente natural. Asimismo, sus poblaciones se asientan en superficies artificiales (muestreadores tridimensionales) y no en rocas costeras del Río de la Plata.

Por su parte, estudios realizados en un ambiente humano de clima subtropical, una central hidroeléctrica (Maroñas & Darrigran, 2005), se logró reconocer, al menos, la presencia de seis cohortes en el año, con tasas de crecimiento superiores a las determinadas para la misma especie en clima templado de la misma región neotropical. Se determinó que, dada la tasa de crecimiento, el intervalo de talla más apropiado para realizar este tipo de análisis debe ser de 0,5 mm y no de 1 mm como generalmente se recomienda para otros moluscos. La velocidad de crecimiento y el número de reclutamiento en este tipo de ambiente (ambiente humano, más estable que un ambiente natural), comparado con variaciones climáticas menores en relación con el clima templado, es mayor.

Por su parte, Boltovskoy y Cataldo (1999) estiman en 3 años el tiempo de vida en una planta nuclear en el río Paraná inferior, mientras que Darrigran y Maroñas (2002) en 3,2 años en el Balneario Bagliardi. Asimismo, el tiempo de vida del mejillón dorado para el río Uji, Japón, es de 2 años de vida según Iwasaki y Uryu (1998). En esta última publicación los autores mencionan, además, que en China Central el tiempo de vida es superior a 10 años, y en Corea de 4 a 5 años (Tabla 2). Estas variaciones en las estimaciones del tiempo de vida (entre 2 y 10 años) pueden deberse a diversos factores ambientales, como la temperatura, la producción primaria o abundancia de material orgánico en suspensión en el agua. Por otra parte, cabe recordar el solapamiento de cohortes a partir de los tres años de vida.

### Mecanismo de dispersión

El mejillón dorado emplea mecanismos naturales y no naturales (aquellos vinculados a la actividad del hombre) para su dispersión, tanto en la etapa larval planctónica como en la juvenil-adulta bentónica. Durante la etapa planctónica ocurre la dispersión natural de los estadios larvales por las corrientes de agua. También la dispersión puede ocurrir por la fijación de formas adultas o juveniles a cualquier tipo de elemento flotante o realizarse probablemente, por zoocoria. Sin embargo, este mecanismo natural de dispersión, no fue el principal utilizado por la especie desde su ingreso en la Cuenca del Plata (Darrigran, 2002), donde la mayor dispersión ocurrió a contracorriente. Este hecho se relaciona a la antropocoria, particularmente debido a la fijación a los cascos de las embarcaciones, lo que queda demostrado al analizar la velocidad diferencial de invasión observada en los diferentes ríos de la mencionada cuenca en relación a la navegabilidad relativa de los mismos. Los ríos Paraná y Paraguay, con alta navegabilidad, fueron rápidamente colonizados, mientras que la invasión en el río Uruguay fue posterior debido a su baja navegabilidad (principalmente deportiva). Para más detalles remitirse al Capítulo 6.

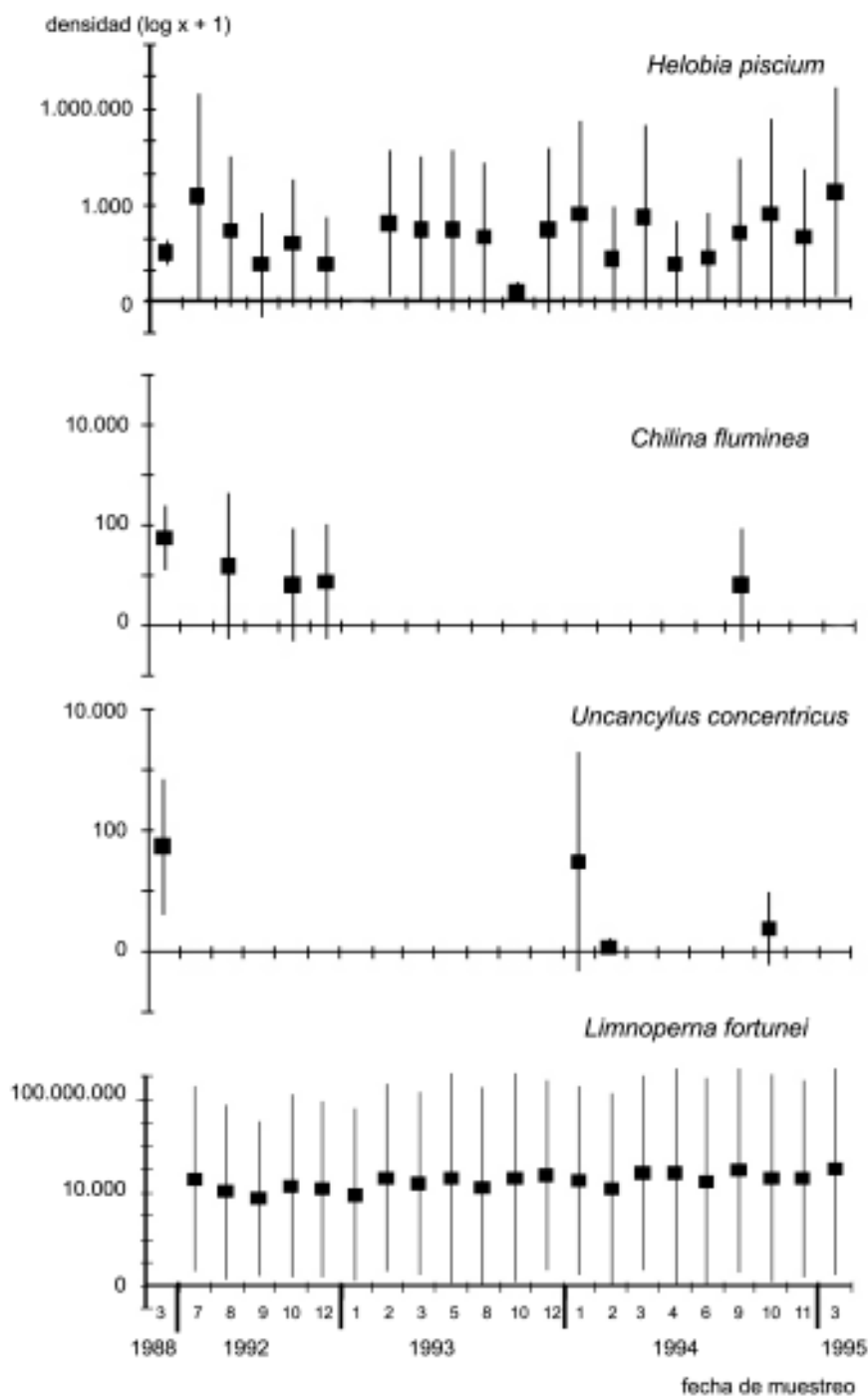
### Impacto negativo en los ecosistemas

El asentamiento reciente de *Limnoperna fortunei* o mejillón dorado (Pastorino y otros, 1993) en las costas de cuerpos de agua continentales de América del Sur, proporciona un impacto ambiental que puede entenderse como negativo, ya sea alterando la dieta de las especies nativas (ver Capítulo 7); favoreciendo el asentamiento de especies no comunes en la Cuenca del Plata, como es el caso del cangrejo malacófago *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, el cual ingresa por el Río de la Plata hasta el delta, encontrándose en sus estómagos restos del mejillón dorado (Cesar y otros, 2003), afectando la tasa de clareado de cuerpos de agua donde se encuentran sus densas poblaciones (ver Capítulo 8) y creando un nuevo microambiente, en donde se produce desplazamiento de especies nativas, como así también el desarrollo de poblaciones de macrofauna bentónica de invertebrados nativos, provocando quizás una homogeneización al ambiente.

En esta sección del presente capítulo, se hará hincapié en los microambientes formados por los densos asentamientos del mejillón dorado. En el litoral rocoso de la localidad donde se citó por primera vez para América la presencia del mejillón dorado, Balneario La Bagliardi, se destaca la fauna de oligoquetos e hirudíneos asociados a las densidades de *Limnoperna fortunei* (Darrigran y otros, 1998). Asimismo, estos asentamientos alteran la composición de la malacofauna nativa (Martín & Darrigran, 1994) provocando un desplazamiento de dos de las tres especies más comunes de gasterópodos características del ambiente rocoso de ese litoral, convirtiendo su presencia en esporádica o accidental. La tercera especie, luego de un marcado decrecimiento en su abundancia en los inicios del asentamiento del mejillón dorado, logra adaptarse y mantenerse como una especie frecuente y densa en el ambiente (Darrigran, 2002; Darrigran & Damborenea, 2005) (Figura 6). Se observa una disminución de las densidades y presencia de *Uncancylus concentricus* (d'Orbigny, 1835) y *Chilina*



*fluminea* (Maton, 1809). Por su parte, la densidad de *Heleobia piscium* (d'Orbigny, 1835) es directamente proporcional a la densidad de *L. fortunei* ( $r: 0,36$ ,  $n: 104$ ,  $P: 0,01$ ) (Darrigran y otros, 1998). Estos datos concuerdan con lo descrito por Ricciardi y otros (1997) en América del Norte, en donde la presencia del mejillón cebra, o *Dreissena polymorpha*, incrementa la riqueza y la abundancia de macroinvertebrados debido a los atributos biológicos que brindan las altas densidades del mejillón (e.g. hábitat creado por el agrupamiento de conchillas, bio-depositación). Las densidades del mejillón cebra alteran las comunidades de macroinvertebrados de sustratos duros, ayudando a los alimentadores de depósitos (e.g. pequeños gasterópodos) y depredadores de invertebrados, desplazando a gasterópodos de mayor tamaño y a ciertos alimentadores de suspensión (Ricciardi y otros, 1997).



**Figura 6.** Variación temporal de la presencia y densidad, expresada en  $\log(x+1)$ , de la malacofauna autóctona asociada al biso de *Limnoperna fortunei* en el Balneario Bagliardi (modificado de Darrigran y otros, 1998).

La fauna de invertebrados bentónicos litorales en el Balneario Bagliardi, previa al asentamiento del mejillón dorado, está descrita, básicamente, en los siguientes trabajos: Darrigran y Rioja (1988); Darrigran (1991, 1994, 1995, 1999); Darrigran y López Armengol (1998); Darrigran y Lagreca (2005); Gullo y Darrigran (1991); Gullo (1995). Estos autores señalan que la fauna de macroinvertebrados presente en sustratos duros litorales del Río de la Plata, era escasa o ausente. Lo mismo sucedía con la macrofauna asentada en las rocas del litoral del Balneario Bagliardi (Río de la Plata), en la cual la presencia del mejillón dorado era escasa (Darrigran & Rioja, 1988; Darrigran, 1991, 1994; Martin & Darrigran, 1994), y luego del asentamiento del mejillón dorado en el litoral rocoso, dicha fauna se corresponde a: Gastropoda; Hirudinea; Oligochaeta; Turbellaria Tricladida; Nematoda; Diptera Chironomidae y Crustacea Tanaidacea, Isopoda y Amphipoda. Las características faunísticas de los gastrópodos e hirudíneos asociados al biso de *L. fortunei*, se detallan en la Tabla 3. Estas características faunísticas (Darrigran, 1991) se obtienen en función a la dominancia (número de individuos de la especie en relación con el número total de individuos) y a la frecuencia (número de muestras donde aparece la especie considerada en relación al número total de muestras). Las especies mejor representadas en el litoral bajo estudio corresponden al gastropoda *Heleobia piscium* y al hirudínea *Gloioibdella michaelsoni* (Blanchard, 1900); estas poblaciones son dominantes, constantes y expansivas. Los hirudíneos *Helobdella adiantola* Ringuélet, 1972 y *Helobdella hyalina* Ringuélet, 1942 son dominantes, constantes y difusos. Las restantes especies de moluscos y los hirudíneos *Helobdella striata* (Ringuélet, 1943) y *H. triserialis triserialis* (Blanchard, 1849), son accidentales. En la Tabla 4 se presentan los datos de dominancia y frecuencia, de la fauna de oligoquetos correspondiente al muestreo de marzo de 1995. Las especies *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862 y *Nais variabilis* Piguët, 1906 son dominantes, constantes y expansivas, mientras que la especie *Dero (Dero) digitata* (Müller, 1773) es accidental.

**Tabla 3.** Características faunísticas de Gastropoda e Hirudinea del Balneario Bagliardi (modificado de Darrigran y otros, 1998).

TAXA	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	Característica
<i>Mollusca Gastropoda</i>			
<i>Heleobia piscium</i>	97,76	76,19	Dominante-Constante-Expansiva
<i>Uncancylus concentricus</i>	0,15	14,28	Accidental-Difusa
<i>Chilina fluminea</i>	1,75	23,80	Accidental-Difusa
<i>Biomphalaria straminea</i>	0,07	4,76	Accidental-Difusa
<i>Annelida Hirudinea</i>			
<i>Gloioibdella michaelsoni</i>	61,67	95,2	Dominante-Constante-Expansiva
<i>Helobdella adiantola</i>	16,97	95,2	Dominante-Constante-Difusa
<i>H. hyalina</i>	13,46	90,4	Dominante-Constante-Difusa
<i>H. simplex</i>	3,58	71,42	Dominante-Constante-Difusa
<i>H. striata</i>	0,21	10,52	Accidental
<i>H. triserialis triserialis</i>	0,59	23,8	Accidental-Difusa
<i>H. triserialis lineada</i>	2,65	33,33	Dominante-Accesoria-Difusa
<i>H. triserialis nigricans</i>	2,98	42,85	Dominante-Accesoria-Difusa

En el trabajo Darrigran y otros (1998), se realizó el muestreo del litoral rocoso de la Bagliardi, con el fin de determinar la heterogeneidad de la macrofauna presente en distintas zonas del área de muestreo (con mayor (A) y menor (B) energía del agua) (Figura 7). De encontrarse diferencias significativas en la composición y estructura del bentos asociado al mejillón dorado, se refutaría la hipótesis de que la franja de altas densidades de *Limnoperna fortunei* (del orden de los 150.000 individuos/m<sup>2</sup>) crea un microambiente estable, independiente del medio en sí. Al tener en cuenta las densidades promedio de oligoquetos e hirudíneos correspondientes al muestreo de marzo de 1995, considerando la variable espacial (muestras provenientes de uno de los extremos del área de muestreo –A = muestras 1, 2, 3- con el otro extremo –B = 4, 5, 6-), no son significativas ( $\chi^2 = 0,062$ ; g.l. = 5;  $P < 0,01$ ). Asimismo, se compararon las densidades promedio de hirudíneos para ambos extremos a partir de enero de 1994 y hasta marzo de 1995 (es decir, tomando en consideración a la variable temporal); tampoco se hallaron diferencias significativas entre ellas ( $\chi^2 = 6,119$ ; g.l. = 1;  $P < 0,01$ ). Por último, las diferencias de los valores de la densidad media de hirudíneos en el total de muestreos realizados, tampoco fueron significativas ( $\chi^2 = 7407$ ; g.l. = 20;  $P < 0,01$ ).

**Tabla 4.** Características faunísticas de Oligochaeta del Balneario Bagliardi, marzo 1995 (modificado de Darrigran y otros, 1998).

TAXA	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	Característica
<b>Annelida Oligochaeta</b>			
<i>Eiseniella tetraedra</i>	4,72	100	Dominante-Constante-Difusa
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	41,8	100	Dominante-Constante-Expansiva
<i>Aulodrilus piguetti</i>	3,43	100	Dominante-Constante-Difusa
<i>Nais variabilis</i>	39,91	100	Dominante-Constante-Expansiva
<i>Pristina leidyi</i>	3,21	33,3	Dominante-Accesoria-Difusa
<i>Dere (Dero) digitata</i>	0,43	16,6	Accidental-Difusa
<i>Pristinilla osborni</i>	2,57	33,3	Dominante-Accesoria-Difusa
<i>Pristinilla jenkinae</i>	1,28	16,6	Dominante-Accidental-Difusa
<b>Annelida Aphanoneura</b>			
<i>Aelosoma sp.</i>	2,57	50	Dominante-Constante-Difusa

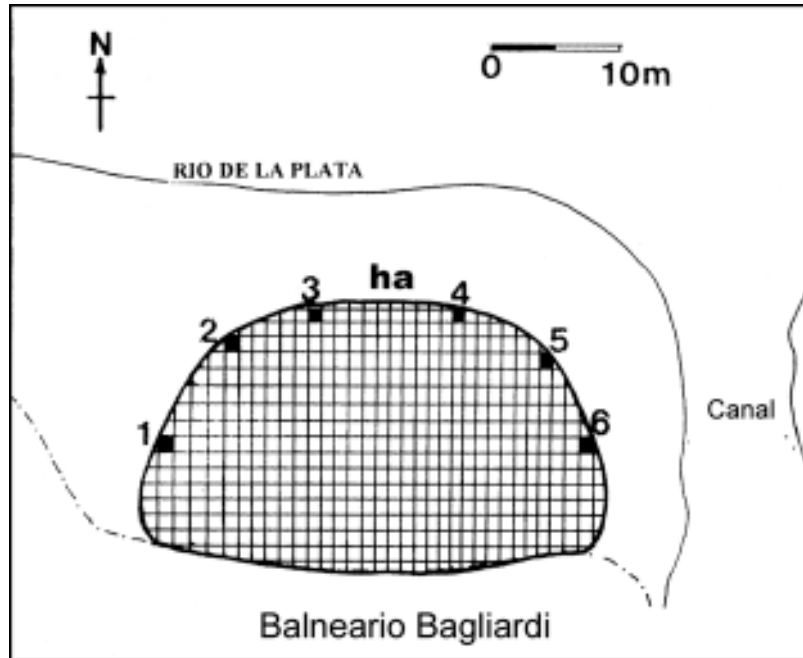
En el estudio de Darrigran y otros (1998), los valores del índice de diversidad de Shannon (H) y de la equitabilidad (J) de los hirudíneos, son muy heterogéneos. El valor del índice de diversidad más elevado para los hirudíneos se registró al inicio de los muestreos (H=0,69) con un J de 0,82. A partir de este muestreo, el valor de H tiende a disminuir (Tabla 5). No obstante, la riqueza específica (S) de la fauna de hirudíneos, aumentó desde el ingreso de *L. fortunei* al ambiente. Gullo y Darrigran (1991) citan solamente dos especies para el área; desde julio de 1992 se encuentran valores de hasta S=7. Asimismo, la densidad de la fauna de hirudíneos es directamente proporcional a la densidad de *L. fortunei* ( $r=0,28$ ;  $n=57$ ;  $P=0,05$ ).

Por su parte, la diversidad y equitabilidad de la fauna de oligoquetos es inversamente proporcional a la abundancia de *L. fortunei* ( $r=-0,86$ ;  $n=6$ ;  $P=0,05$ ). La densidad de los oligoquetos no presenta correlación con la abundancia del mitílido ( $r=0,56$ ;  $n=6$ ;  $P=0,05$ ). Asimismo, cabe destacar que antes de la presencia del mejillón dorado en la Bagliardi, en el litoral rocoso sólo habitaban dos especies de hirudíneos, tres de oligoquetos y una especie de isópodo (Darrigran, 1991). Con posterioridad a la presencia de *Limnoperna fortunei*, el número de hirudíneos aumentó a ocho, el de oligoquetos a ocho, mientras que el de isópodos es nulo.

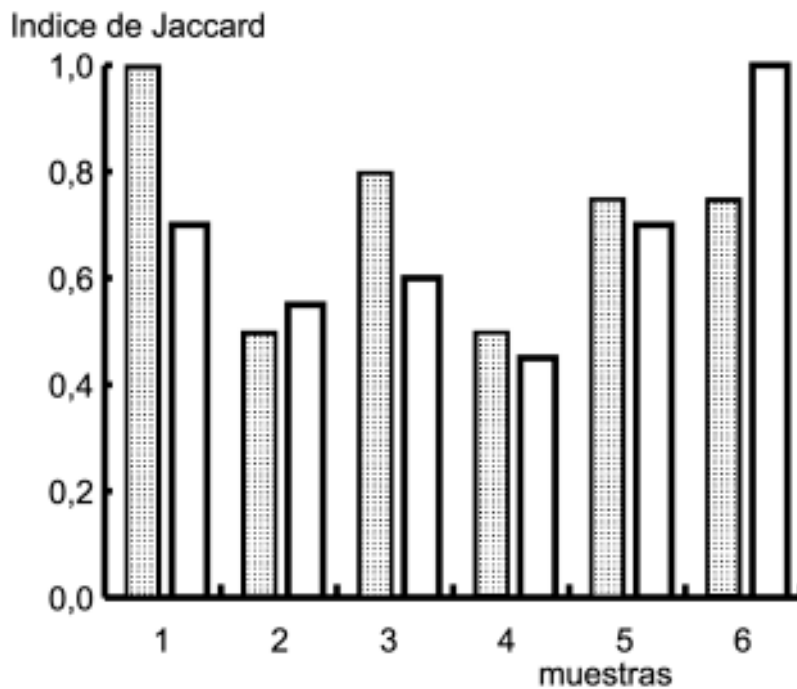
**Tabla 5.** Valores de diversidad (H), equitabilidad (J) y riqueza específica (S) de hirudíneos, en el Balneario Bagliardi, desde 1992 a 1995 (modificado de Darrigran y otros, 1998).

Muestreo	H	J	S
Jul/92	0,69	0,82	7
Ago/92	0,64	0,91	5
Sep/92	0,22	0,72	2
Oct/92	0,4	0,67	4
Dic/92	0,5	0,7	5
Ene/93	0,66	0,94	5
Feb/93	0,45	0,64	5
Mar/93	0,54	0,77	5
May/93	0,09	0,3	2
Ago/93	0,25	0,52	3
Oct/93	0,04	0,13	2
Dic/93	0,5	0,59	7
Ene/94	0,42	0,6	5
Feb/94	0,49	0,63	6
Mar/94	0,46	0,6	6
Abr/94	0,42	0,7	4
Jun/94	0,47	0,79	4
Sep/94	0,19	0,32	4
Oct/94	0,14	0,23	4
Nov/94	0,38	0,54	5
Mar/95	0,59	0,66	6

Para el análisis de la similitud entre las muestras del ambiente rocoso considerado en la Bagliardi (Darrigran y otros, 1998), a través del índice de Jaccard, se comparó la composición faunística de la primera muestra con las restantes y de la última con las restantes, correspondiente al muestreo de marzo de 1995 (Figura 8). Se observa que la diferencia existente entre las muestras de los extremos no es marcada. Asimismo existe una zona intermedia de relativa homogeneidad faunística con valores de J que oscilan entre 0,5 a 0,8.



**Figura 7.** Localización de las muestras en la costa del Balneario Bagliardi, Río de la Plata (modificado de Darrigran y otros, 1998).



**Figura 8.** Comparación de la composición faunística entre la estación 1 y las restantes (en puntos) y la estación 6 y las restantes (en blanco) a partir de las muestras esquematizadas en la Figura 7 realizado en marzo de 1995 (modificado de Darrigran y otros, 1998).

Los resultados detallados en los párrafos anteriores permiten corroborar lo observado por Morton (1977) en relación con el nuevo microambiente creado por *Limnoperna fortunei*. Asimismo, es probable que este microambiente presente características estructurales ambientales tan complejas como las existentes en las comunidades de mitilidos marinos (Paine, 1974; Tsuchiya & Retiere, 1992), y mayor complejidad aún que la simple superficie desnuda que ofrecían las rocas antes de la incorporación de *L. fortunei* al ambiente.

Los incrementos en la densidad promedio de hirudíneos se correlacionan con incrementos en las densidades de *L. fortunei*. Estos aumentos pueden relacionarse con la mayor disponibilidad de alimento (Bij de Vaate y otros, 1993) para el tipo de dieta oportunista de los hirudíneos. *Gloiobdella michaelsoni* se alimenta principalmente de Chironomidae y del planórbido *Biomphalaria* sp. (Ringuelet, 1985), mientras que *Helobdella triserialis* es especialista, alimentándose casi exclusivamente de moluscos.

Asimismo, al aumentar la numerosidad de *Limnoperna fortunei*, el microambiente se hace más favorable a unas pocas especies, las cuales están más densamente representadas que las restantes especies del grupo, como sucede con la fauna de oligoquetos. Este efecto también se observa en los microambientes marinos formados por los bisos de otros mitilidos (Tsuchiya & Retiere, 1992). En un ambiente dulciacuícola, *Dreissena polymorpha* forma también un microambiente adecuado para el asentamiento de una especie del género *Limnodrilus*, quien cumple con el rol de procesar las heces y pseudoheces del medio (Bij de Vaate y otros, 1993) como así también para *Nais variabilis* que se alimenta de detritos y bacterias (Harper y otros, 1981 a, b).

Las especies *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Aulodrilus pigueti* Kowalewski, 1914, *Nais variabilis*, *Dero digitata*, *Pristinilla jenkinsi* (Stephenson, 1931) y *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1867), halladas en esta zona del litoral del Río de la Plata, son cosmopolitas (Brinkhurst & Jamieson, 1971; Martínez Ansemil & Giani, 1987). El microambiente formado en el medio rocoso del Balneario Bagliardi por la alta densidad de *Limnoperna fortunei*, señala una correlación positiva entre ésta y la presencia del gasterópodo *Heleobia piscium*. Sin embargo, fue alterada la presencia y numerosidad del resto de las especies de gasterópodos, *Uncancylus concentricus* y *Chilina fluminea*. Coincidente con la introducción de *L. fortunei*, se detectó sólo la presencia accidental, en un solo muestreo, de otra especie de gasterópodo no común en el ambiente rocoso del Balneario Bagliardi. Esta es el planórbido *Biomphalaria straminea*.

Como se describió anteriormente, la presencia de *Limnoperna fortunei* desempeña un importante rol en el incremento del número de especies en el ambiente rocoso bajo estudio. La estructura de las taxocenosis que conforman los macroinvertebrados asociados a este microambiente, excluyendo a los moluscos, se encuentra favorecida por la presencia y alta densidad de *L. fortunei*. Por el contrario, los gasterópodos nativos presentes en este microambiente sufren, en general, un desplazamiento. No se registra hasta el momento la incorporación de otras especies estables de moluscos.

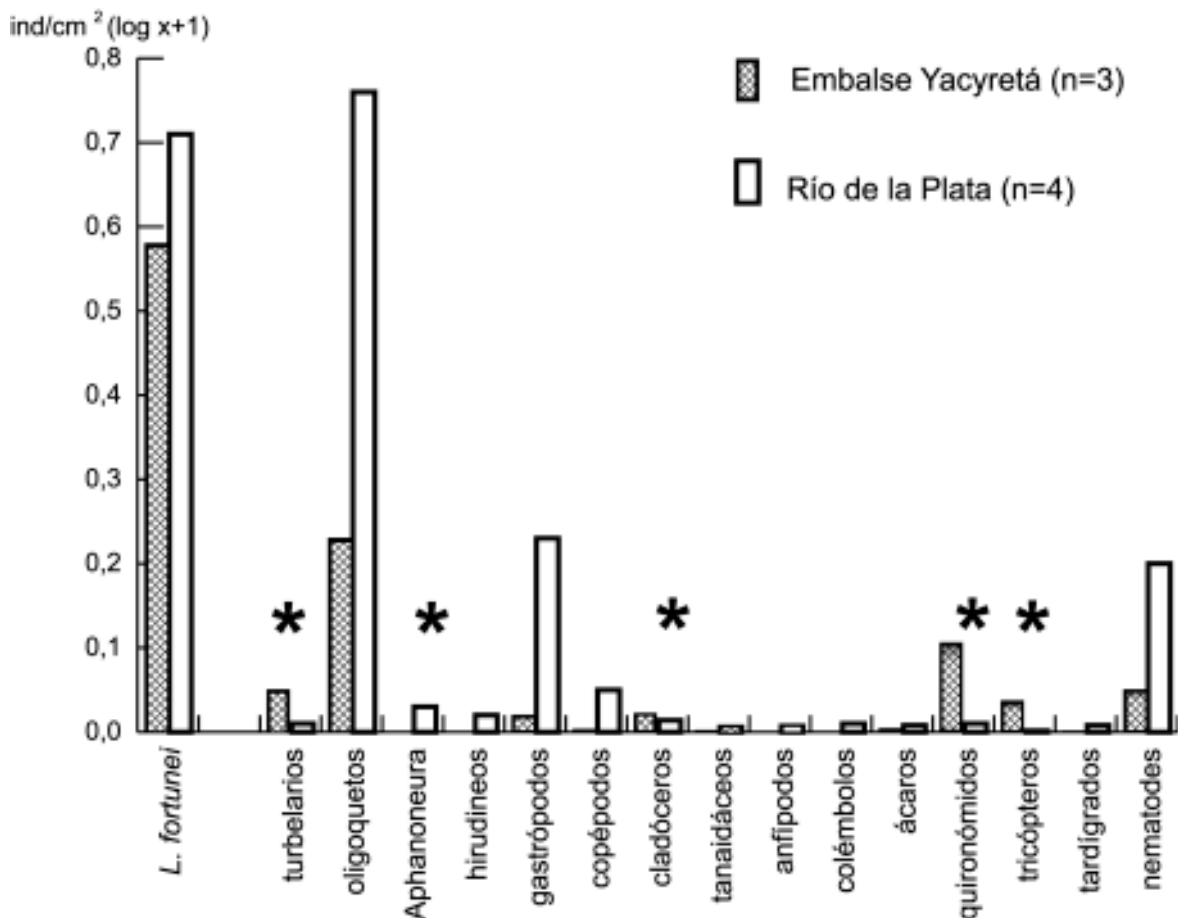
Un estudio preliminar donde se compara la macrofauna de invertebrados asociada al mejillón dorado, entre dos estaciones de muestreo ubicadas en climas distintos (embalse de la Central Hidroeléctrica de Yacretá –clima subtropical- y el Balneario Bagliardi –clima templado-) (Pelichotti y otros, 2002), señala una tendencia a una mayor concentración de especies de la macrofauna en el microambiente en un clima donde la variación térmica es muy marcada (Tabla 6 y Figura 9).

**Tabla 6.** Parámetros de la comunidad bentónica asociada a *Limnoperna fortunei*

Río de la Plata (clima templado)		Embalse Yacretá (clima subtropical)	
Diversidad (H)	1.700	Diversidad (H)	2,175
Riqueza (S)	46	Riqueza (S)	32
Equitabilidad (J)	0,045	Equitabilidad (J)	0,100

Otro impacto directo severo es el ocasionado por el asentamiento sobre las valvas de las náyades nativas (Hyriidae y Mycetopodidae) por el mejillón dorado, provocando, al igual que *Dreissena polymorpha* en el Hemisferio Norte (Ricciardi y otros, 1998), una disminución de esta malacofauna debido a la incapacidad de abrir y cerrar sus valvas por la presencia del mejillón dorado. *D. polymorpha* aceleró la tasa de extinción regional de las náyades en América del Norte (Ricciardi y otros, 1998). El impacto cuantitativo causado por *L. fortunei* sobre las náyades nativas es, hasta el presente, desconocido para la Región Neotropical. Asimismo, el asentamiento del mejillón dorado sobre la fauna no es exclusivo de las náyades nativas; también son afectadas, por ejemplo, *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) (Gastropoda, Ampullariidae) o *Aegla platensis* (Schmitt, 1942) (Anomura Aegliidae), así como también se asienta sobre otra especie invasora en el continente, *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae) (Darrigran, 2002).

El microambiente formado por las altas densidades del mejillón dorado presentaría un medio estructuralmente complejo, lo que está en relación con un incremento en el número de especies (Pianka, 1982), un incremento en la competencia y un aumento en la especialización por el hábitat. Estos temas deberán abordarse en futuras investigaciones.



**Figura 9.** Comparación entre la composición y densidad media (ind/cm<sup>2</sup>) de taxones de invertebrados bentónicos asociados al biso de *Limnoperna fortunei* en dos localidades, una de clima subtropical (Embalse de Yacyretá, Argentina-Paraguay) y otra de clima templado (Río de la Plata, Argentina); n: número de muestras; \*: diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) (modificado de Pelichotti y otros, 2002).

## REFERENCIAS

- BIJ DE VAATE, H., H. REEDERS, E. VAN NES & R. NOORDHUIS. 1993. Colonization, Ecology and Positive Aspects of Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*) in The Netherlands. In: Nalepa, T. & W. Schloesser. (ed.) *Zebra mussels: biology, impacts, and control*. Lewis Publisher, Boca Raton, 508 pp.
- BOLTOVSKOY, D. & D. CATALDO. 1999. Population Dynamics of *Limnoperna fortunei*, an Invasive Fouling Mollusc, in the Lower Paraná River (Argentina). *Biofouling* 14(3):255-263.
- BRINKHURST, R. O., & B. G. M. JAMIESON. 1971. *Aquatic Oligochaeta of the world*. University of Toronto Press, Toronto, ON, and Buffalo, NY. 860pp.
- CASTELLANOS, Z. & N. LANDONI. 1995. Mollusca Pelecypoda y Gastropoda. En: E. Lopretto y G. Tell (dirs.) *Ecosistemas de Aguas Continentales. Métodos para su estudio*. Tomo 2. Ediciones Sur. La Plata. pp. 759-801.
- CATALDO, D., D. BOLTOVSKOY, J. L. HERMOSA & C. CANZI. 2005. Temperatura-dependent larval development rates of *Limnoperna fortunei* (Mollusca, Bivalvia). *Journal of Molluscan Studies* 71(1): 41-46.

- CESAR, I., ARMENDÁRIZ, L. OLALLA, N. & A. TABLADA. 2003. The blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Decapoda, Portunidae) in the Río de la Plata, Argentina. *Crustaceana* 76 (3): 377-384.
- CHOI, S. S. & J. S. KIM. 1985. Studies on the metamorphosis and the growth of larva in *Limnoperna fortunei*. *Korean Journal Malacology* 1(1):13-18.
- DARRIGRAN, G. 1991. *Aspectos Ecológicos de la Malacofauna Litoral del Río de la Plata. República Argentina*. Tesis Nro. 568. Facultad Ciencias Naturales y Museo (UNLP) La Plata. Inédito.
- DARRIGRAN, G. 1994. Composición de la malacofauna litoral del estuario del Río de la Plata, República Argentina. *Tankay* 1:147-149.
- DARRIGRAN, G. A. 1995. Distribución de tres especies del género *Heleobia* Stimpson, 1865 (Gastropoda, Hydrobiidae) en el litoral argentino del Río de la Plata y arroyos afluentes. *Iheringia* 78:3-8 Porto Alegre, Brasil
- DARRIGRAN, G. A. 1999. Longitudinal distribution of molluscan communities in the Río de la Plata estuary as indicators of environmental conditions. *Malacological Review suppl. Freshwater Mollusca* 8:1-12. USA
- DARRIGRAN, G. 2002. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasions* 4:145-156.
- DARRIGRAN, G. & M.C. DAMBORENEA. 2005. A bioinvasion history in South America. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), the golden mussel. *American Malacological Bulletin* 20:105-112.
- DARRIGRAN, G. A. & I. EZCURRA DE DRAGO. 2000. Invasion of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in America. *Nautilus* 114 (2): 69-74.
- DARRIGRAN, G. & M. LAGRECA. 2005. Moluscos Litorales del Estuario del Río de la Plata. Argentina. Serie Técnica y Didáctica n° 8. Versión Electrónica. *ProBiota* (ISSN 1515-9329). FCNyM (UNLP).
- DARRIGRAN, G. A. & M. F. LOPEZ ARMENGOL. 1998. Composition, structure and distribution of malacofauna living on a hard substrate at the Argentinian shore of Río de la Plata, Argentina. *Gayana* 62(1):79-89. Chile.
- DARRIGRAN, G. & M. E. MAROÑAS. 2002 Crecimiento valvar de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae) de una localidad de clima templado de la región neotropical. V Congreso Latinoamericano de Malacología -CLAMA- Res 56b 30/6 al 4/7 del 2002. San Pablo Brasil.
- DARRIGRAN, G. A. & S. RIOJA. 1988. Distribución y selección de ambientes de los isópodos talasoides del Río de la Plata, República Argentina. *Neotropica* 36(92):105-114.
- DARRIGRAN, G. A., S. M. MARTIN, B. GULLO & L. ARMENDARIZ. 1998. Macroinvertebrados associated to the byssus of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Pelecípoda, Mytilidae). Río de la Plata, Argentina. *Hydrobiología* 367:223-230. Bélgica.
- DARRIGRAN, G. A., P. PENCHASZADEH & M. C. DAMBORENEA. 1999. The reproductive cycle of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) from a neotropical temperate locality. *Journal Shellfish Research* 18(2):361-365. USA.
- DARRIGRAN, G. A., M. C. DAMBORENEA, P. PENCHASZADEH & C. TARABORELLI. 2003. Adjustment of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae) after ten years of invasion in the Americas. *Journal of Shellfish Research* 22 (1): 141-146.
- GULLO, B. S. 1995. Composición de la hirudofauna asociada al biso de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Pelecípoda, Mytilidae) en el Balneario Bagliardi, Río de la Plata, República Argentina. Resúmenes XVII Reunión Argentina de Ecología. Mar del Plata.
- GULLO, B. & G. A. DARRIGRAN. 1991. Distribución de la fauna de hirudíneos litorales del estuario del Río de la Plata, República Argentina. *Biología Acuática*. Notas Científicas II Reunión Argentina de Limnología 15(2): 216-217. La Plata
- HARPER, R. M., J. C. FREY & M. A. LEAMER. 1981a. A bacteriological investigation to elucidate the feeding, biology of *Nais variabilis* (Oligochaeta: Naididae). *Freshwater Biology* 11: 227-236.
- HARPER, R. M., J. C. FREY & M. A. LEAMER. 1981b. Digestion of bacteria by *Nais variabilis* (Oligochaeta) as established by autoradiography. *Oikos* 36(2):211-218.
- IWASAKI, K. & Y. URYU. 1998. Life cycle of a freshwater Mytilid mussel, *Limnoperna fortunei*, in Uji River, Kyoto. *Venus* 57:105-113.
- KROMMENHOEK, W. 1996. About Groth Patterns in Gastropods and Bivalves. *Of Sea and Shore* 19(2): 114-116.

- 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 Water Supply Research and Technology AQUA* 50 (3):113-124.
- MAROÑAS, M. & G. DARRIGRAN. 2005. Crecimiento del mejillón dorado en un ambiente humano de clima subtropical. III Congreso Argentino de Limnología. 30 de octubre al 3 de noviembre de 2005, Chacomus. Argentina.
- MAROÑAS, M., G. DARRIGRAN & G. BRECKON. 1997. Relación de la densidad con los parámetros valvares de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), en el Río de la Plata. II Congreso Arg. Limnología. 21/9/97. Bs. As.
- MAROÑAS, M., G. A. DARRIGRAN, E. SENDRA, & G. BRECKON. 2003. Shell growth of the golden mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), from a Neotropical temperate locality. *Hydrobiologia* 495:41-45.
- MARTIN, S. & G. A. DARRIGRAN. 1994. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) en el Balneario Bagliardi, Río de la Plata. Alteración en la composición de la malacofauna litoral. *Tankay* 1:164-166.
- MARTINEZ ANSEMIL, E & N. GIANI. 1987. The distribution of aquatic oligochaetes in the south and eastern Mediterranean area. *Hydrobiologia* 155:293-303.
- MATSUI, Y., K. NAGAYA, A. YUASA, H. NARUTO, H. YAMAMOTO, K. OHKAWA & Y. MAGARA. 2001. Attachment strength of *Limnoperna fortunei* on substrates, and their surface properties. *Biofouling* 17(1):29-39.
- MORTON, B. 1973. Some aspects of the biology and functional morphology of the organs of feeding and digestion of *Limnoperna fortunei* (Dunker) (Bivalvia: Mytilacea). *Malacologia* 12 (2):265-281.
- MORTON, B. 1977. The population dynamics of *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) (Bivalvia: Mytilacea) in Plove Cove Reservoir, Hong Kong. *Malacologia* 16 (1):165-182.
- MORTON, B. 1982. The reproductive cycle in *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) fouling Hong Kong's raw water supply system. *Oceanol Limnol Sin* 13: 312-325.
- NAGAYA, K., Y. MATSUI, K., H OHIRA, A. YUASA, H. YAMAMOTO, K. OHKAWA & Y. MAGARA. 2001. Attachment strength of an adhesive nuisance mussel, *Limnoperna fortunei*, against water flow. *Biofouling* 17:263-274.
- PAINE, R. T. 1974. Intertidal Community structure: experimental studies on the relationship between a dominant competitor and its principal predator. *Oecologia* 15: 93-120.
- PASTORINO, G., G. A. DARRIGRAN, S. M. MARTIN. & L. LUNASCHI. 1993. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo Bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. *Neotropica* 39(101-102):34 La Plata.
- PELICHOTTI, P., C. DAMBORENEA & G. DARRIGRAN. 2002. Variaciones espaciales de la composición y estructura de la macrofauna asociada a *Limnoperna fortunei* (Bivalvia Mytilidae) en la cuenca del plata. V Congreso Latinoamericano de Malacología -CLAMA Res.59. 30/6 al 4/7 del 2002. San Pablo Brasil.
- PIANKA, E. R. 1982. *Ecología Evolutiva*. Ediciones Omega. Barcelona. 365 pp.
- RICCIARDI, A., WHORISKEY, F. G. & RASMUSSEN, J. B. 1997. The role of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in structuring macroinvertebrate communities in hard substrata. *Can. J. Aquat. Sci.* 54: 2596-2608.
- RICCIARDI, A., R. J. NEVES & J. B. RASMUSSE. 1998. Impending extinctions of North American freshwater mussels (Unionoidea) following the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion. *Journal of Animal Ecology* 67: 613-619.
- RINGUELET, R. 1985. Annulata Hirudinea. En: Castellanos, Z. *Fauna de Agua Dulce de la República Argentina*. 27(1). FECIC, Buenos Aires. 321 pp.
- SANTOS, C. P. DOS, WURDIG, N. L. & MANSUR, M. C. D. 2005. Fases larvais do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na Bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 22 (3): 702-708.
- TSUCHIYA, M. & C. RETIERE. 1992. Zonation of Intertidal Organisms and Community Structure of Small Animals Associated with Patches of the Mussel *Mytilus edulis* L. along the Rocky Coast of Dinard, Brittany, France. *Bulletin of the College of Science University of the Ryukyus* 54:47-81.
- VAKILY, I. M. 1992. Determination and comparison of bivalve growth, with emphasis on Tailand and other tropical areas. ICLARM Tech. Rep. 36, 125p.