

## Morfometría geométrica como herramienta de análisis del bivalvo invasor *Limnoperna fortunei*. Segovia Noelia

Facultad de Humanidades y Ciencias (FHUC-UNL)  
Instituto Nacional de Limnología (INALI, CONICET-UNL)  
Directora: Montalto Luciana  
Codirector: Giri Federico

Área: Ciencias Biológicas

Palabras claves: bivalvo invasor, forma de valva, río Paraná

### INTRODUCCIÓN

*Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) es un bivalvo de la familia Mytilidae, originario del sureste asiático que fue introducido accidentalmente en el estuario del Río de la Plata a principios de los 90 a través de las aguas de lastre de embarcaciones transoceánicas (Pastorino *et al.* 1993). Posteriormente, colonizó el río Paraná y sus tributarios, así como el río Uruguay y el río Paraguay (Oliveira *et al.* 2015). Debido a la plasticidad fenotípica de *L. fortunei*, recientemente se han descrito, diferencias en las proporciones ancho-largo y ancho-alto de sus valvas, en relación con los sólidos suspendidos, la anoxia y la elevada contaminación registrada en algunas de las poblaciones estudiadas (Paolucci *et al.* 2014, Paolucci 2020). Para el Paraná Medio, se han propuesto dos morfotipos en relación con la presencia de pelos bisales sobre las valvas, con producción en ambientes leníticos y sin producción en ambientes lóticos (Montalto & Rojas Molina 2014).

La morfometría geométrica es el estudio de la variación de tamaño y forma y de su covariación con otras variables. Este método representa la forma utilizando landmarks, entendidos como puntos anatómicos homólogos en una estructura (Bookstein 1991, Lele & Richtsmeier 2001). La forma y el tamaño pueden analizarse de manera independiente o integrada a partir de una configuración de landmarks.

En moluscos bivalvos se ha utilizado la morfometría geométrica como método para el análisis de poblaciones de *Corbicula* spp., *Anadra tuberculosa*, *A. similis*, *Ameghinomya antiqua* (Sousa *et al.*, 2007; Aldas *et al.* 2024; Márquez *et al.*, 2010) y también se ha usado en estudios paleontológicos y taxonómicos en *Brachidontes* (Mytilidae) (Aguirre *et al.*, 2006). Sin embargo, no se registran estudios sobre morfometría geométrica en *L. fortunei*.

**Título del proyecto:** *Limnoperna fortunei* como bioindicador de contaminación acuática: evaluación de respuestas bioquímicas, fisiológicas y comportamentales en diferentes condiciones ambientales

**Instrumento:** CAI+D50620190100047LI

**Año convocatoria:** 2020

**Organismo financiador:** UNL

**Directora:** Rojas Molina Florencia

### OBJETIVO GENERAL

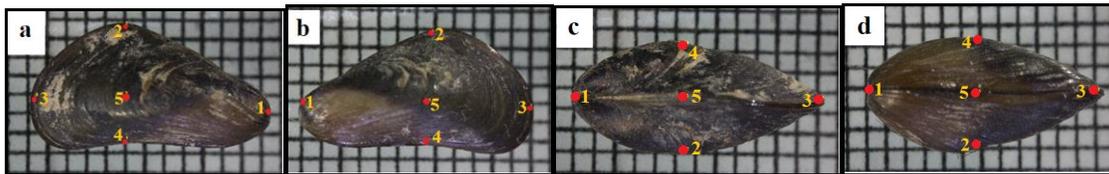
Estudiar poblaciones del bivalvo invasor *Limnoperna fortunei* a fin de describir las variaciones de forma y tamaño presentes en individuos de la especie.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir configuraciones de landmarks en diferentes vistas externas de las valvas de *L. fortunei*
2. Cuantificar y describir las diferencias interpoblacionales de tamaño y forma en valvas de *L. fortunei* considerando diferentes vistas.

## METODOLOGÍA

Se seleccionaron individuos fijados y conservados en alcohol etílico al 80% de 2 sitios correspondientes a los tramos medio (ciudad de Corrientes) e inferior del río Paraná (ciudad de San Pedro, provincia de Buenos Aires). Se separaron al azar 30 ejemplares de cada sitio considerando un amplio rango de talla. De cada individuo, se tomaron fotos de las cuatro caras externas de las valvas (lateral derecha, lateral izquierda, dorsal y ventral) (Fig. 1) utilizando una cámara Canon EOS Rebel T2i DSLR montada sobre una lupa Leica S8 APO. Para los ejemplares que superaron los 12 mm en su máxima longitud lineal, se utilizó una cámara Sony 377 DSC-HX400V montada sobre un trípode. Se empleó el programa TpsDig2 versión 2.32 (Rohlf, 2021) para la digitalización de cinco landmarks (lm) por cada una de las vistas (Fig. 1). En las 4 vistas, lm1 es anterior, lm2 es dorsal, lm3 es posterior y lm4 es ventral. Landmark1 y lm3 representan el largo máximo y los lm 2 y 4 el alto máximo. El lm 5 es el punto de convergencia entre el largo máximo y el alto máximo.

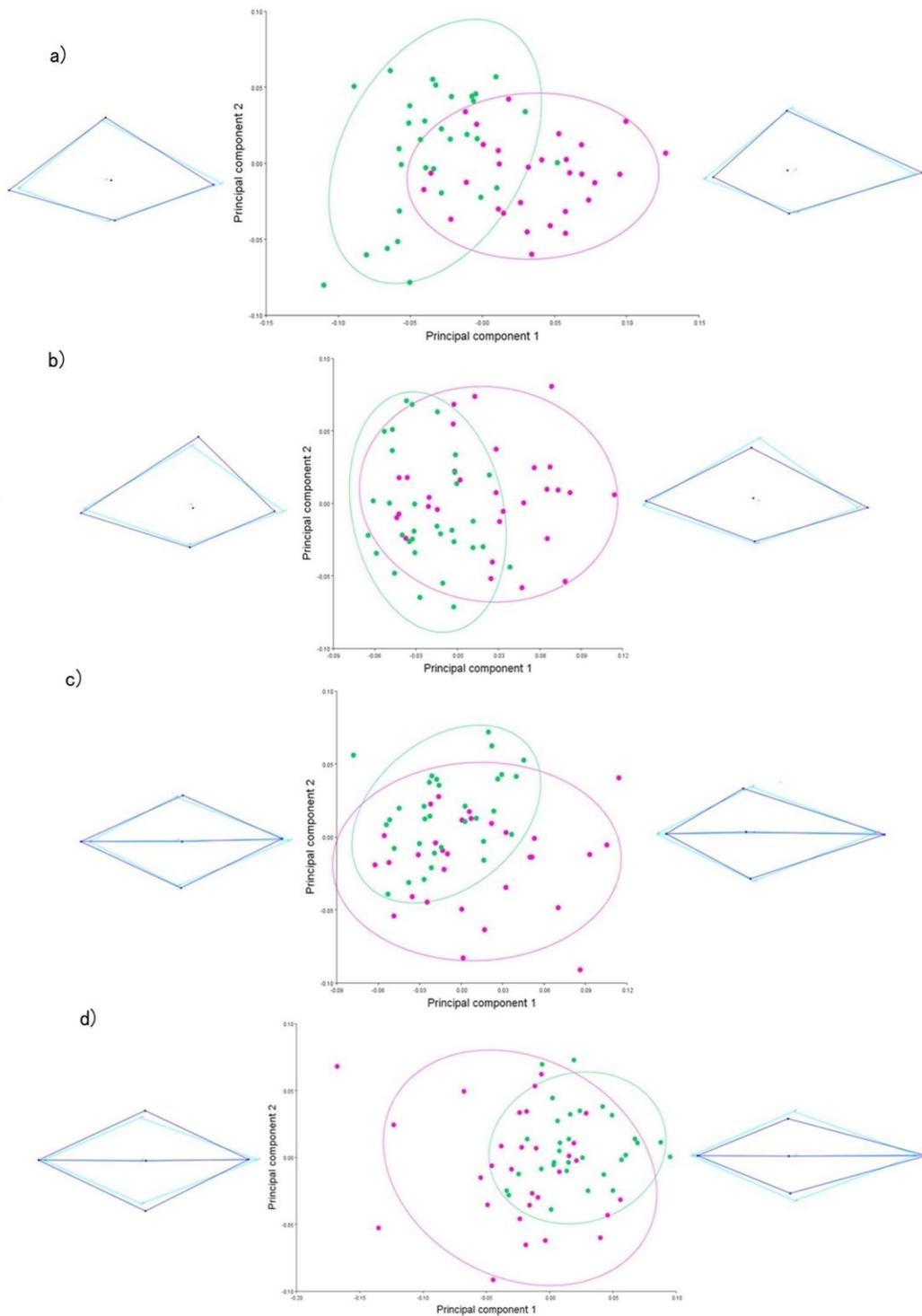


**Figura 1.** Imagen de las 4 vistas externas de las valvas de *L. fortunei* y ubicación de los landmarks (1, 2, 3, 4 y 5): **a)** vista lateral derecha **b)** vista lateral izquierda, **c)** vista dorsal y **d)** vista ventral, todas correspondientes a un ejemplar de la ciudad de San Pedro.

Los datos se analizaron con Análisis de Componentes Principales (ACP) (programa MorphoJ, versión 1.07a, Klingenberg, 2011). Se comparó el tamaño de los ejemplares entre las poblaciones mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis mediante el lenguaje R (2024).

## RESULTADOS

Los ACP explicaron entre el 40-57% de la variación de las formas valvares (Fig. 2), observándose individuos con características de forma propia de la población de procedencia y también un área variable de superposición de formas entre individuos de las dos poblaciones. En las estructuras de deformación de las vistas lateral derecha, izquierda y dorsal (Fig. 2a, b y c) se observó que los individuos de San Pedro son más alargados (estilizados) respecto de los ejemplares de Corrientes, mientras que en la vista ventral no se observó este patrón (Fig. 2d). En los ejemplares de San Pedro el punto de convergencia (lm5) está desplazado hacia el lm3 en la vista lateral derecha (Fig. 2a) y hacia lm1 en la vista dorsal y ventral (Fig. 2c y d), respecto de los ejemplares de Corrientes. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tamaños de los ejemplares de las poblaciones estudiadas ( $p \geq 0.05$ ).



**Figura 2.** ACP de la vista lateral derecha (a), lateral izquierda (b), dorsal (c) y ventral (d) de las valvas de *L. fortunei*. Ordenamiento (centro) (rosado= San Pedro, verde= Corrientes). Estructura de deformación PC1 negativo (izquierda) y estructura de deformación PC1 positivo (derecha) (celeste= configuración de consenso, azul= “target”).

## CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo representa el primer análisis de morfometría geométrica para la especie. Los resultados obtenidos demuestran que los ejemplares de la población de San Pedro presentaron mayor variabilidad en las formas externas de las valvas que los ejemplares de Corrientes. La morfometría geométrica podría resultar una herramienta de análisis valiosa para el estudio de esta especie.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aldás, A.S., Grimón, R.R., Moreno, J. and Chollet-Villalpando, J.G.** 2024. Análisis de la forma de la concha de *Anadara tuberculosa* como indicador de contaminación en manglares.: Forma de concha de *A. tuberculosa* y contaminación en manglares. CICIMAR Océan, 38, 7-18.
- Aguirre, L., Pérez, S. and Sirch, Y.** 2006. Morphological variability of *Brachidontes swainson* (*Bivalvia, Mytilidae*) in the marine Quaternary of Argentina (SW Atlantic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 239: 100-125.
- Bookstein F.L.** 1991. Thin-Plate splines and the atlas problem for biomedical images. In: Colchester, A.C.F., Hawkes, D.J. (Eds) *Information Processing in Medical Imaging*. IPMI 1991. Lecture Notes in Computer Science, vol 511. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Klingenberg, C.P.** 2011. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular ecology resources*, 11(2), pp.353-357.
- Lele S.R. and Richtsmeier J.T.** 2001. *An Invariant Approach To Statistical Analysis of Shapes*. New York: Chapman Hall/CRC. p328 .
- Márquez, F., Robledo, J., Peñaloza, G.E and S. Van der Molen, S.** 2010. Use of different geometric morphometrics tools for the discrimination of phenotypic stocks of the striped clam *Ameghinomya antiqua* (*Veneridae*) in north Patagonia, Argentina. *Fish. Res.*, 101: 127-131.
- Montalto, L. and Rojas Molina, F.M.** 2014. Byssal hairs in the invasive Asian freshwater bivalve *Limnoperna fortunei* (*Mytilidae*) in the Paraná River system with comments on this species in South America; Taylor & Francis; *Molluscan Research*; 34; 2; 4, 127-138
- Oliveira M.D., Campos M.C.S., Paolucci E., Mansur M.C.D., and Hamilton S.K.** 2015. Colonization and spread of *Limnoperna fortunei* in South America, p. 333-355. En: D. Boltovskoy (ed.), *Limnoperna fortunei: the ecology, distribution and control of a swiftly spreading invasive fouling mussel*. Springer, Berlin.
- Paolucci, E.M., Sardiña, P., Sylvester, F., Perepelizin, P.V., Zhan, A., Ghabooli, S., Cristescu, M.E., Oliveira, M.D., and Macisaac, H.J.** 2014. Morphological and genetic variability in an alien invasive mussel across an environmental gradient in South America. En: *Limnology and Oceanography*, 59(2), 400-412.
- Paolucci, E.M.** 2020. Ventajas y límites de la variabilidad morfofisiológica para el establecimiento, la colonización y la expansión del bivalvo invasor *Limnoperna fortunei* en Sudamérica. *INNOTEC*, (21 ene-jun), 153-178.
- Pastorino G., Darrigran G., Martin S. and Lunaschi L.** 1993. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1957) (*Mytilidae*) nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. *Neotropica* 39: 101-102.
- R Core Team (2024).** *\_R: A Language and Environment for Statistical Computing\_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- Rohlf F. J.** 2021. TPSDig versión 2.32. Tps serie softwares. Available at [http:// life.bio.sunysb.edu/morph/](http://life.bio.sunysb.edu/morph/)
- Sousa, R., Freire R., Rufino M., Méndez J., Gaspar, M., Antunes C and Guilhermino L.** 2007. Genetic and shell morphological variability of the invasive bivalve *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in two Portuguese estuaries. *Est., Coast. Shelf Sci.*, 74: 166-174.