

DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA Y ÁREA DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL MEGAMOLUSCO TERRESTRE *MEGALOBULIMUS LORENTZIANUS* (DOERING, 1876) (GASTROPODA: PULMONATA) EN AMÉRICA DEL SUR

Ariel Aníbal Beltramino

División Zoología Invertebrados, Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo - UNLP. Paseo del Bosque s/n°, B1900FWA, La Plata, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Correspondencia: abeltramino@fcnym.unlp.edu.ar - beltraminoariel@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Megalobulimus lorentzianus (Doering, 1876) (Gastropoda: Pulmonata) pertenece a la familia Megalobulimidae Leme, 1973 (Mansur y Leme, 1996). Su único género, *Megalobulimus* Miller, 1878, representa a los moluscos terrestres más grandes del Neotrópico (50 a 160 mm; Bequaert, 1948; Leme, 1973). Se caracterizan por presentar hábitos nocturnos (Bequaert, 1948; Almeida y Almeida Bessa, 2001), permaneciendo enterrados en el suelo u hojarasca durante el día y en periodos de estivación (Bequaert, 1948). Son hermafroditas, iteróparos con periodicidad anual y presentan un ciclo de vida largo, que puede alcanzar en algunas especies hasta 20 años (Pinto *et al.*, 1984; Horn *et al.*, 2005; Fontenelle y Miranda, 2012).

sección contigua del sur de Bolivia...”; la cual es ajustada para la Argentina en Parodiz (1957) y Fernández (1973), en cuyos catálogos de la malacofauna terrestre de nuestro país mencionan que la especie se distribuye “...desde Salta hasta Córdoba...”.

Para Bequaert (1948) y Leme (1973), *Megalobulimus* es un grupo de especies estrechamente relacionadas con caracteres similares, y la distribución de cada una de sus especies debe ser objeto de investigación para aportar al entendimiento de sus relaciones y sistemática. Por lo antes expuesto, en esta nota se compilan los registros de presencia de *M. lorentzianus* y se presentan por primera vez mapas de su distribución histórica, así como de su área de distribución potencial predicha a partir de un modelo bioclimático.



Figura 1. Ejemplar de *Megalobulimus lorentzianus* procedente de la zona de Mar Chiquita, Córdoba, Argentina. Vista lateral.

Hacia finales de la década de 1940, 20 especies válidas fueron reconocidas para el género (Bequaert, 1948), mientras que recientemente Borda y Ramírez (2013) refieren 81 especies descriptas; diez de las cuales tienen registros para la Argentina (Parodiz, 1957; Fernández, 1973; Simone y Leme, 1998; Borda y Ramírez, 2013). Entre estas últimas, *Megalobulimus lorentzianus* (Doering, 1876) (Fig. 1) es una de las primeras donde se realizaron descripciones morfológicas y anatómicas (Hylton Scott, 1939). Este trabajo pionero, junto al de Baker (1926), se consideran obras influyentes en los subsiguientes abordajes anatómicos de los integrantes de la familia Megalobulimidae e incluso de la superfamilia Strophocheiloidae Pilsbry, 1902 a la que pertenece (*e.g.* Leme, 1973, 1989; Pena *et al.*, 2004; Borda *et al.*, 2010; Borda y Ramírez, 2013).

La descripción original de *M. lorentzianus* estuvo basada en ejemplares procedentes de las sierras de Tucumán, Salta y Jujuy (Doering, 1876); y su distribución según Bequaert (1948) está restringida a “...una pequeña área en el noroeste de Argentina y la

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio, datos de presencia y mapeo de distribución histórica

El área de estudio incluyó a todos los países de América del Sur. Los datos de presencia para *M. lorentzianus* (N = 25) se obtuvieron de la literatura científica. Dado que las coordenadas geográficas no fueron proporcionadas como parte de los registros originales, las mismas se derivaron secundariamente (Tabla 1) utilizando el método de punto-radio (Wieczorek *et al.*, 2004). Los registros duplicados y ambiguos fueron descartados. El mapeo de la distribución histórica a partir de los registros obtenidos se realizó mediante ArcGIS v.9.3 (ESRI, 2008).

Modelado bioclimático

Para estimar el área distribución potencial (ADP) se utilizaron 19 variables bioclimáticas y una topográfica (altitud) como predictores, a una resolución espacial de 30 arco segundos (aprox. 1 km²) (Tabla 2) y obtenidas de WorldClim v.1.4. (www.worldclim.org). Todas las capas climáticas fueron recortadas para ajustarse al área de estudio. La distribución potencial fue modelada mediante el algoritmo MaxEnt v.3.3.3a (Phillips *et al.*, 2004, 2006). El 75% de los registros de presencia se utilizaron para el entrenamiento del modelo y el 25% restante en su validación. El modelo se computó como "logístico" y su consistencia se evaluó mediante el Área Bajo la Curva (AUC). Este índice puede tomar valores entre 0,5 (sin predictibilidad) y 1 (predictibilidad perfecta), donde valores por encima de 0,8 indican una buena predicción (Vogler *et al.*, 2013). Finalmente, el modelo fue reclasificado para producir un mapa binario de áreas bioclimáticamente adecuadas para la especie, empleando el umbral *10 percentile training presence* (McFarland *et al.*, 2013). Este mapa fue así utilizado para estimar el ADP en relación con la superficie total de América del Sur mediante ArcGIS v.9.3 (ESRI, 2008).

Tabla 1. Registros de presencia de *Megalobulimus lorentzianus* empleados para mapear su distribución.

#	LOCALIDAD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ERROR	REFERENCIAS
Bolivia				
Tarija				
1	64 km noreste de Villamontes, Provincia del Chaco	21°00'16"S - 62°54'43"W	10 km	Bequaert (1948)
2	Loma de Ipaguazú, noreste de Yacuiba	21°51'10"S - 63°30'56"W	10 km	Bequaert (1948)
3	Yacuiba	21°59'59"S - 63°40'20"W	6 km	Bequaert (1948)
Argentina				
Salta				
4	San Ramón de la Nueva Orán	23°08'13"S - 64°19'12"W	3 km	Fernández (1973)
5	Cerro Maldonado, PN El Rey	24°49'51"S - 64°40'40"W	10 km	Fernández y Rumi (1984)
6	El Quebrachal	25°20'05"S - 64°01'07"W	2 km	Fernández (1973)
7	Cafayate	26°02'18"S - 65°57'43"W	5 km	Fernández (1973)
Jujuy				
8	Viñalito	23°39'46"S - 64°24'47"W	2 km	Hylton Scott (1939)
9	Fraile Pintado	23°56'31"S - 64°48'03"W	2 km	Fernández (1978)
10	Termas del Palmar	24°11'41"S - 64°36'30"W	10 km	Fernández (1973)
11	Puesto Viejo	24°29'31"S - 64°57'46"W	2 km	Fernández (1973)
12	Pampa Blanca	24°31'53"S - 65°04'28"W	1 km	Fernández (1973)
13	Río Grande	24°10'26"S - 65°18'29"W	7 km	Fernández (1973)
14	San Salvador de Jujuy	24°11'23"S - 65°18'21"W	6 km	Bequaert (1948)
Tucumán				
15	Cadillal	26°37'49"S - 65°11'36"W	2 km	Bequaert (1948); Fernández (1973)
16	San Miguel de Tucumán	26°49'31"S - 65°13'23"W	10 km	Bequaert (1948); Vasta <i>et al.</i> (1976)
Catamarca				
17	Guayamba	28°20'40"S - 65°23'53"W	2 km	Fernández (1973)
18	San Fernando del Valle de Catamarca	28°28'08"S - 65°46'44"W	5 km	Fernández (1973)
Santiago del Estero				
19	Desvío Lajita Mauca	28°11'39"S - 63°04'48"W	1 km	Fernández (1973)
20	Añatuya	28°27'35"S - 62°50'06"W	2 km	Fernández (1973)
21	Tacañitas	28°37'29"S - 62°36'14"W	1 km	Fernández (1973)
22	Pinto	29°08'40"S - 62°39'28"W	2 km	Fernández (1973)
Córdoba				
23	Mar Chiquita	30°16'11"S - 63°17'31"W	10 km	Hylton Scott (1939); Fernández (1973)
Chaco				
24	Pte. Roque Sáenz Peña	26°47'14"S - 60°26'16"W	3 km	Bequaert (1948)
25	Napalpi	26°57'25"S - 60°12'10"W	1 km	Fernández (1973)

Tabla 2. Variables bioclimáticas usadas en el desarrollo del modelo. Las temperaturas están expresadas en °C *10, precipitaciones en mm, y elevación en m sobre el nivel del mar.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Alt	Altitud
Bio1	Temperatura media anual
Bio2	Rango de temperatura diurna media (T° máxima – T° mínima)
Bio3	Isotermalidad (Bio2 / Bio7) * 100
Bio4	Estacionalidad de temperatura (desviación estándar * 100)
Bio5	Temperatura máxima del mes más caliente
Bio6	Temperatura mínima del mes más frío
Bio7	Rango de temperatura anual (Bio5 – Bio6)
Bio8	Temperatura media del trimestre más húmedo
Bio9	Temperatura media del trimestre más seco
Bio10	Temperatura media del trimestre más cálido
Bio11	Temperatura media del trimestre más frío
Bio12	Precipitación anual
Bio13	Precipitación del mes más húmedo
Bio14	Precipitación del mes más seco
Bio15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
Bio16	Precipitación del trimestre más húmedo
Bio17	Precipitación del trimestre más seco
Bio18	Precipitación del trimestre más cálido
Bio19	Precipitación del trimestre más frío

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución histórica de *M. lorentzianus* en América del Sur se muestra en la Fig. 2. En Argentina ésta incluye las Provincias de Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, Santiago del Estero, Chaco y

Córdoba; mientras que en Bolivia se circunscribe al Departamento de Tarija. El ADP se presenta en la Fig. 3. El modelo generado se clasificó como “muy bueno” de acuerdo con el estadístico AUC (0,993 para el entrenamiento y 0,990 para la validación). Según esta proyección, la extensión de las regiones climáticamente adecuadas para la especie representaron un 1,92% (aprox. 342.010 km²) de la superficie de América del Sur. El ADP en Argentina involucra el sureste de la Rioja, noreste de San Luis, pequeñas áreas de Santa Fe y Formosa, además de las provincias mencionadas en la distribución histórica. Para Bolivia además del Departamento de Tarija, resultan climáticamente adecuadas áreas pertenecientes a los Departamentos de Chuquisaca y Santa Cruz. Asimismo, se proyecta que Paraguay posee una pequeña región habitable por la especie al oeste del Departamento de Boquerón.

Megalobulimus lorentzianus, como el resto de sus congéneres, es una especie difícil de ser estudiada y mapeada. Esto se debe principalmente a la dificultad de registrar especímenes vivos a campo como consecuencia de la baja densidad de sus poblaciones, además de sus hábitos nocturnos y de estivación. Si bien el hallazgo de conchillas de la especie es más frecuente, inferir su presencia sobre la base de esta fuente es también difícil, ya que generalmente las conchillas permanecen enterradas posteriormente a la muerte de los ejemplares (Hylton Scott, 1939; Bequaert, 1948).

La reconstrucción de la distribución histórica efectuada refina las áreas previamente informadas por Bequaert (1948), Parodiz (1957) y Fernández (1973), y sobre la base de los resultados obtenidos es posible indicar que *M. lorentzianus* habita al menos dos provincias biogeográficas (Yungas y Chaqueña) de la región Neotropical (Morrone, 2014). Por otra parte, el modelo del ADP generado evidencia áreas por fuera de la distribución histórica que reúnen las condiciones climáticas mínimas habitables por la especie. Se espera que este modelo constituya una herramienta útil para dirigir los futuros esfuerzos de recolección y para reunir información que permita ajustar los límites de ocupación de la especie, dado que se desconoce si su ausencia en estas áreas proyectadas es absoluta, por no haber alcanzado nunca las mismas, o relativa, porque el esfuerzo

de muestreo no ha sido suficiente y carece de registros. Esta información fundamental constituye el punto de partida para plantear nuevas hipótesis de estudio, que a partir de diferentes abordajes (e.g. conculiológicos, anatómicos, ecológicos, genéticos), contribuyan a profundizar el conocimiento de la especie y sus poblaciones.

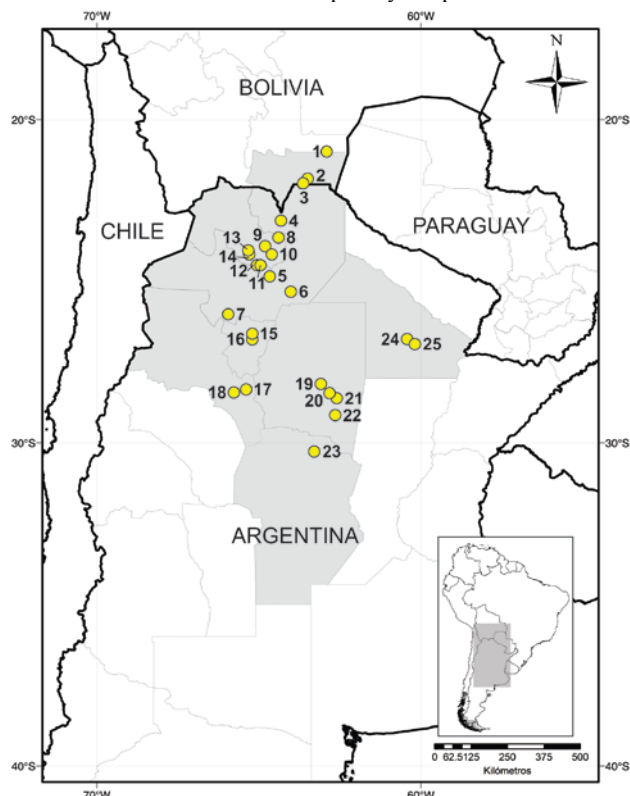


Figura 2. Distribución Histórica de *Megalobulimus lorentzianus* en América del Sur. Los números de las localidades corresponden a aquellos presentados en la Tabla 1.

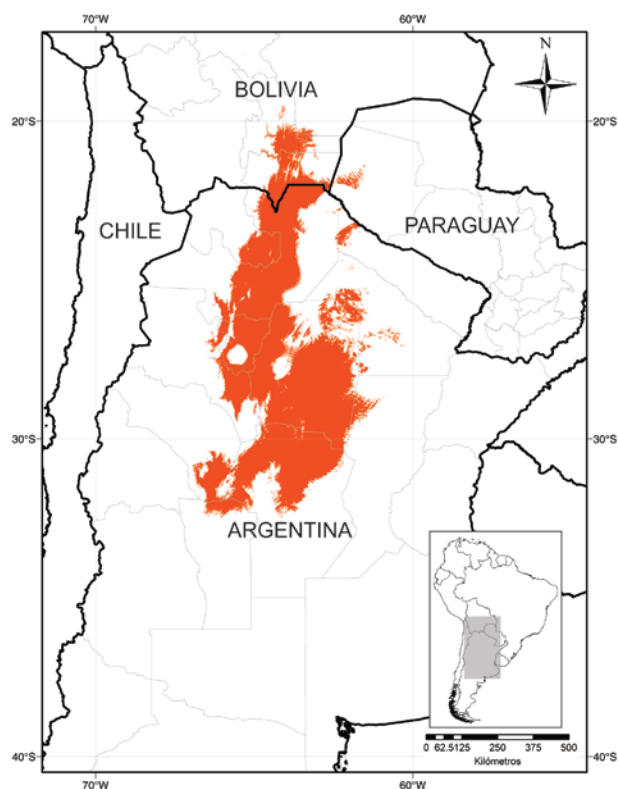


Figura 3. Modelo bioclimático de *Megalobulimus lorentzianus* en América del Sur. El Área de Distribución Potencial se muestra en rojo.

AGRADECIMIENTOS

A la Asociación Argentina de Malacología (ASAM) por el Premio Parodiz 2013, que permitió el desarrollo de este trabajo, el cual forma parte de los estudios incluidos en mi Tesis Doctoral (FCNyM, UNLP), titulada: “Estudios morfo-anatómicos y moleculares de *Megalobulimus* spp. (Gastropoda Pulmonata) en la Argentina, principalmente de la provincia de Misiones”. También agradezco a la Dra. Alejandra Rumi y el Dr. Roberto Vogler por las observaciones realizadas en la versión preliminar de esta nota.

REFERENCIAS

- ALMEIDA, M.N. y ALMEIDA BESSA, E.C. 2001. Estudo do crescimento e da reprodução de *Bradybaena similaris* (Férussac) (Mollusca, Xanthonychidae) em laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia*, **18**: 1115–1122.
- BAKER, H.B. 1926. The Mollusca collected by the University of Michigan-Williamson Expedition in Venezuela. *Museum of Zoology, University of Michigan*, **167**: 1–66.
- BEQUAERT, J.C. 1948. Monograph of the family Strophocheilidae a Neotropical family of terrestrial mollusks. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology Harvard*, **100**: 1–210.
- BORDA, V. y RAMÍREZ, R. 2013. Re-characterization of the red-lip *Megalobulimus* (Gastropoda: Strophocheilidae) from Peru with description of a new species. *Zoologia*, **30**: 675–691.
- BORDA, V., RAMÍREZ, R. y ROMERO, P. 2010. Pediose gland in land snails and its evolutionary implications, with emphasis on *Megalobulimus*. *Revista Peruana de Biología*, **17**: 43–52.
- DOERING, D.A. 1876. Apuntes sobre la fauna de moluscos de la República Argentina (Tercera parte). *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias Exactas en Córdoba*, **2**: 300–339.
- ESRI. 2008. ArcGIS v.9.3. ESRI, Redlands, California, USA.
- FERNÁNDEZ, D. 1973. *Catálogo de la malacofauna terrestre Argentina*. Monografías, 4. Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.
- FERNÁNDEZ, D. 1978. Nota sobre *Strophocheilus* sinistralis (Moll. Gastr.). *Neotropica*, **24**: 149–150.
- FERNÁNDEZ, D. y RUMI, A. 1984. Contribución al conocimiento de la malacofauna del Parque Nacional “El Rey”, prov. de Salta, Rep. Argentina. I (en especial del Cerro Maldonado). *Revista Museo de La Plata, Zoología*, **13** (141): 211–222.
- FONTENELLE, J.H. y MIRANDA, M.S. 2012. The use of outer lip in age estimation of *Megalobulimus paranaguensis* (Gastropoda, Pulmonata). *Strombus*, **19**: 15–22.
- HORN, A.C.M., ACHAVAL, M. y ZANCAN, D.M. 2005. The annual reproductive cycle of the snail *Megalobulimus abbreviatus* (Bequaert, 1948) (Gastropoda, Pulmonata). *Brazilian Journal of Biology*, **65**: 459–467.
- HYLTON SCOTT, M.I. 1939. Estudio anatómico del *Borus* “*Strophocheilus lorentzianus*” (Doer.) (Mol. Pulm.). *Revista del Museo de La Plata*, **1** (Sección Zoología): 217–278.
- LEME, J.L.M. 1973. Anatomy and systematics of the Neotropical Strophocheiloidea (Gastropoda, Pulmonata) with the description of a new family. *Arquivos de Zoologia*, **23**: 295–337.
- LEME, J.L.M. 1989. *Megalobulimus lopesi* sp. n. uma nova espécie de Pulmonata terrestre da Mata Atlântica Brasileira (Mollusca, Gastropoda, Megalobulimidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **84**: 313–318.
- MANSUR, M.C.D., y LEME, J.L.M. 1996. The endangered giant *Megalobulimus* from the Atlantic Forest of Brasil. *Tentacle*, **6**: 14–15.
- McFARLAND, K.P., RIMMER, C.C., GOETZ, J.E., AUBRY, Y., WUNDERLE, J.M. Jr., SUTTON, A., TOWNSEND, J.M., SOSA, A.L. y KIRKCONNELL, A. 2013. A winter distribution model for Bicknell’s Thrush (*Catharus bicknelli*), a conservation tool for a threatened migratory songbird. *PLoS ONE*, **8**: e53986. doi:10.1371/journal.pone.0053986.
- MORRONE, J.J. 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, **3782**: 1–110.
- PARODIZ, J.J. 1957. Catalogue of the land mollusca of Argentina. *The Nautilus*, **70**: 127–135.
- PENA, M.S., CAMPOS SALGADO, N. y SANTOS COELHO, A.C. 2004. Recharacterization of *Strophocheilus miersi* Da Costa (Mollusca, Pulmonata, Strophocheilidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, **21**: 45–50.
- PHILLIPS, S.J., ANDERSON, R.P. y SCHAPIRE, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, **190**: 231–259.

- PHILLIPS, S.J., DUDÍK, M. y SCHAPIRE, R.E. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modelling. In: *Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning*, pp. 655–662. Banff, Canada.
- PINTO DE OLIVEIRA, M., REZENDE, G.J.R. y CASTRO, G.A. 1984. *Megalobulimus (Phaiopharus) granulatus* Rang, 1831 (Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora, Strophocheilidae). *Ministério da Educação e Cultura, Universidade Federal de Juiz de Fora, Comunicações Malacológicas*, **15**: 1–18.
- SIMONE, L.R.L. y LEME, J.L.M. 1998. Two new species of Megalobulimidae (Gastropoda, Strophocheiloidea) from north São Paulo, Brazil. *Iheringia*, **85**: 189–203.
- VASTA, G.R., CHIESA, M.E., PALATNIK, M. 1976. Agglutinins and protectins in the snail *Borus*. *Medicina*, **36**: 107–112.
- VOGLER, R.E., BELTRAMINO, A.A., SEDE, M.M., GUTIÉRREZ GREGORIC, D.E., NÚÑEZ, V. y RUMI, A. 2013. The giant African snail, *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae): using bioclimatic models to Identify South American areas susceptible to invasion. *American Malacological Bulletin*, **31**: 39–50.
- WIECZOREK, J., GUO, Q. y HIJMANS, R.J. 2004. The point-radius method for georeferencing locality descriptions and calculating associated uncertainty. *International Journal of Geographical Information Science*, **18**: 745–767.