

Original article

# Malacofauna continental holocena y paleoambientes en Villa Valle María (Diamante, Entre Ríos, Argentina)<sup>☆</sup>

*Holocene continental molluscs and palaeoenvironments at Villa Valle María (Diamante, Entre Ríos, Argentina)*

*Malacofaune continentale holocène et paléoenvironnements de la Villa Valle María (Diamante, Entre Ríos, Argentine)*

Marina L. Aguirre<sup>a,\*,f</sup>, Sergio E. Miquel<sup>b,f</sup>, C. Adrián González<sup>c,f</sup>, Daniela Kröhling<sup>d,f</sup>,  
Alejandro F. Zucol<sup>c,f</sup>, Mariana Brea<sup>c,f</sup>, Christopher Eastoe<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Naturales y Museo, INGEA, Laboratorio 6 (Malacofauna Cuaternaria), calle 64 n° 3, (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina

<sup>b</sup>Museo de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Av. Ángel Gallardo 470, (1405) Buenos Aires, Argentina

<sup>c</sup>Laboratorio de Paleobotánica, Centro de Investigaciones Científicas, Diamante, CICYTTP-Diamante, Dr. Materi y España SN, (E3105BWA) Diamante, Entre Ríos, Argentina

<sup>d</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, C.C. 217 (3000) Santa Fe, Argentina

<sup>e</sup>Environmental Isotope Laboratory, Department of Geoscience, University of Arizona, Gould-Simpson Building, Room #208, Tucson, Arizona 85721-0077, USA

<sup>f</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina

Received 31 July 2009; accepted 25 June 2010

Available online 1 de octubre de 2010

## Resumen

Se da a conocer la malacofauna recuperada en la unidad sedimentaria holocena de la localidad fosilífera de Villa Valle María (Diamante, Entre Ríos, Argentina), datada en  $2,490 \pm 45$  años  $^{14}\text{C}$  A.P. sobre *Bulimulus* sp., y que representa el primer registro ilustrado de moluscos cuaternarios en sedimentos loésicos de Argentina. La localidad corresponde a un depósito acumulado por acción eólica, que habría rellenado paleodepresiones labradas en una formación del Pleistoceno temprano. Está compuesta únicamente por gasterópodos terrestres, pertenecientes a 5 familias (Pupillidae, Succineidae, Ferussaciidae, Orthalicidae y Scolodontidae), con 7 géneros y 9 especies: *Gastrocopta nodosaria* (d’Orbigny), *Succinea meridionalis* d’Orbigny, *Cecilioides consobrina* (d’Orbigny), *Bulimulus apodemetes* (d’Orbigny), *B. bonariensis bonariensis* (Rafinesque), *Naesiotus polloneræ* (Ancey), *N. deletangi* (Parodiz), *Miradiscops brasiliensis* (Thiele) y *Scolodonta semperi* Doering. Se da a conocer el primer registro de *Miradiscops* para la provincia de Entre Ríos. La asociación de gasterópodos, típica de hábitats con cobertura vegetal y de hojas y troncos como sustrato, es similar a la registrada actualmente en el sur de Entre Ríos, área caracterizada por estepas templado-cálidas. Sin embargo, el registro de *S. meridionalis*, típico de ambientes con contenidos de humedad más elevados, de hábitats pantanosos, indica condiciones ambientales locales temporarias durante el lapso estimado. Los resultados aportan evidencia adicional sobre un evento eólico dominante en la región pampeana que habría producido el retrabajo y subsiguiente acumulación de sedimentos superficiales deflacionados. Estas evidencias se suman a modelos previos que consideraron un período seco ocurrido entre 3.500 y 1.400 años. A.P. sobre las llanuras centrales de la Argentina.

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Palabras clave** : Gasterópodos; Holoceno tardío; Loess; Subtropical; América del Sur

## Abstract

The molluscan fauna recovered from Holocene continental sediments at Villa Valle María fossiliferous locality (Diamante, Entre Ríos, Argentina), eolian in origin and dated at  $2,490 \pm 45$   $^{14}\text{C}$  yrs. B.P. on *Bulimulus* sp. is reported. It represents the first illustrated record of Quaternary molluscs from loess sequences in Argentina. It is represented exclusively by land snails which belong to five gastropod families (Pupillidae,

<sup>☆</sup> Editor correspondiente: Gilles Escarguel.

\* Autor correspondiente.

E-mail addresses: maguirre@museo.fcnym.unlp.edu.ar, maguirre@fcnym.unlp.edu.ar (M.L. Aguirre).

Succineidae, Ferussaciidae, Orthalicidae and Scolodontidae), 7 genera and 9 species: *Gastrocopta nodosaria* (d'Orbigny), *Succinea meridionalis* d'Orbigny, *Cecilioides consobrina* (d'Orbigny), *Bulimulus apodemetes* (d'Orbigny), *B. bonariensis bonariensis* (Rafinesque), *Bulimulus* sp., *Naesiotus pollonerae* (Ancey), *N. deletangi* (Parodiz), *Miradiscops brasiliensis* (Thiele) and *Scolodonta semperi* (Doering). The first record of *Miradiscops* is reported for Entre Ríos province. The gastropod assemblage, typical of habitats with plant cover and leaves and trunks as substrate, is similar to the modern molluscan fauna found today along southern Entre Ríos province (Mesopotamian District in the Subtropical Dominion), an area characterized by a warm-temperate steppe continental scenario. However, the associated record of *S. meridionalis*, typical of environments with higher humidity contents like ponds, suggests local more humid temporary environmental conditions such as palustrine habitats during the time span considered. Our results provide additional evidence regarding the occurrence of a dominant eolian event which produced the reworking and subsequent accumulation of superficial deflated sediments on the Pampean region. They add to previous models considering a dry period between 3,500 and 1,400 yrs. B.P. over the central Argentine plains.

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Keywords:** Gastropods; Late Holocene; Loess; Subtropical; South America

## Résumé

La malacofauna identificada en los sedimentos continentales holocenos de la localidad fosilífera de Villa Valle María (Diamante, Entre Ríos, Argentina), datada de  $2490 \pm 45$  años- $^{14}\text{C}$  BP. sobre *Bulimulus* sp., es estudiada. Ella representa el primer registro conocido de moluscos cuaternarios de secuencias loessicas en Argentina. El yacimiento corresponde a un depósito eólico reemplazando una paléo-depresión esculpida al inicio del Pleistoceno. El ensamblaje es exclusivamente constituido de gasterópodos terrestres pertenecientes a cinco familias (Pupillidae, Succineidae, Ferussaciidae, Orthalicidae y Scolodontidae), siete géneros y diez especies: *Gastrocopta apodemetes* (d'Orbigny), *Succinea meridionalis* d'Orbigny, *Cecilioides consobrina* (d'Orbigny), *Bulimulus apodemetes* (d'Orbigny), *B. bonariensis bonariensis* (Rafinesque), *Bulimulus* sp., *Naesiotus pollonerae* (Ancey), *N. deletangi* (Parodiz), *Miradiscops brasiliensis* (Thiele) y *Scolodonta semperi* (Doering). *Miradiscops* es registrado por primera vez en el Entre Ríos. El ensamblaje de gasterópodos, típico de hábitats con cobertura vegetal y sustratos de hojas y troncos, es similar al que actualmente es registrado en el Sur de Entre Ríos (distrito mesopotámico del Dominio Sub-tropical), una región caracterizada por estepas cálidas a templadas. Sin embargo, la presencia de *S. meridionalis*, típico de entornos más húmedos tales como las zonas marismos, sugiere condiciones locales temporalmente más húmedas (hábitats palustres) durante el intervalo de tiempo estudiado. Estos resultados proporcionan una nueva evidencia de la existencia, en la región de las llanuras, de un evento eólico dominante al origen del remaneamiento, así como de la acumulación de sedimentos superficiales. Ellos confirman modelos anteriores, según los cuales un período seco tuvo lugar, en las llanuras centrales argentinas, entre 3500 y 1400 BP.

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Mots clés :** Gasterópodos ; Holoceno tardío ; Loess ; Subtropical ; América del Sur

## 1. Introducción

Los registros cuaternarios de moluscos continentales de Argentina, correspondientes a sedimentos fluviales, lacustres o a depósitos de loess, no constituyen tafocenosis tan abundantes y variadas como ocurre con otras concentraciones de conchas de origen marino. Sin embargo, debido a que suelen exhibir muy buena preservación y escaso transporte *post-mortem*, pueden servir como herramientas confiables para interpretaciones paleoambientales generales (Castillo et al., 2002; Yanes et al., 2004; Rousseau et al., 2006). En aquellos casos en que presentan rangos de distribución diferentes a los modernos, brindan testimonios de respuestas bióticas a ciclos climáticos ocurridos durante el Cuaternario (Lautridou et al., 1986; Rousseau y Keen, 1989; Limondin y Rousseau, 1991; Rousseau, 1991, 1992; Martínez y Rojas, 2004; Lomolino et al., 2005; Miquel y Steffan, 2005; Rousseau et al., 2006). Son potencialmente útiles para interpretaciones paleoclimáticas y geocronológicas, tal como ha sido documentado en particular para sedimentos loésicos de otras áreas (Behrensmeier et al., 1992; Rousseau, 2001; Wu et al., 2001; Rousseau et al., 2006; Li et al., 2008).

En Argentina, la malacofauna cuaternaria continental es muy poco conocida o ha sido escasamente investigada, sin tratamiento taxonómico crítico ni haberse explorado la

información paleobiogeográfica, aunque ha comenzado a estudiarse recientemente para sitios puntuales, fundamentalmente en depósitos fluviales (de Francesco y Zárate, 1999; Prieto et al., 2004; Miquel y Steffan, 2005; Aguirre y Steffan, 2005; de Francesco et al., 2007). Por el contrario, no existen estudios de esa índole referidos a malacofaunas de sedimentos cuaternarios eólicos.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer y caracterizar cuali-cuantitativamente la fauna de moluscos preservada en sedimentos eólicos holocenos aflorantes en la localidad de Villa Valle María, cuyo contenido fosilífero no había sido analizado en detalle hasta la fecha. Se busca, mediante un análisis pormenorizado de la malacofauna y de la secuencia sedimentaria aflorante, aportar información complementaria e independiente sobre las condiciones ambientales en la región Pampeana durante el Holoceno tardío. Villa Valle María se encuentra en el sudoeste de la provincia de Entre Ríos (Argentina) en proximidades del río Paraná, formando parte del borde noreste del Sistema Eólico Pampeano (SEP) (Iriondo y Kröhling, 1995) (Fig. 1). Los sedimentos eólicos suprayacen a la Formación Puerto Alvear (Pleistoceno temprano) y son correlacionables con la Formación San Guillermo (Holoceno tardío) (Fig. 2).

Tonni et al. (2001) dieron a conocer las primeras citas del registro malacológico de la localidad en estudio, su primera

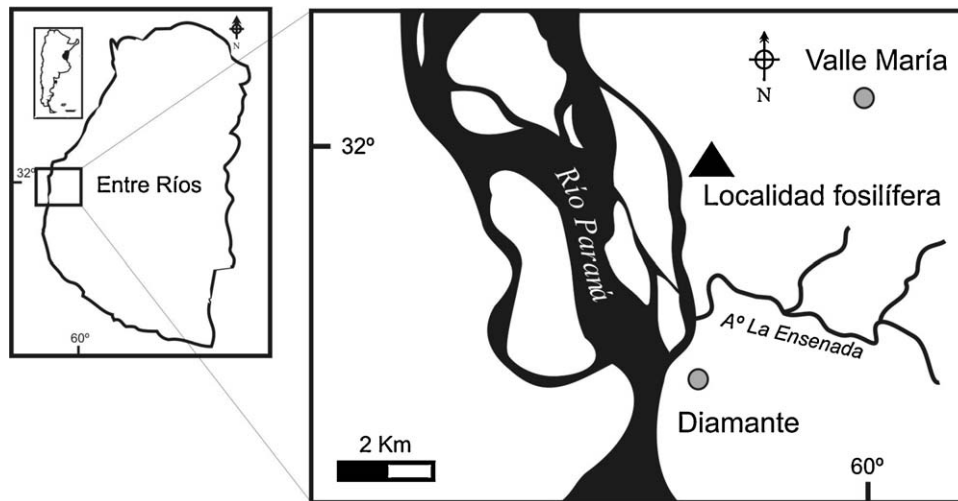


Fig. 1. Ubicación geográfica de la localidad fosilífera de Villa Valle María en el sudoeste de la provincia de Entre Ríos, Argentina (América del Sur).  
 Geographic location of the fossiliferous locality at Villa Valle María in southwestern Entre Ríos province, Argentina (South America)

datación radiocarbónica calibrada sobre conchas, y comentarios sobre condiciones climáticas generales del depósito portador. En el presente trabajo se reinterpreta la columna estratigráfica de estos autores, se incluye una nueva datación radiocarbónica de abundante material de gasterópodos y se analizan aspectos de diversidad, distribución y paleoecología de los taxones identificados. Esta contribución permite la interpretación de la unidad en la secuencia estratigráfica local, estableciendo su significación en el contexto de la estratigrafía regional.

El estudio se integra a otros en curso referidos a sedimentos loésicos del Pleistoceno tardío y Holoceno en el área de la “Unidad Geomorfológica Colinas Loésicas de Crespo” (Kröhling et al., 2005, 2006, 2010; Erra et al., 2006; Erra, 2010), a través de contribuciones sobre evidencias paleoambientales, sedimentológicas y estratigráficas, y la presencia de fitolitos y otros microrrestos silíceos en el sudoeste de la provincia de Entre Ríos.

2. Área de estudio

2.1. Marco geológico y antecedentes

El “Sistema Eólico Pampeano” (SEP) (Iriando y Kröhling, 1995) constituye el morfosistema sedimentario eólico del Cuaternario tardío más representativo y con mayor distribución en América del Sur, cubriendo más de 600,000 km<sup>2</sup> en las planicies argentinas. El sudoeste de la provincia de Entre Ríos conforma el borde noreste del SEP. El área de estudio forma parte de la “Unidad Geomorfológica Lomadas Loésicas de Crespo”, caracterizada por un paisaje ondulado, cubierto por un manto de loess de la Formación Tezanos Pinto (Pleistoceno tardío; Fig. 2), bien disectado y con alta energía morfogenética. En estudios previos ha sido presentada información geológica detallada a nivel regional (Iriando, 1980, 1990, 1998, 1999; Iriando y Kröhling, 1995, 2007, 2008; Iriando et al., 2000; Kröhling, 2001).

La unidad que contiene la asociación malacológica analizada (Fig. 3), aunque de representación local, tiene gran significado paleoambiental: se trata de un sedimento limo-arenoso eólico que constituye el relleno de un paleorrelieve deprimido labrado en el tope de la Formación Puerto Alvear (Pleistoceno temprano; Fig. 2). Los materiales sedimentarios que componen aquella unidad fueron generados por deflación de sedimentos superficiales (principalmente de la Formación Tezanos Pinto, una unidad loessica típica del Pleistoceno tardío en la región) durante un período seco del Holoceno (Fig. 3(1, 3)).

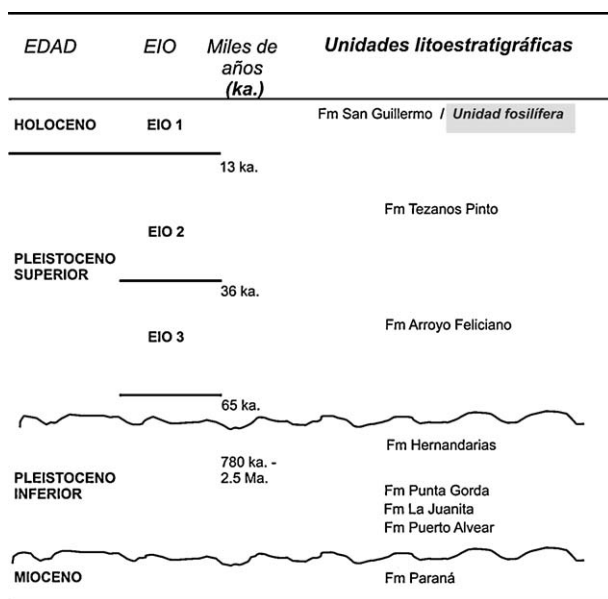


Fig. 2. Síntesis estratigráfica con la unidad sedimentaria estudiada. Fuente completa de información en Iriando (1980), Iriando y Kröhling (1995), Iriando et al. (2000) (adaptado de Iriando y Kröhling, 2008)).  
 Stratigraphic synthesis with the sedimentary unit studied. Complete source of information in Iriando (1980), Iriando and Kröhling (1995) and Iriando et al. (2000) (modified from Iriando and Kröhling, 2008).

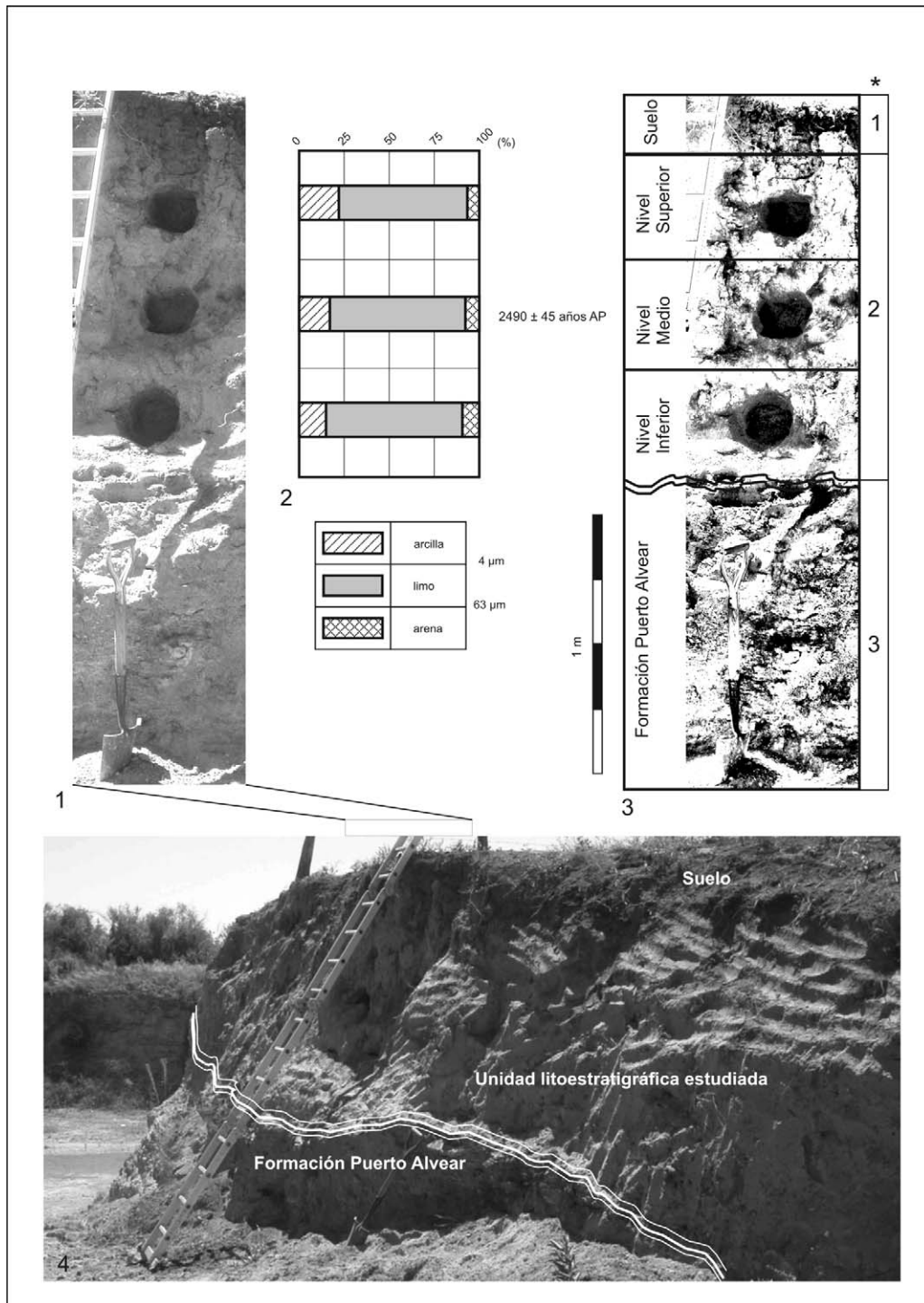


Fig. 3. Perfil estratigráfico en la localidad Villa Valle María. 1. Vista del perfil estudiado. 2. Resultados granulométricos de los niveles inferior, medio y superior. 3. Representación esquemática de la sección del perfil estudiado y detalle de los niveles de extracción de muestras. \*: Equivalencias con los sectores descritos por Tonni et al. (2001). 4. Vista general de la unidad litoestratigráfica estudiada.

Stratigraphic profile at Villa Valle María locality. 1. View of the studied profile. 2. Granulometric results of the lower, middle and upper levels. 3. Schematic stratigraphic profile showing the sample levels. \*: Equivalence with the sectors described by Tonni et al. (2001). 4. General view of the stratigraphic unit studied

2.2. Características ambientales y climáticas del área en la actualidad

El ambiente moderno del sudoeste de la provincia de Entre Ríos corresponde, de acuerdo con el esquema fitogeográfico de Cabrera y Willink (1973), a la Provincia Pampeana (Dominio

Chaqueño de la Región Neotropical) y, según la clasificación zoogeográfica, al Distrito Mesopotámico de la Subregión Guayano-brasileña (Región Neotropical; Ringuet, 1961). El área estudiada se caracteriza por la presencia de sabanas con gramíneas altas, hierbas y arbustos, bosques xéricos, sabanas inundables y bosques en galería a lo largo de los ríos. El clima

moderno de la Provincia Pampeana corresponde a condiciones templadas húmedas y con mayores precipitaciones en verano. La temperatura media es de ca. 15 °C y las precipitaciones cercanas a 1000 mm/año. El patrón dinámico climático regional refleja la influencia dominante del Anticiclón del Atlántico Sur, introduciendo vientos cálidos y húmedos desde el norte y noreste, y del Anticiclón del Pacífico Sur, cuyas masas de aire frío y seco arriban a la región Pampeana desde el sur-suroeste.

### 2.3. Ubicación geográfica, estratigráfica y edad de los sedimentos estudiados

La localidad fosilífera investigada está ubicada aproximadamente a 5 km al norte de la ciudad de Diamante, en el acceso al balneario de la localidad de Villa Valle María (32° 00' 35.2" S, 60° 38' 14.9" O; Fig. 1). El perfil muestreado aflora sobre la margen norte de un camino secundario excavado en una colina del área y transversal a la ruta de acceso al balneario. El afloramiento presenta 14,40 m de extensión lateral y espesor máximo cercano a 3,50 m.

La columna estratigráfica cuaternaria del área de estudio, aflorante en la barranca de la margen izquierda del río Paraná y en perfiles artificiales cercanos al perfil fosilífero, está integrada por dos ciclos definidos de sedimentación eólica. El primero, generado en el Pleistoceno temprano está representado por el Grupo Punta Gorda, con espesores aflorantes de 20–40 m e integrado por tres unidades:

- Formación Puerto Alvear;
- Formación La Juanita;
- Formación Punta Gorda.

El segundo ciclo sedimentario, generado a partir del Último Máximo Glacial (UMG; Pleistoceno tardío), está representado por el loess típico de la Formación Tezanos Pinto (ca. 36–8 ka A.P.) y la Formación San Guillermo (ca. 3.5–1.4 ka A.P.; Fig. 2). Ambos ciclos indican el predominio de períodos climáticos semiáridos de tipo pampeano (representados por limo de principal procedencia andina, con abundante CaCO<sub>3</sub> segregado, depositado en ambientes palustres temporarios o definitivamente eólicos; Kröhlhng, 2001).

En la localidad estudiada, en la base de las barrancas sobre el acceso al balneario municipal, se expone en talud vertical, la Formación Puerto Alvear (Pleistoceno temprano). El evento analizado en este estudio incluye los sedimentos ubicados en discordancia erosiva sobre dicha formación. Se trata de una unidad sedimentaria aún no denominada formalmente, constituida por materiales eólicos finos y friables, que constituyen el relleno de depresiones pertenecientes a un paleopaisaje irregular labrado sobre los depósitos del Grupo Punta Gorda.

### 3. Materiales y métodos

La totalidad del perfil (ca. 5 m) fue limpiada cuidadosamente, efectuándose el levantamiento estratigráfico (Fig. 3) y seleccionándose tres niveles fosilíferos donde la malacofauna

exhibe excelente preservación: inferior (245 a 215 cm de profundidad), medio (170 a 140 cm) y superior (100 a 70 cm). De los tres niveles seleccionados se obtuvieron muestras de sedimentos para análisis granulométricos de rutina (por tamizado en seco para la fracción arenas y por pipeteo para la fracción fina). Del nivel medio, aproximadamente a 1,5 m de profundidad respecto del techo del perfil (Fig. 3(3)), se seleccionaron conchas bien preservadas para efectuar la datación radiocarbónica convencional (A14640 Radiocarbon Laboratory, Department of Geosciences, NSF-Arizona AMS Laboratory).

De los tres niveles se tomaron muestras de 2,5 kg de sedimento y conchas. El volumen elegido obedece a que estudios previos en la localidad mostraron que una muestra de 2 kg es adecuada para efectuar un estudio taxonómico básico (Tonni et al., 2001). En otros contextos cuaternarios continentales de Argentina un volumen de 1 kg fue suficiente para enfoques de esta naturaleza (de Francesco et al., 2007), mientras que en contextos arqueológicos se menciona la obtención de ca. 7 kg con cuantificaciones sobre submuestras utilizadas para interpretaciones paleoambientales (Steffan, 2009). Otros trabajos fuera de la Argentina mencionan la obtención de muestras de ca. 10 kg que, sin embargo, resultaron estériles (Rousseau et al., 2001), y aún otros no especifican el volumen ideal utilizable (i.e., Antoine et al., 2001) o sólo señalan el esfuerzo realizado (horas por investigador) en la obtención del material (Yanes et al., 2004).

Las muestras malacológicas (sedimento y conchas) de cada nivel fueron procesadas en laboratorio con técnicas convencionales: se secaron en estufa a 37 °C para eliminar el contenido de humedad y se tamizaron (tamiz n° 18 de apertura de malla de 1 mm); las conchas se separaron mediante “picking” con lupa binocular. El estudio cuantitativo se efectuó discriminando conchas enteras y fragmentadas (como parte mínima asignable a un taxón), el número total de individuos por taxón en la localidad y por nivel (Tabla 1), así como la frecuencia de tamaños, totales y por nivel, para taxones con ejemplares enteros comunes a los tres niveles.

Como medida de estimación de la paleobiodiversidad, las muestras fueron analizadas estadísticamente mediante índices de riqueza y diversidad específica y de equitabilidad. Los índices de riqueza específica (d), diversidad de Margalef (D), Shannon-Wiener (H’), Buzas-Gibson (e<sup>H/S</sup>) e índice de Equitabilidad (J) se calcularon con el programa de análisis de datos PAST (2007: Versión 1.76). Diferentes índices pueden brindar información complementaria sobre la heterogeneidad durante el lapso analizado. Por ejemplo, el índice de Margalef (D) sólo tiene en cuenta el número de taxones presentes en cada muestra en relación con el número total de la localidad; mientras los índices de diversidad (Shannon-Wiener y Buzas-Gibson) consideran la abundancia relativa de cada uno de los taxones en cada muestra; el índice de equitabilidad representa una medida de la homogeneidad en la abundancia relativa de los taxones (Margalef, 1958; Mac Arthur y Wilson, 1967; Buzas y Gibson, 1969; Hill et al., 1982; Moreno, 2001).

Se efectuó la identificación taxonómica de los moluscos recuperados siguiendo la clasificación moderna (Simone, 2006,

Tabla 1

Número total de ejemplares, preservación, índices de diversidad de la malacofauna recuperada en cada nivel fosilífero.

Total number of specimens, preservation and diversity of the molluscan fauna recorded from each fossiliferous level.

Taxones	Niveles de Muestreo			N° ejemplares	N° ej. enteros	N° ej. fragmentados
	inferior	medio	superior			
<i>Gastrocopta nodosaria</i> (d'Orbigny, 1835)	25	52	18	95	54	41
<i>Succinea meridionalis</i> d'Orbigny, 1846		1		1		1
<i>Cecilioides consobrina</i> (d'Orbigny, 1837)	4	1		5	2	3
<i>Bulimulus apodemetes</i> (d'Orbigny, 1835)	24			24	7	17
<i>Bulimulus bonariensis bonariensis</i> (Rafinesque, 1833)	1			1	1	
<i>Naesiotus pollonerae</i> (Ancey, 1897)		6	1	7		7
<i>Naesiotus deletangi</i> (Parodiz, 1946)		5		5		5
<i>Miradiscops brasiliensis</i> (Thieli, 1927)	2	10	3	15	12	3
<i>Scolodonta semperi</i> Doering, 1874	15	5	7	27	17	10
N° Total taxones	6	7	4	9		
N° Total individuos	77	87	33	180	93	87
Riqueza específica (%)	66,6	77,7	44,4	100		
Índice de diversidad de Margalef D	1,17	1,37	0,89			
Índice de Shannon-Wiener	1,39	1,19	0,98			
Índice de Buzas-Gibson	0,67	0,47	0,67			
Índice de Equitabilidad	0,77	0,61	0,71			

entre otros). Las dimensiones (altura y ancho, medidas tradicionales para la taxonomía de gasterópodos) se tomaron en mm mediante un calibre digital Essex con una precisión de 0,01 mm. Los ejemplares mejor preservados de cada taxón se fotografiaron con lupa binocular en el Centro de Investigaciones Científicas (CICYTTP-CONICET, Diamante) y con microscopio electrónico de barrido (MEB) de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (FCNyM-UNLP). Los especímenes fósiles recolectados fueron comparados con material tipo depositado en instituciones nacionales y extranjeras y con representantes fósiles y modernos de colecciones de Argentina: Museo de La Plata (MLP, La Plata), Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (MACN, Buenos Aires), Natural History Museum (NHM, London), Muséum National d’Histoire Naturelle (MNHN, Paris) y Musée d’Histoire Naturelle (MHN, Genève).

La síntesis de los requerimientos ecológicos y de distribución efectuada para cada uno de los taxones se obtuvo mediante consulta bibliográfica y observaciones personales (Miquel, 1989; Miquel y Steffan, 2005; Miquel y Aguirre, en prep.) (Tabla 2).

Las abreviaturas utilizadas son las siguientes: DCG-MLP (Departamento Científico Geología, Museo de La Plata, La Plata) y MAS PALEOINV (Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas “Prof. Antonio Serrano”, Paraná, Entre Ríos).

## 4. Resultados

### 4.1. Estratigrafía

El perfil estratigráfico aflorante, descrito de base a techo (Fig. 3(1, 3)), comienza con la Formación Puerto Alvear. Esta unidad se caracteriza en la localidad estudiada por la presencia de una red carbonática formada por tabiques horizontales de forma ondulada de 1 cm de espesor medio, unidos por tabiques

verticales, en donde la precipitación del  $\text{CaCO}_3$  ha sido generada a partir de oscilaciones de la capa freática. El material clástico original está representado por un limo arcilloso de color castaño (7,5YR 7/4 en seco) con variaciones al castaño oliva claro que pasan al amarillo claro (5Y 7/3), de consolidación media, que presenta localmente laminación plana horizontal difusa. Contiene numerosos nódulos y abundantes películas negras de sesquióxidos de hierro y manganeso. De manera local aparecen concreciones calcáreas cilíndricas y rizoconcreciones grandes. En general, la unidad forma taludes verticales y, en su localidad tipo (Paraje Puerto Alvear), puede diferenciarse un miembro inferior (más calcáreo) y un miembro superior, ambos separados por un paleosuelo o mediante una discordancia intraformacional (Ironto y Kröhling, 2008). En la localidad fosilífera Villa Valle María el perfil presenta un predominio del miembro inferior de la Formación Puerto Alvear, siendo muy clara la deformación postdeposicional de los sedimentos, resaltada por el precipitado calcáreo epigenético. El paleosuelo intraformacional se encuentra representado en el perfil por una media caña que describe la presencia de un Horizonte B (de 0,55 m de espesor), marcando un nivel sub-horizontal discontinuo por erosión. La pedogénesis ha lixiviado completamente el carbonato en este horizonte. Aparecen también rizoconcreciones grandes generadas posteriormente, compuestas por carbonato puro y gran cantidad de manchas de sesquióxidos de manganeso. El miembro superior de la Formación Puerto Alvear tiene 0,80 m de espesor medio, con abundante precipitado calcáreo dispuesto en una red fina e irregular, manteniendo una visible tendencia horizontal. La unidad disminuye su espesor hacia la parte alta de la loma en análisis, sugiriendo un paleorrelieve semejante al relieve actual.

La Formación Puerto Alvear es interpretada como un depósito palustre, generado a partir de la acumulación de polvo eólico en una faja deprimida previamente ocupada por el río Paraná durante un intervalo semiárido del Pleistoceno

Tabla 2  
 Síntesis general de los requerimientos ecológicos, distribución moderna y distribución estratigráfica de los taxones recuperados.  
*General synthesis of ecological attributes, extant distribution and stratigraphical distribution of taxa recovered.*

Taxa	<i>G. nodosaria</i> geófila	<i>S. meridionalis</i> higrófila	<i>C. consobrina</i> geófila	<i>B. apodemetes</i> geófila	<i>B. b. bonariensis</i> geófila	<i>N. deletangi</i> geófila	<i>N. pollomerae</i> geófila	<i>S. semperi</i> geófila	<i>M. brasiliensis</i> geófila
Ambiente	en cobertura vegetal y bajo rocas, maderas y hojas	en ambientes inundados	entre restos vegetales y debajo de troncos	en cobertura vegetal	en cobertura vegetal y adheridos a la base de arbustos y árboles	en cobertura vegetal	en cobertura vegetal	en cobertura vegetal	en cobertura vegetal, bajo hojas y troncos en descomposición, en lugares sombríos
Temperatura/humedad	en áreas templadas y tropicales de Argentina	en áreas tropicales y templadas	en áreas templadas y tropicales	áreas tropicales y templadas de Argentina	en la región Chaqueño-pampeana y Mesopotámica	áreas tropicales y templadas	áreas tropicales y templadas en lugares umbrosos	áreas tropicales y templadas	áreas tropicales y subtropicales
Distribución geográfica actual	norte y centro del país	norte y centro del país, hasta el norte de la Patagonia	norte y centro del país	norte y centro del país	Sector occidental del norte y centro del país	en forma disyunta, aparece en el noroeste de Argentina y centro-este de la provincia de Entre Ríos	con distribución disyunta, en el noroeste del país y norte de la provincia de Buenos Aires	norte y centro del país	norte y centro del país y en la región mesopotámica
Distribución estratigráfica	Holoceno	Pleistoceno Holoceno	Holoceno	Pleistoceno Holoceno	Pleistoceno Holoceno	Holoceno	Holoceno	Pleistoceno Holoceno	Holoceno

temprano (Iriondo y Kröhling, 2008). Suprayacente y en forma discordante, se observa con un espesor promedio de 1,5 m, una unidad compuesta por limo algo arcilloso con escasa arena muy fina, de color castaño claro (10YR 7/3 en seco y 10YR 4/3 en húmedo). Este depósito, prácticamente suelto a friable y masivo, no constituye perfiles totalmente verticales, ni presenta disyunción columnar como el loess de la Formación Tezanos Pinto. Tiene un espesor máximo de 2,50 m incluyendo el suelo desarrollado en su techo. El sedimento que lo compone se ha acumulado por acción eólica en una depresión somera del paleopaisaje labrado en la Formación Puerto Alvear (lateral de la colina) (Fig. 3(4)). Las características sedimentológicas de campo permiten estimar una vinculación parental con los depósitos loésicos del Pleistoceno tardío (Formación Tezanos Pinto). La unidad contiene un 5 a 10% de gasterópodos dispersos en la masa, que se concentran en algunos sectores formando “bolsones”. Se observan concreciones nodulares de CaCO<sub>3</sub> distribuidas erráticamente en el sedimento, subangulares a angulares y de 0,5 cm de diámetro típico. Corona el depósito un suelo débilmente desarrollado, afectado por acción antrópica (de 0,25 m de potencia). Está representado por el horizonte A y el horizonte Bw (poco estructurado, de color castaño oscuro en húmedo y con escasos barnices).

Los primeros antecedentes malacológicos en esta localidad fosilífera fueron presentados por Tonni et al. (2001), quienes realizaron la datación radiocarbónica de una muestra superficial. Es por ello que se hace necesario aquí establecer las equivalencias de este perfil con la descripción estratigráfica de dichos autores. Según Tonni et al. (2001), de los 5 sectores reconocidos para la secuencia aflorante (unos 15 m al oeste del perfil estudiado, en el talud que disecta la ruta de acceso al balneario), los sectores 5, 4 y 3 (Fig. 4(a, b)) son los que aquí se interpretan como pertenecientes a la Formación Puerto Alvear (Fig. 3(3)). El sector 2 de dichos autores corresponde a la unidad litoestratigráfica estudiada en la presente contribución, en tanto que el sector 1 se asigna al suelo actual que corona el techo de dicha unidad.

#### 4.2. Granulometría

Los resultados del análisis granulométrico de la unidad fosilífera, desde la base a techo (Fig. 3(2)), son los siguientes:

- En el nivel inferior el limo (63–4 μm; 75,2%) es la fracción dominante, con arcilla subordinada (<4 μm; 15,3%) y escasa cantidad de arena (>63 μm; 9,5%, principalmente arena muy fina). La distribución de frecuencias granulométricas es polimodal (moda principal en limo fino y modas secundarias en limo muy fino y arcilla);
- Por su parte, los resultados obtenidos a partir de las muestras del nivel medio presentan escasas variaciones, con predominio de la fracción limo (75,3%) sobre la de arcilla (17%) y la de arena (7,7%; con 5,3% de arena muy fina). Presenta una distribución de frecuencias polimodal (moda principal en limo muy fino y modas secundarias en arcilla y coloides);
- El nivel superior en forma mayoritaria se encuentra compuesto por limo (70,7%), con arcilla subordinada

(22%) y escasa arena (7,3%; predominio de arena muy fina); fracciones que se presentan en una distribución polimodal (siendo la moda principal en limo fino y las modas secundarias en limo muy fino y coloides).

El análisis comparativo de los tres niveles permite concluir que en las tres muestras la media se halla en el limo mediano y que, en su conjunto, es un sedimento con muy pobre selección. Esto, conjuntamente con el escaso significado de las variaciones comparativas de sus valores estadísticos, tipifica una unidad sedimentológicamente homogénea.

#### 4.3. Edad

La Formación Puerto Alvear exhibe polaridad reversa correspondiente a la Época Matuyama (edad > 0,78 Ma), de acuerdo con estudios magnetoestratigráficos previos (Bidegain, 1991, 1999; Iriando et al., 2000).

La edad radiocarbónica de la unidad estudiada, obtenida a partir de conchas de *Bulimulus* sp. del nivel medio, recolectadas a 1,5 m de profundidad respecto del techo del perfil (Fig. 3(3)), corresponde a  $2,490 \pm 45$  años A.P. (Holoceno tardío).

Se considera probable que la edad del depósito portador de la malacofauna comprenda un lapso cuyo rango oscila entre ca. 3,5 y 1,4. A.P., al correlacionarlo con unidades eólicas depositadas en la región en ese período (Formación San Guillermo en la llanura Pampeana Norte, dunas parabólicas en la Pampa Sur; arenas eólicas asociadas al valle del río Uruguay; Iriando y Kröhling, 2008).

#### 4.4. Composición faunística

El principal contenido biogénico de los sedimentos del Cuaternario tardío del área está integrado fundamentalmente por moluscos gasterópodos, si bien recientes análisis micropaleontológicos evidenciaron también la presencia de microrestos silíceos, tales como fitolitos, espículas de esponjas y estomatocistes de crisostomatáceas.

Se registraron cinco familias de gasterópodos: Pupillidae, Succineidae, Ferussaciidae, Orthalicidae y Scolodontidae. Se identificaron 7 géneros y 9 taxones específicos (Tabla 1): *Gastrocopta nodosaria* (d'Orbigny, 1835), *Succinea meridionalis* d'Orbigny, 1846, *Cecilioides consobrina* (d'Orbigny, 1837), *Bulimulus apodemetes* (d'Orbigny, 1835), *B. bonariensis bonariensis* (Rafinesque, 1833), *Naesiotus deletangi* (Parodiz, 1946), *Naesiotus pollonerae* (Ancey, 1897), *Scolodonta semperi* Doering, 1875, *Miradiscops brasiliensis* (Thiele, 1927) (Figs. 4 y 5), todos con representantes actuales (Tabla 2). De los resultados cuantitativos obtenidos se destaca el predominio de *Gastrocopta* y *Bulimulus* (Fig. 6; Tabla 1), además del primer registro del género *Miradiscops* para la provincia de Entre Ríos. La preservación es, en términos generales, muy buena (Fig. 7), con una distribución de tallas amplia (Figs. 8–10).

#### 4.5. Revisión taxonómica y distribución

Phylum MOLLUSCA Linné, 1758

Clase GASTROPODA Cuvier, 1797

Subclase PULMONATA Cuvier, 1817

Orden STYLOMATOPHORA Schmidt, 1855

Familia PUPILLIDAE Turton, 1831

Género *Gastrocopta* Wollaston, 1878

*Gastrocopta nodosaria* (d'Orbigny, 1835)

Fig. 4(18, 19)

1835. *Helix nodosaria* d'Orbigny, p. 22.

1837. *Pupa nodosaria* d'Orbigny, p. 322, pl. 41 bis, figs. 12–14.

1916. *Gastrocopta nodosaria* Pilsbry, p. 94, pl. 17, fig. 10.

1945. *Gastrocopta nodosaria* Hylton Scott, p. 199, fig. 2(D, E).

2001. *Gastrocopta nodosaria* Tonni et al., p. 2.

**Material examinado:** MAS PALEOINV 267 (1 ejemplar), DCG-MLP-007-810 (25 ejemplares), DCG-MLP-007-817 (51 ejemplares), DCG-MLP-007-825 (18 ejemplares).

**Distribución:** Ocupa actualmente áreas subtropicales y templadas de América del Sur. En Argentina vive en el norte y centro del país.

**Dimensiones:** Ancho promedio:  $1,09 \pm 0,08$  mm (1,28–0,80 mm); altura promedio:  $2,62 \pm 0,21$  mm (3,21–2,23 mm).

**Descripción:** Conchilla pequeña, cilíndrico-oblonga, umbilicada, de espira alargada, ápice obtuso, con 5–6 vueltas convexas de crecimiento lento, con la última vuelta menor a la mitad del largo total, sutura profunda, abertura subcircular que muestra 5 estructuras internas, a modo de dientes, lamelas o pliegues, uno parietal, lameloso y prominente, otro lameloso columelar y tres pliegues palatales de distintos tamaños y direcciones, labro reflejado, formando un reborde estrecho, callo parietal fuerte, la teleoconcha lleva líneas de crecimiento a modo de fina estriación axial, protoconcha lisa, color blanco.

**Requerimientos ecológicos:** Geófila, en regiones templadas y tropicales; en cobertura vegetal y bajo rocas, maderas y hojas.

Familia SUCCINEIDAE Beck, 1837

Género *Succinea* Draparnaud, 1801

*Succinea meridionalis* d'Orbigny, 1846

Fig. 4(4)

1846. *Succinea meridionalis* d'Orbigny, p. 711.

1884. *Succinea meridionalis* Doering, p. 21.

1957. *Succinea meridionalis* Frenguelli, p. 58, 90.

2007. *Succinea meridionalis* de Francesco, Zárate y Miquel, p. 464, pl. 3, fig. C.

**Material:** DCG-MLP-007-818 (1 ejemplar).

**Distribución:** En Argentina, en áreas tropicales y templadas hasta el norte de la Patagonia.

**Dimensiones:** Ancho 1,45; altura 2,35 (ejemplar fragmentario).

**Descripción:** Conchilla delgada, mediana, oval – alargada; de 3 vueltas convexas, la última ocupa 3/4 del largo total; espira breve; imperforada, sutura profunda e inclinada; abertura oblonga, alargada, expandida anteriormente, que ocupa 2/3 del largo total; callo presente; peristoma entero, simple; labro delgado y frágil; superficie ornamentada sólo por líneas de crecimiento; color blanco amarillento.

**Requerimientos ecológicos:** De preferencia higrófila de agua dulce, aunque puede habitar ambientes con importantes



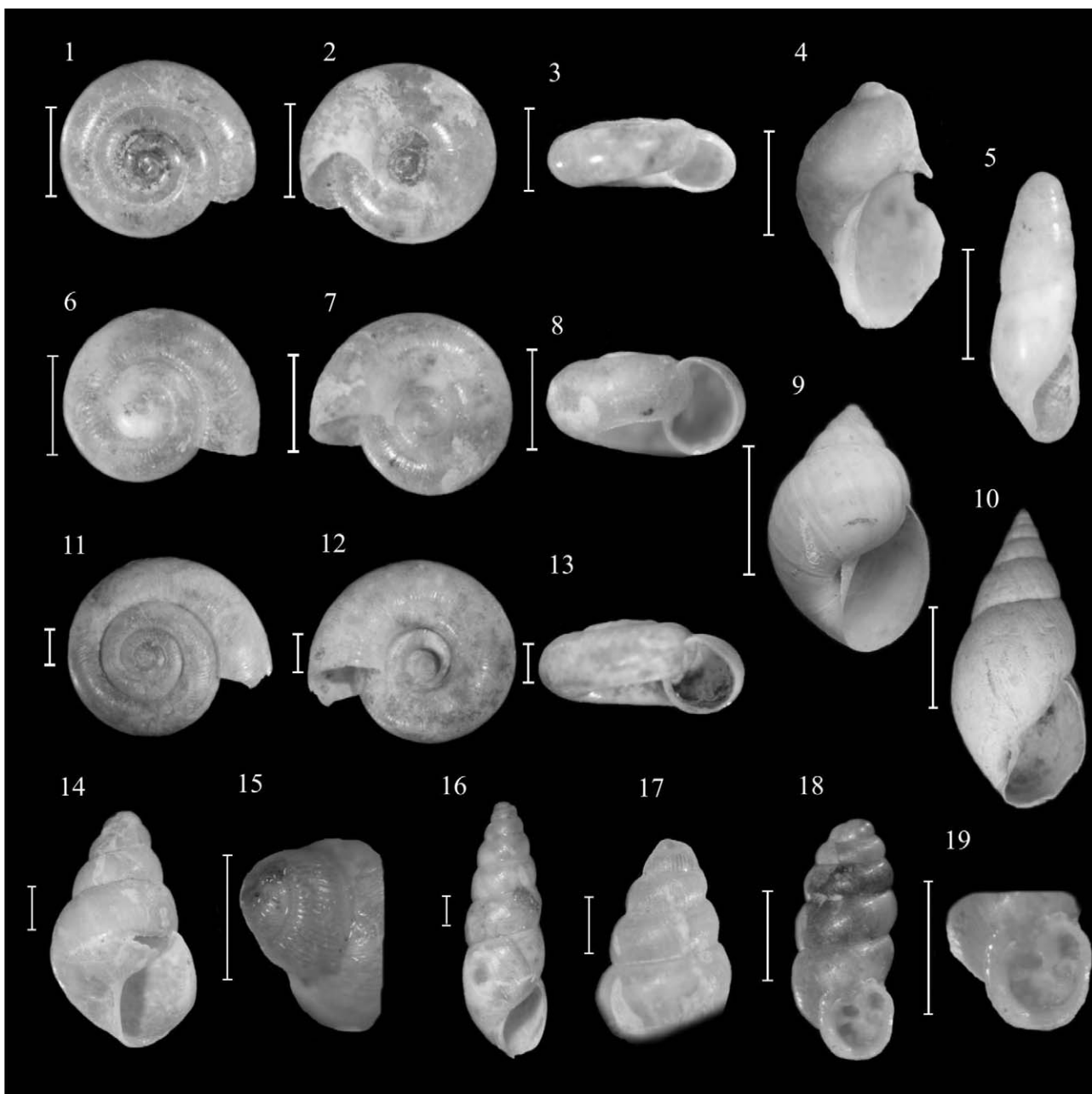


Fig. 4. **1–3.** *Miradiscops brasiliensis* (Thiele), ejemplar adulto, DCG-MLP-007-815, DCG-MLP-007-823, DCG-MLP-007-828; 1, vista apical; 2, vista ventral; 3, vista apertural. Escala: 1 mm. **4.** *Succinea meridionalis* d'Orbigny, DCG-MLP-007-818, vista apertural. Escala: 1 mm. **5.** *Ceciliodes consobrina* (d'Orbigny), DCG-MLP-007-811, DCG-MLP-007-819, vista apertural. Escala: 1 mm. **6–8, 11–13.** *Scolodonta semperi* Doering; 6–8, ejemplar juvenil; 11–13, ejemplar adulto, DCG-MLP-007-816, DCG-MLP-007-824, DCG-MLP-007-829, 6, 11, vista apical, 7, 12, vista ventral, 8, 13, vista apertural. Escala: 1 mm. **9.** *Bulimulus apodemetes* (d'Orbigny), DCG-MLP-007-813, vista apertural. Escala: 10 mm. **10.** *Bulimulus bonariensis bonariensis* (Rafinesque), DCG-MLP-007-814, vista apertural. Escala: 10 mm. **14, 15.** *Naesiotus pollonerae* (Ancy), DCG-MLP-007-821, DCG-MLP-007-827, 14, vista apertural, 15, detalle del ápice. Escala: 1 mm. **16, 17.** *Naesiotus deletangi* (Parodiz), DCG-MLP-007-822, 16, vista apertural, 17, detalle del ápice. Escala: 1 mm. **18, 19.** *Gastrocopta nodosaria* (d'Orbigny), DCG-MLP-007-810, DCG-MLP-007-817, DCG-MLP-007-825, 18, vista apertural, 19, detalle de apertura. Escala: 1 mm.

**1–3.** *Miradiscops brasiliensis* (Thiele), adult specimen, DCG-MLP-007-815, DCG-MLP-007-823, DCG-MLP-007-828; 1, apical view; 2, ventral view; 3, apertural view. Scale: 1 mm. **4.** *Succinea meridionalis* d'Orbigny, DCG-MLP-007-818, apertural view. Scale: 1 mm. **5.** *Ceciliodes consobrina* (d'Orbigny), DCG-MLP-007-811, DCG-MLP-007-819, apertural view. Scale: 1 mm. **6–8, 11–13.** *Scolodonta semperi* Doering; 6–8, juvenile specimen, 11–13, adult specimen, DCG-MLP-007-816, DCG-MLP-007-824, DCG-MLP-007-829, 6, 11, apical view, 7, 12, ventral view, 8, 13, apertural view. Scale: 1 mm. **9.** *Bulimulus apodemetes* (d'Orbigny), DCG-MLP-007-813, apertural view. Scale: 10 mm. **10.** *Bulimulus bonariensis bonariensis* (Rafinesque), DCG-MLP-007-814, apertural view. Scale: 10 mm. **14, 15.** *Naesiotus pollonerae* (Ancy), DCG-MLP-007-821, DCG-MLP-007-827, 14, apertural view, 15, detail of the apex. Scale: 1 mm. **16, 17.** *Naesiotus deletangi* (Parodiz), DCG-MLP-007-822, 16, apertural view, 17, detail of the apex. Scale: 1 mm. **18, 19.** *Gastrocopta nodosaria* (d'Orbigny), DCG-MLP-007-810, DCG-MLP-007-817, DCG-MLP-007-825, 18, apertural view, 19, detail of the aperture. Scale: 1 mm.

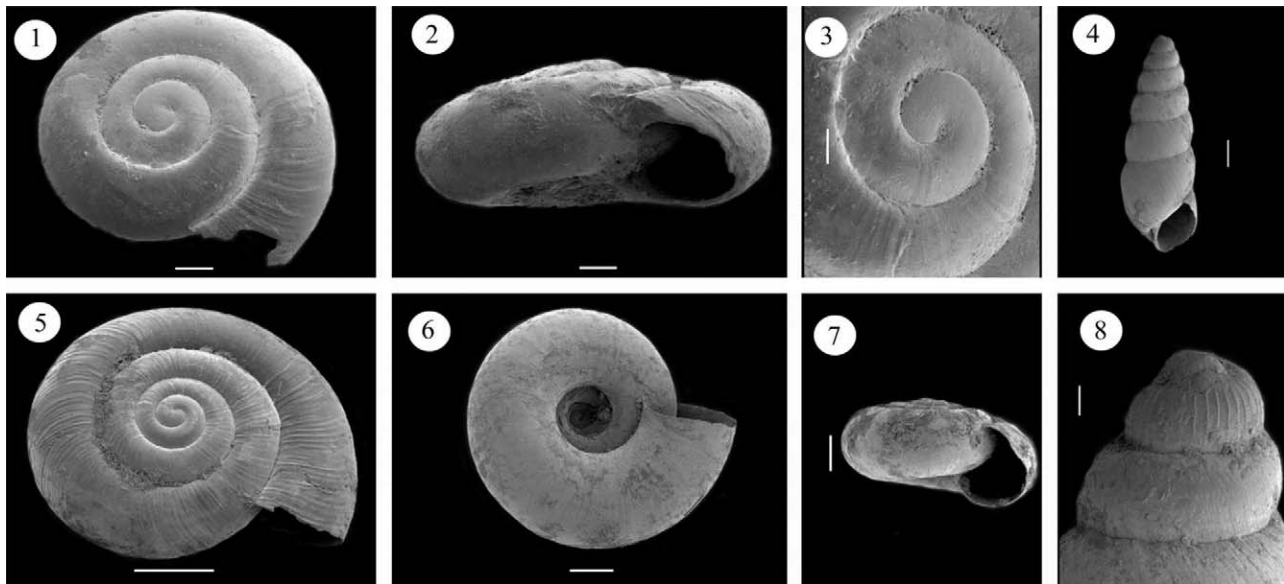


Fig. 5. Detalles de algunos rasgos diagnósticos importantes para algunos taxones en microscopía electrónica de barrido (MEB). 1–3. *Miradiscops brasiliensis* (Thiele), DCG-MLP-007-815, DCG-MLP-007-823, DCG-MLP-007-828, 1, vista apical. Escala: 0,2 mm; 2, vista apertural. Escala: 0,2 mm; 3, detalle de protoconcha. Escala: 0,1 mm. 4, 8. *Naesiotus deletangi* (Parodiz), DCG-MLP-007-822, 4, vista apertural, 8, detalle del ápice. Escala: 0,2 mm. 5–7. *Scolodonta semperi* Doering, DCG-MLP-007-816, DCG-MLP-007-824, DCG-MLP-007-829, 5, vista apical, 6, vista ventral, 7, vista apertural. Escala: 1 mm. *Details of important diagnostic features for some taxa under SEM.* 1–3. *Miradiscops brasiliensis* (Thiele), DCG-MLP-007-815, DCG-MLP-007-823, DCG-MLP-007-828, 1, apical view. Scale: 0.2 mm; 2, apertural view. Scale: 0.2 mm; 3, detail of the protoconch. Scale: 0.1 mm; 4, 8. *Naesiotus deletangi* (Parodiz), DCG-MLP-007-822, 4, apertural view, 8, detail of the apex. Scale: 0.2 mm. 5–7. *Scolodonta semperi* Doering, DCG-MLP-007-816, DCG-MLP-007-824, DCG-MLP-007-829, 5, apical view, 6, ventral view, 7, apertural view. Scale: 1 mm.

niveles de salinidad (d'Orbigny, 1837: p. 232; Castellanos y Landoni, 1995; de Francesco et al., 2007).

Familia FERUSSACIIDAE Bourguignat, 1883  
Género *Cecilioides* Féruccac de d'Audebard, 1814  
*Cecilioides consobrina* (d'Orbigny, 1837)

Fig. 4(5)

1837. *Achatina consobrina* d'Orbigny, p. 89, pl. 11 (bis), figs. 10–12.

1879. *Cionella (Acicula) pygmaea* Doering, p. 78.

1948. *Cecilioides (Caecilianopsis) consobrina* Hylton Scott, p. 254.

2001. *Cecilioides consobrina* Tonni et al., p. 2.

**Material:** MAS PALEOINV 268 (1 ejemplar), DCG-MLP-007-811 (3 ejemplares), DCG-MLP-007-819 (1 ejemplar).

**Distribución:** En Argentina ocupa el norte y centro del país y región Mesopotámica.

**Dimensiones:** Ancho promedio:  $0,78 \pm 0,02$  mm (0,79–0,76 mm); altura promedio:  $2,14 \pm 0,42$  mm (2,44–1,84 mm).

**Descripción:** Conchilla pequeña, oval-alargada, con 4 vueltas poco convexas, la última ocupa 50% del largo total, suturas apenas marcadas, abertura alargada e inclinada, de alrededor de 1/3 del largo total, labro delgado; teleoconcha con

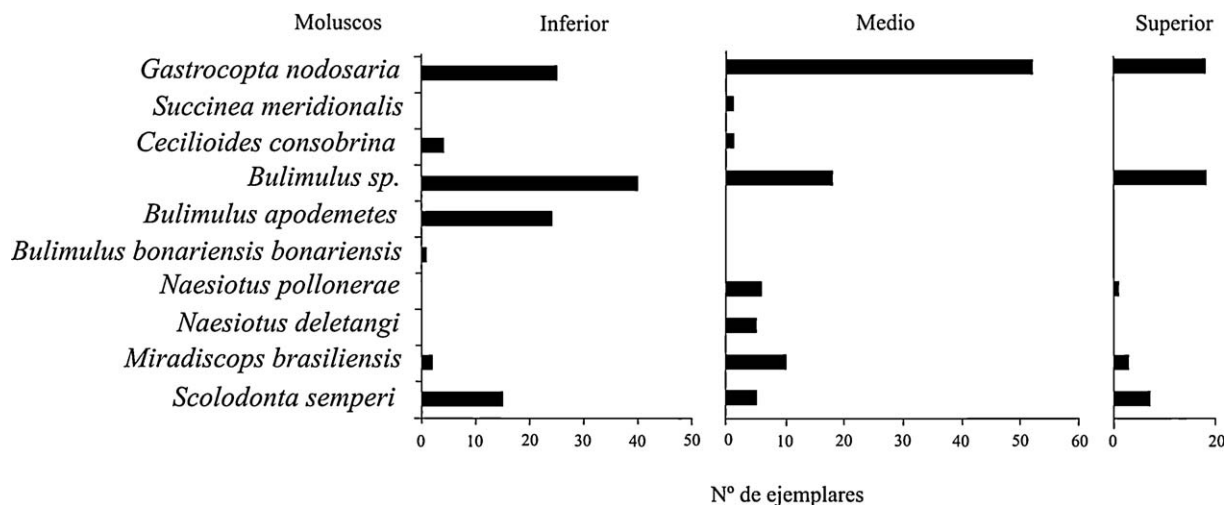


Fig. 6. Contenido malacológico total: abundancia relativa de los taxones por nivel (inferior, medio y superior del perfil de la Fig. 3). *Total molluscan content: relative abundance of taxa in the levels analysed (lower, middle and upper levels of the profile shown in Fig. 3).*

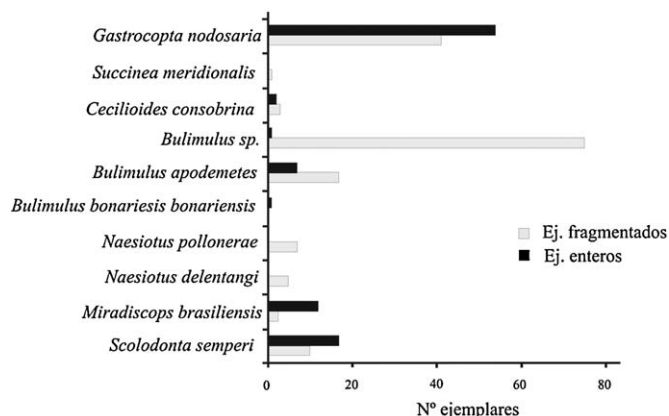


Fig. 7. Diferencia entre ejemplares enteros y fragmentados de los taxones recuperados en la localidad de Villa Valle María.

Difference between whole and fragmented specimens of the taxa recovered in the profile at Villa Valle María.

pliegues de crecimiento; protoconcha lisa; color blanco brillante.

**Requerimientos ecológicos:** Geófila, entre restos vegetales y debajo de troncos, en áreas templadas y tropicales.

Familia ORTHALICIDAE Albers-Martens, 1860

Genero *Bulimulus* Leach, 1814

*Bulimulus apodemetes* (d’Orbigny, 1835)

Fig. 4(9)

1835. *Helix (Cochlogena) apodemeta* d’Orbigny, p. 10.

1837. *Bulimus apodemetes* d’Orbigny, p. 279, pl. 30, figs. 5–

8.

1879. *Bulimulus apodemetes argentina* Doering, p. 69.

1957. *Bulimulus apodemetes* Frenguelli, p. 75, 78, 91.

2001. *Bulimulus apodemetes* Tonni et al., p. 2.

**Material:** MAS PALEOINV 270 (1 ejemplar), DCG-MLP-007-813 (23 ejemplares).

**Distribución:** Áreas tropicales y templadas de Argentina.

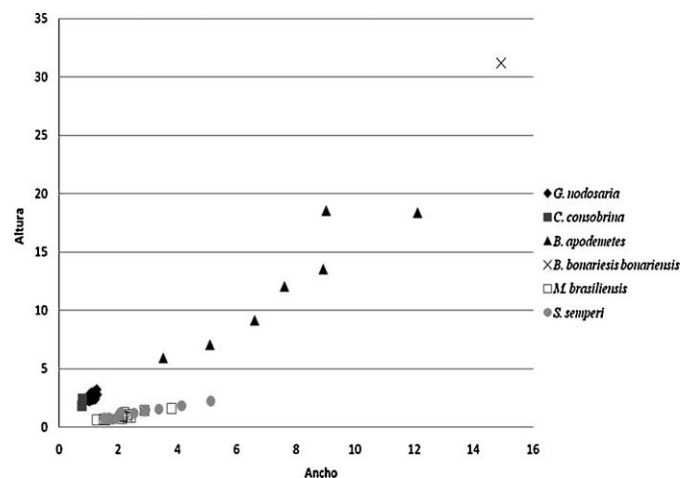


Fig. 8. Rango de dimensiones de la malacofauna característica de Villa Valle María. Distribución basada en altura por ancho de cada ejemplar entero en mm.

Size range of the characteristic molluscan species from Villa Valle María. Distribution based on height/width for each whole specimen (in mm).

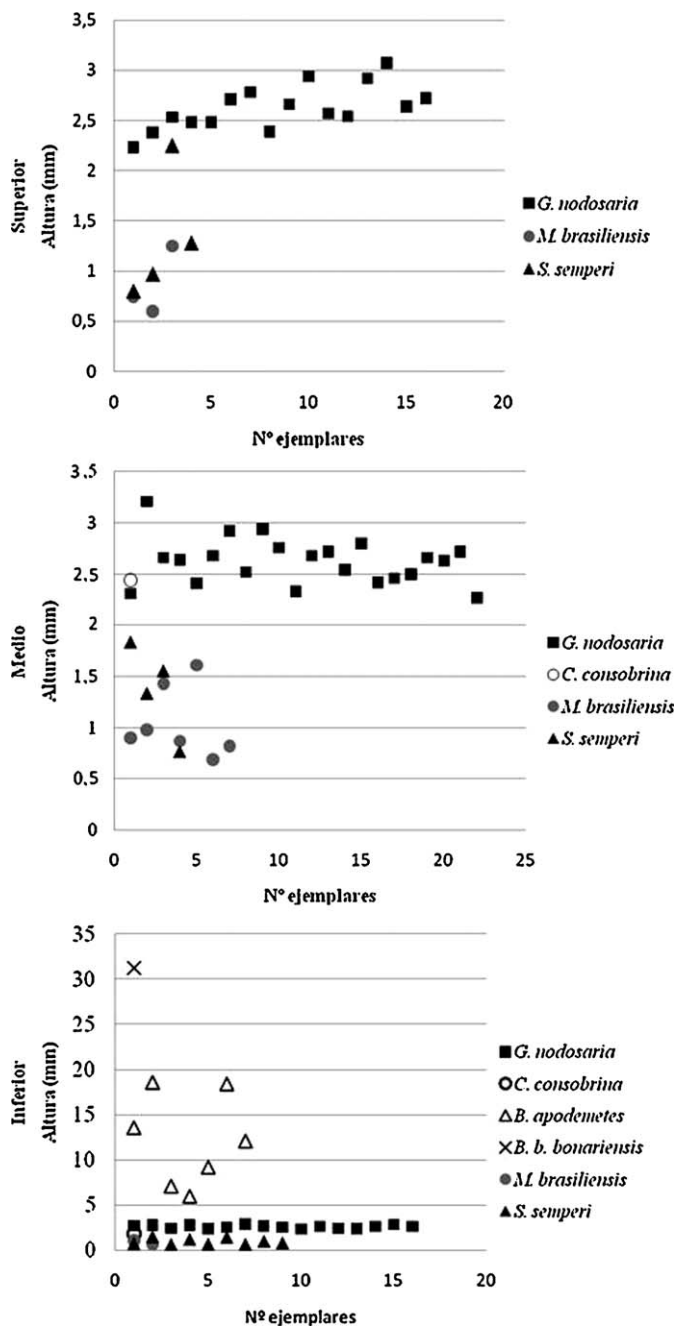


Fig. 9. Rango de dimensiones de la malacofauna característica de Villa Valle María. Distribución de los ejemplares enteros para los taxones comunes de cada nivel muestreado (altura en mm).

Size range of the characteristic molluscan fauna from Villa Valle María. Distribution of whole specimens of the common taxa from each level sampled (height in mm).

**Dimensiones:** Ancho promedio:  $7,54 \pm 2,83$  mm (12,1–3,5 mm); altura promedio:  $12,09 \pm 5,09$  mm (18,55–5,92 mm).

**Descripción:** Conchilla mediana, delgada, ventricosa, con ombligo notorio a ausente, 6 a 6 vueltas convexas a subconvexas, la última ocupa entre 75 y 80% de la longitud total, espira escasa a muy escasa, con ápice obtuso, suturas irregulares y profundas, abertura oblicua de gran desarrollo, llegando a ocupar hasta 2/3 del largo total, peristoma simple, cortante, columela oblicua, callo ausente a notorio, teleoconcha

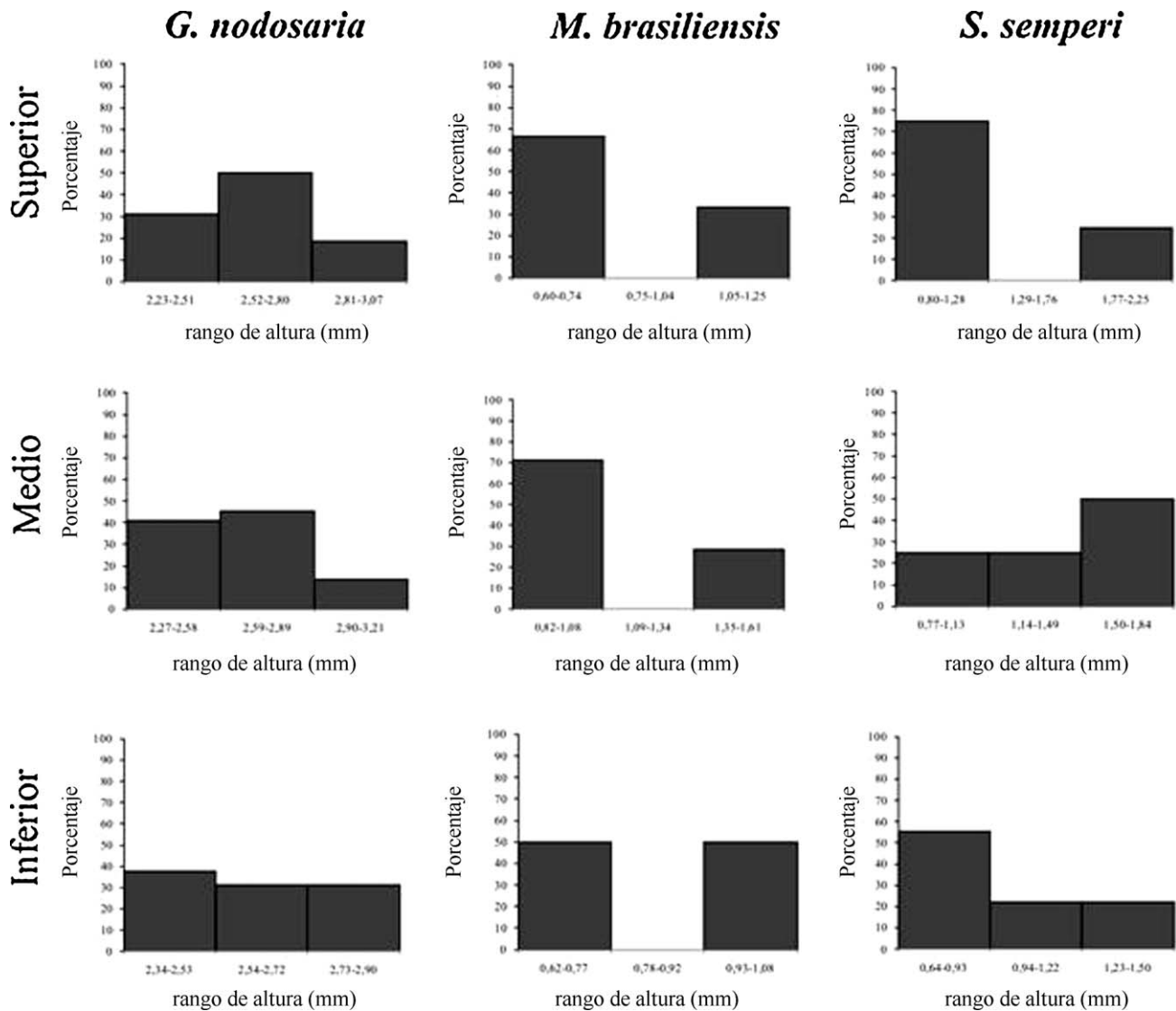


Fig. 10. Frecuencia de tamaños de taxones comunes a los tres niveles muestreados.  
Size frequency distribution of the taxa common to the three levels sampled.

con bandas axiales de crecimiento notorias muy irregulares y sobresalientes; protoconcha con microesculturación de bandas en zig-zag, separadas y de escasa angulosidad; color castaño claro con bandas cremas.

**Requerimientos ecológicos:** En cobertura vegetal.

*Bulimulus bonariensis bonariensis* (Rafinesque, 1833)

Fig. 4(10)

1833. *Syphalosphix bonariensis* Rafinesque, p. 165.

1835. *Helix (Cochlogena) sporadica* d'Orbigny, p. 12 (partim).

1837. *Bulimus sporadicus* d'Orbigny, p. 271 (partim).

1957. *Bulimulus sporadicus* Frenguelli, p. 75.

2001. *Bulimulus bonariensis bonariensis* Tonni et al., p. 2.

**Material:** DCG-MLP-007-814 (1 ejemplar).

**Distribución:** En Argentina, en la región Chaqueño-pampeana y Mesopotámica.

**Dimensiones:** Ancho: 14,91 mm; altura: 31,21 mm. Dimensiones del ejemplar fotografiado (MLP 1028): altura:

24,1, diámetro máximo: 10,5 mm; altura de la abertura: 9,3; diámetro de la abertura: 5,1 mm, 7 vueltas.

**Descripción:** Conchilla mediana a grande, suboval, con ombligo estrecho, 7 a 7 vueltas subconvexas, la última ocupa 70% de la longitud total, espira de desarrollo mediano, suturas poco profundas, la abertura puede ocupar 50% del largo total, siendo un poco oblicua, peristoma cortante no reflejado, con suave expansión, pared columelar reflajada, callo mal definido, la teleoconcha presenta bandas de crecimiento, a veces muy notorias, y está recorrida por surcos espirales muy tenues e irregulares; protoconcha con de microescultura de bandas en zig-zag apretadas; color verde claro.

**Requerimientos ecológicos:** En cobertura vegetal, adheridos a la base de arbustos y árboles, en particular, a la sombra, en lugares húmedos.

*Bulimulus* sp.

**Material:** MAS PALEOINV 269 (1 ejemplar), DCG-MLP-007-812 (40 ejemplares), DCG-MLP-007-820 (17 ejemplares),

DCG-MLP-007-826 (18 ejemplares). 76 fragmentos del género. El estado fragmentario de los especímenes impidió la identificación a nivel de especie.

Género *Naesiotus* Albers, 1850

*Naesiotus deletangi* (Parodiz, 1946)

Figs. 4(16, 17) y 5(4–8)

1946. *Protoglyptus deletangi* Parodiz, p. 3, fig. 1; pl. 1, fig. 4.

1989. *Naesiotus deletangi* Miquel, p. 65, figs. 4, 5, 6, 23, 25 y 27.

**Material:** MAS PALEOINV 272 (1 ejemplar), DCG-MLP-007-822 (4 ejemplares).

**Distribución:** En forma disyunta, aparece registrado en el noroeste de Argentina y centro-oeste de la provincia de Entre Ríos.

**Dimensiones:** Ancho promedio:  $3,1 \pm 0,24$  mm (3,34–2,71 mm); altura promedio:  $6,25 \pm 1,28$  mm (8,25–4,95 mm) (ejemplares fragmentarios).

**Descripción:** Conchilla turrilada, de espira muy desarrollada, subumbilicada, con 9 vueltas convexas, las 5 primeras de crecimiento más lento y regular, las posteriores presentan casi el mismo diámetro, la última vuelta es alargada y apenas algo más ensanchada que las anteriores, ocupando la mitad de la longitud total, suturas profundas, abertura estrecha, ocupa 1/3 del largo total, lleva labro cortante, no reflejado, el que describe una línea recta o una suave curvatura, columela arqueada, cuya pared tapa al pequeño ombligo, callo no marcado o apenas insinuado; teleoconcha con marcadas líneas de crecimiento; protoconcha con escultura de costillas axiales paralelas, conspicuas, entre las cuales aparecen pequeñas costillas espirales; color castaño con bandas más oscuras.

**Requerimientos ecológicos:** En cobertura vegetal.

*Naesiotus pollonerae* (Ancey, 1897)

Fig. 4(14, 15)

1897. *Bulimulus pollonerae* Ancey, p. 17, fig. 10.

1989. *Naesiotus pollonerae* Miquel, p. 69, figs. 17–19, 27.

2001. *Naesiotus pollonerae* Tonni et al., p. 2.

**Material:** MAS PALEOINV 271 (1 ejemplar), DCG-MLP-007-821 (5 ejemplares), DCG-MLP-007-827 (1 ejemplar).

**Distribución:** En Argentina, con distribución disyunta, en el noroeste del país y norte de la provincia de Buenos Aires.

**Dimensiones:** Ancho promedio:  $2,60 \pm 0,62$  mm (3,51–1,81 mm); altura promedio:  $3,34 \pm 0,96$  mm (5,32–2,32 mm) (ejemplares algo fragmentarios).

**Descripción:** Conchilla de tamaño mediano, subfusiforme, umbilicada, 8 vueltas convexas a subconvexas, suturas relativamente profundas e irregulares, todas las vueltas presentan un crecimiento regular, la última ocupa 60% del largo total, abertura amplia, oval, que ocupa 40% de la longitud total, labro cortante, no reflejado, columela inclinada, con pared que tapa al ombligo, callo generalmente marcado; teleoconcha con líneas de crecimiento bien marcadas, a veces, puede presentar una estructura martillada; protoconcha lleva costillas axiales, entre las que aparecen pequeñas cóstulas espirales; color castaño con bandas más oscuras.

**Requerimientos ecológicos:** En cobertura vegetal.

Familia SCOLONDOTIDAE Baker, 1925 [= SYSTROPHIIDAE Thiele, 1927]

Género *Scolodonta* Doering, 1875 (“1874”)

*Scolodonta semperi* Doering, 1875 (“1874”)

Figs. 4(6–8, 11–13) y 5(5–7)

1875a. (“1874”). *Streptaxis (Scolodonta) semperi* Doering, p. 439.

1875b. (“1874”). *Streptaxis (Scolodonta) semperi* Doering, p. 144.

1877 (“1875”). *Streptaxis (Scolodonta) semperi* Doering, p. 230.

1957. *Scolodonta semperi* Frenguelli, p. 90, 91.

1990. *Scolodonta semperi* Cuezco, pl. 2, fig. 5.

2001. *Scolodonta semperi* Tonni et al., p. 2.

**Material:** MAS PALEOINV 274 (1 ejemplar), DCG-MLP-007-816 (14 ejemplares), DCG-MLP-007-824 (5 ejemplares), DCG-MLP-007-829 (7 ejemplares).

**Distribución:** En Argentina, en el norte y centro del país.

**Dimensiones:** Ancho promedio:  $2,47 \pm 0,99$  mm (5,11–1,52 mm); altura promedio:  $1,14 \pm 0,46$  mm (2,25–0,64 mm).

**Descripción:** Conchilla pequeña, discoidal, transparente, ampliamente umbilicada, espira muy baja, sobrepasando apenas la última vuelta, 4,5–5 vueltas convexas de crecimiento regular, abertura circular, recortada por la saliente de la vuelta en forma de media luna, peristoma simple, cortante, de bordes bien separados y sin revestimiento parietal, ombligo perspectivo, la sutura profunda, teleoconcha con estrías transversales finas, irregulares; protoconcha lisa, color córneo.

**Requerimientos ecológicos:** Geófilos, en cobertura vegetal, en lugares umbrosos; carnívoros.

Género *Miradiscops* Baker, 1925

*Miradiscops brasiliensis* (Thiele, 1927)

Figs. 4(1–3) y 5(1–3)

1927. *Microhappia brasiliensis* Thiele, p. 320, fig. 17a–c.

1959–1960. *Miradiscops (Punctodiscops) brasiliensis* Zilch, p. 545.

2005. *Miradiscops brasiliensis* Miquel y Steffan, p. 495.

**Material:** MAS PALEOINV 273 (1 ejemplar), DCG-MLP-007-815 (2 ejemplares), DCG-MLP-007-823 (9 ejemplares), DCG-MLP-007-828 (3 ejemplares).

**Distribución:** En Argentina, norte y centro del país y en la región mesopotámica. Género citado por primera vez para Entre Ríos.

**Dimensiones:** Ancho promedio:  $2,22 \pm 0,66$  mm (3,79–1,26 mm); altura promedio:  $0,97 \pm 0,32$  mm (1,61–0,60 mm).

**Descripción:** Conchilla pequeña, subdiscoidal, hialina, espira apenas desarrollada, 5 vueltas regularmente convexas, creciendo lentamente, última vuelta apenas mayor que las anteriores, ombligo abierto (1/3), peristoma cortante; teleoconcha con estrías radiales densas; protoconcha con estrías regulares; color castaño suave.

**Requerimientos ecológicos:** Geófilos, en cobertura vegetal, bajo hojas y troncos en descomposición, en lugares sombríos; carnívoros.

## 5. Interpretación paleoambiental y discusión

Los resultados sedimentológicos y malacológicos obtenidos sugieren que los sedimentos analizados serían el producto de la deflación de materiales superficiales de la región (muy probablemente del loess generado en el UMG) y su posterior redepósito, como relleno de las partes deprimidas del paisaje labrado en el tope de la Formación Puerto Alvear (Pleistoceno temprano). Estas condiciones locales, principalmente relacionadas con un mayor contenido de humedad en dichas depresiones, habrían favorecido la preservación de una malacofauna fósil variada y con escasa pérdida de información tafonómica. La excelente preservación de la mayor parte de las conchas permite descartar un excesivo transporte *post-mortem* para los moluscos aquí recolectados.

La fragmentación observada en las conchas es, en general, muy escasa (Fig. 7). No se observaron signos de abrasión, disolución o bioerosión en los ejemplares, que en su mayor parte conservan la microornamentación nepiónica (*Naesiotus*) y dientes aperturales (*Gastrocopta*) (Figs. 4 y 5). Sólo las conchas de *Bulimulus* y *Naesiotus*, al presentar mayores dimensiones, habrían estado expuestas a desgaste más intenso por lo que exhiben porcentajes de fragmentación más altos (Fig. 7). Ésto, sumado a la preservación de conchas de tamaños variados para todos los taxones (Fig. 8), indicaría que se trataría de una población fósil, observación que se repite a lo largo del perfil. El rango de tamaños de los taxones comunes a los tres niveles muestreados (*G. nodosaria*, *M. brasiliensis* y *S. semperi*) es bastante similar, así como la frecuencia de tamaños de los ejemplares por taxón, lo cual sugeriría la representación de poblaciones fósiles de cada especie, relativamente completas y sin grandes sesgos postdeposicionales.

La malacofauna de la unidad holocena de Villa Valle María no se diferencia cualitativamente de la que se registra actualmente en el sudoeste de Entre Ríos. La totalidad de los taxones descritos cuentan con representantes modernos que habitan áreas tropicales y templadas de la Argentina, con niveles de humedad elevados a medios, con o sin marcada estación seca. Vivientes, se los encuentra, por lo general, en lugares húmedos y umbríos; o debajo de troncos caídos y en descomposición, y en la tierra, entre las raicillas, excepto *S. meridionalis* que es característico de ambientes palustres o con alto contenido de humedad (Tabla 2). La malacofauna en su conjunto, caracterizada por el predominio de taxones terrestres como *Bulimulus*, *Gastrocopta* y *Scolodonta* en todo el perfil (Figs. 6 y 7), muestra diferencias cuali- y cuantitativas entre los tres niveles muestreados, correspondientes a un lapso de algo más de 1 ka. Las diferencias podrían interpretarse como variaciones locales en un escenario de predominio de condiciones áridas.

*Bulimulus* constituye el taxón más representativo (constante y dominante) del conjunto reconocido, indicando condiciones terrestres no anegadas. En el nivel inferior de la columna se observa el predominio de *Bulimulus* y *Gastrocopta*; en el intermedio domina únicamente *G. nodosaria*; y en el superior predominan nuevamente *Bulimulus* y *Gastrocopta* (Figs. 6 y 7). *Gastrocopta*, *Bulimulus*, *Scolodonta* y *Miradiscops* muestran

una distribución constante y relativamente homogénea, mientras que *C. consobrina* aparece más asociada al nivel inferior. Los taxones relacionados con un único nivel son: *B. apodemetes* y *B. bonariensis bonariensis* (nivel inferior), *S. meridionalis* y *N. deletangi* (nivel medio) y *N. pollonerae* (nivel superior) (Fig. 6). Estas diferencias indicarían condiciones de mayor humedad para el nivel medio.

La mayor diversidad corresponde al nivel medio del perfil, pero la equitabilidad es mayor en el inferior (más de ca. 2,5 ka A.P.). El nivel medio, con mayores índices de riqueza específica (77,7%) y diversidad específica (índice de Margalef,  $D = 1,37$ ) y con un valor intermedio del índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H' = 1,19$ ), del de Buzas-Gibson ( $e^{H'/S} = 0,47$ ) y del de Equitabilidad ( $J = 0,61$ ) (Tabla 1), podría corresponder a un escenario de mayor estabilidad ambiental. Si bien *Bulimulus* y *Gastrocopta* son en él dominantes, la presencia de *Succinea*, junto con los índices de diversidad más altos, avalarían un escenario con mayor heterogeneidad de hábitats terrestres secos y anegados.

En comparación con otros registros malacológicos cuaternarios continentales de Argentina, la malacofauna aquí estudiada exhibe mayor abundancia y diversidad que otras localidades fosilíferas cercanas al perfil de Villa Valle María (i.e., localidad tipo de la Formación Tezanos Pinto, localidad Arroyo El Pelado, Aldea Protestante). Los pocos registros holocenos conocidos para la provincia de Buenos Aires (Prieto et al., 2004; Steffan, 2009) difieren cualitativamente de la malacofauna de Villa Valle María. Finalmente, los registros del Pleistoceno de Mendoza (de Francesco et al., 2007) sólo comparten la presencia de *Succinea* con el perfil analizado. Estas diferencias son esperables, dado el carácter fluvial de esos depósitos.

Respecto de otras unidades continentales cuaternarias de las áreas más próximas (i.e., localidad tipo de la Formación Tezanos Pinto y arroyo El Pelado, del Pleistoceno de Entre Ríos); Formaciones Sopas y Dolores, del Pleistoceno del norte de Uruguay (Martínez y Rojas, 2004; Goso Aguilar, 2006), algunas diferencias composicionales son: en la localidad tipo, representativa del típico loess pampeano del Pleistoceno Tardío, el predominio de *Biomphalaria* sp.; en Arroyo Pelado (loess evolucionado en ambiente local de valles fluviales y por tanto con un mayor contenido de humedad), de *Succinea* sp. En cuanto a las Formaciones Sopas y Dolores (Uruguay) se registraron, entre los bivalvos (no recuperados en Villa Valle María), *Neocorbicula* sp., *Diplodon* spp., *Anodontites* sp., *Monocondylaea* sp., Pisidiidae spp., *Musculium*?, y, entre los gasterópodos, *Heleobia* spp., *Potamolithus* spp., *Pomacea* sp., *Chilina* spp., *Gundlachia*, *Anysancylus* y *Biomphalaria* spp. (dulciacuícolas), y *Bulimulus* sp. (terrestre).

Son escasos los estudios de malacofaunas de depósitos de loess a nivel global (Antoine et al., 2001; Rousseau et al., 2006; Li et al., 2008, y referencias allí). Yanes et al. (2004) en su estudio de la malacofauna cuaternaria continental de las Islas Canarias citan 16 taxones de ambiente terrestre, correspondientes a siete familias, de las cuales sólo una (Ferussaciidae) es común al área de este estudio, pero sin géneros ni especies compartidos. Los estudios sobre secuencias de loess de China,

Francia y Alemania (Rousseau et al., 1998; Rousseau y Wu, 1999; Antoine et al., 2001) sólo documentan taxones comunes como *Succinea* y *Gastrocopta*, debido a su patrón biogeográfico pandémico.

Cabe mencionar que, la misma unidad estudiada, a una profundidad de ca. 0,20 m del perfil investigado (Fig. 3(3)) Tonni et al. (2001) citaron los mismos taxones aquí analizados, con el agregado de *Plagiodontes* sp. Se trata de un estudio preliminar, sin análisis de datos cuali-cuantitativos, tafonómicos, biogeográficos ni ilustraciones de la fauna característica. El fechado radiocarbónico de  $1,020 \pm 110$  años A.P. para esta localidad (Tonni et al., 2001) fue obtenido a partir de conchas de *Bulimulus apodemetes* del sector 1 (Fig. 3(3)), recolectadas en los niveles superiores del perfil. Dichos autores asignaron los 0,20 m superiores del perfil a la Formación San Guillermo sobre la base de un único fechado. De este modo, el período árido del Holoceno tardío propuesto por Iriondo (1980) para el sudoeste de Entre Ríos se habría extendido hasta, por lo menos, el lapso 950–1.200 A.D.

Sin embargo, en este trabajo se considera que las características litológicas de la unidad fosilífera, su espesor y su yacencia no corresponden a las del manto loésico de la Formación San Guillermo, ampliamente referidas en la literatura específica para la región, inclusive para el sudoeste de Entre Ríos (Iriondo, 1980, 1990; Iriondo y Kröhling, 1995; Kröhling, 1999). Dado que el fechado aportado por Tonni et al. (2001) habría sido afectado por pedogénesis actual y, en parte, sometido a agentes erosivos (entre los cuales se podría incluir además la acción antrópica), se considera cuestionable la extensión del período árido del Holoceno tardío hasta los siglos X–XIII propuesto por dichos autores en base a esa única edad.

Por el contrario, teniendo en cuenta el resultado radiocarbónico obtenido en el presente trabajo ( $2,490 \pm 45$  años A.P.) sobre conchas de *Bulimulus* sp. del nivel medio, recolectadas a 1,5 m de profundidad respecto del techo del perfil (Fig. 3(3)), se interpreta que la unidad portadora habría sido generada durante el Holoceno tardío con anterioridad a los 1000 años A.P. Se considera que la formación fosilífera es sólo correlacionable temporalmente con la Formación San Guillermo y no asignable a la misma, si bien ambas unidades litoestratigráficas serían el producto de la deflación de materiales superficiales y de su posterior redepósito.

En síntesis, estos resultados sedimentológicos y el predominio de moluscos terrestres en la unidad fosilífera aflorante en Villa Valle María constituirían una evidencia adicional de la extensión del período árido general durante el Holoceno tardío en la región pampeana, tal como propuso Iriondo (1999) para el lapso 3,500–1,400 años AP. Durante dicho evento, la acción eólica habría sido dominante en el paisaje de la región, incluso rellenando depresiones labradas en las formaciones geológicas pleistocenas de las pequeñas subcuencas fluviales afluentes del río Paraná en el Sudoeste de Entre Ríos.

Nuestras conclusiones coinciden parcialmente con las interpretaciones de Tonni (2004), que postuló condiciones climáticas algo más secas que en la actualidad en el área y con estudios multidisciplinarios de Quattrocchio et al. (2008), que

postularon para el sudoeste de la región Bonaerense (sur de la Pampa), a través de evidencias de polen, mamíferos (principalmente roedores) y sedimentológicos, que posteriormente a ca. 2610 A.P., tanto la vegetación (estepa herbácea psamófito) como los mamíferos, indicarían condiciones áridas a semiáridas, con un intervalo ca. 2000 A.P. de mayor humedad (comunidades de estepas de gramíneas) y ascenso de temperatura (expansión austral de la fauna mamíferos). Futuros estudios ampliarán los relevamientos malacológicos de sedimentos eólicos a fin de poder establecer comparaciones en un contexto regional y con respecto a otras regiones del globo.

### Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a Sergio Martínez (Universidad de la República, Uruguay) por sus comentarios sobre distintos aspectos relacionados con la temática tratada; a los responsables de las colecciones del Museo de La Plata y al Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, A. Tablado y M.C. Damborenea, por permitir el estudio de sus materiales; a R. Urréjola, del Servicio de Microscopía Electrónica del Museo de La Plata, por los microfotografías obtenidas; a F. Naggs del Natural History Museum (NHM, London), V. Héros del Muséum National d’Histoire Naturelle (MNHN, Paris) y a Y. Finet del Musée d’Histoire Naturelle (MNHN, Genève), por las fotografías de ejemplares de dichas instituciones; O. Buschiazzo por la traducción al francés del resumen. Este trabajo fue subsidiado por los proyectos AGENCIA-FONCYT PICT 07-13864 y PICT 2006-468.

### Referencias

- Aguirre, M.L., Steffan, P., 2005. Malacofauna del Holoceno de la Pampa Húmeda: evidencias paleoclimáticas. Reunión Anual de Comunicaciones y Simposio del 50 Aniversario de la Asociación Paleontóloga Argentina y Primer Simposio de Paleontología y Geología de la Península Valdés (Puerto Madryn), La Plata, pp. 21–23.
- Albers, J.C., 1850. Die Heliceen, nach natürlicher Verwandtschaft systematisch geordnet von Johann Christian Albers, Berlin.
- Ancey, C.F., 1897. Viaggio del Dott. Alfredo Borelli nel Chaco boliviano e nella Repubblica Argentina. Résultats malacologiques accompagnés d’une notice sur les espèces précédemment recueillies par ce voyageur. Bollettino dei Musei di Zoologia e Anatomia Comparata 12, 1–22.
- Antoine, P., Rousseau, D.D., Zöller, L., Lang, A., Munaut, A., Hatté, C., Fontugne, M., 2001. High-resolution record of last Interglacial-glacial cycle in the Nussloch loess-palaeosol sequences, Upper Rhine Area, Germany. Quaternary International 76/77, 211–229.
- Baker, H.B., 1925. The mollusca collected by the University of Michigan-Williamson Expedition in Venezuela, 3. Pupillidae to Oleacinidae. Museum of Zoology of the University of Michigan 156, 1–56.
- Behrensmeier, A.K., Damuth, J.D., DiMichele, W.A., Potts, R., Sues, H.D., Wing, S.L., 1992 (Eds.). Terrestrial ecosystems through time. Evolutionary paleoecology of terrestrial plants and animals. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Bigain, J.C., 1991. Sedimentary development, magnetostratigraphy and sequence of events of the Late Cenozoic in Entre Ríos and surrounding areas in Argentina. Paleogeophysics and Geodynamics, Department of Geology and Geochemistry, Stockholm University.

- Bidegain, J.C., 1999. Stratigraphic and paleomagnetic studies in marine and continental sediments of SW Entre Ríos, Argentina. *Quaternary International* 62, 21–34.
- Buzas, M.A., Gibson, T.G., 1969. Species diversity: Benthonic foraminifera in Western North Atlantic. *Science* 163, 72–75.
- Cabrera, A.L., Willink, A., 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía 13, Serie de Biología. Organización de los Estados Americanos (OEA), Washington.
- Castellanos, Z.J.A. de, Landoni, N.A., 1995. Mollusca Pelecypoda y Gastropoda. In: Lopretto, E.C., Tell, G. (Eds.), *Ecosistemas de Aguas Continentales. Metodologías para su estudio* 2. Ediciones Sur, La Plata, pp. 759–801.
- Castillo, C., Martín-González, E., Yanes, Y., Ibáñez, M., De La Nuez, J., Alonso, M.R., Quesada, M.L., 2002. Estudio preliminar de los depósitos dunares de los Islotos del Norte de Lanzarote. Implicaciones paleoambientales. *Geogaceta* 32, 79–82.
- Cuezzo, M.G., 1990. Gasterópodos pleistocénicos de la provincia de Tucumán. Quinto Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Tucumán, Actas 1, 199–204.
- de Francesco, C.G., Zárate, M.A., 1999. Análisis tafonómico de Littoridina Souleyet, 1852 (Gastropoda: Hydrobiidae) en perfiles holocenos del río Quequén Grande (provincia de Buenos Aires): significado paleobiológico y paleoambiental. *Ameghiniana* 36, 297–310.
- de Francesco, C.G., Zárate, M.A., Miquel, S.E., 2007. Late Pleistocene mollusc assemblages and inferred paleoenvironments from the Andean piedmont of Mendoza, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology Palaeoecology* 251, 461–469.
- Doering, A., 1875a. (“1874”). Apuntes sobre la fauna de moluscos de la República Argentina (Segunda parte). *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias Exactas en Córdoba* 1, 424–457.
- Doering, A., 1875b. (“1874”). Estudios sistemáticos y anatómicos sobre los moluscos pulmoníferos de los países del Plata. *Periódico Zoológico Córdoba* 1, 129–204.
- d’Orbigny, A., 1834–1847 *Voyage dans l’Amérique méridionale...*, 5 (3). Mollusques: i-xliii, 1-758; 9, Atlas. Éditions P. Bertrand, Paris-Strasbourg.
- d’Orbigny, A., 1835. Synopsis terrestre et fluviatilium molluscorum, in suo per Americam meridionalem itinere. *Magasin de Zoologie* 5, 1–44.
- Draparnaud, J.P.R., 1801. Tableau des mollusques terrestres et fluviatiles de la France. F. Bonnarig, Montpellier.
- Erra, G., 2010. Estudio fitolítico de la Formación Tezanos Pinto (Pleistoceno Tardío-Holoceno Temprano) en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata.
- Erra, G., Zucol, A.F., Kröhling, D., Brea, M., 2006. Análisis fitolíticos en el loess del Pleistoceno tardío-Holoceno temprano en la provincia de Entre Ríos: Resultados preliminares. III Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Actas de trabajos, Tomo II, 691–699. Escuela de Geología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Férussac, J.B.L. d’Audebard de, 1814. Mémoires géologiques sur les terrains formés sous l’eau douce par les débris fossiles des mollusques vivant sur la terre ou dans l’eau non salée, Paris.
- Frenguelli, J., 1957. Neozoico. In: *Geografía de la República Argentina*. II, 3ª parte. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA, Buenos Aires.
- Goso Aguilar, C., 2006. Aspectos sedimentológicos y estratigráficos de los depósitos cuaternarios de la costa platense del Departamento de Canelones (Uruguay). *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 13, 77–89.
- Hill, G., Roberts, K., Kindinger, J., Wiley, G., 1982. Geobiologic study of the South Texas Outer Continental Shelf. *US Geological Survey Professional Papers* 1238, Washington.
- Hylton Scott, M.I., 1945. Fauna malacológica de Tilcara. *Revista del Museo de La Plata* (nueva serie). *Zoología* 4, 195–211.
- Hylton Scott, M.I., 1948. Moluscos del noroeste argentino. *Acta Zoológica Lilloana* 6, 241–274.
- Iriondo, M., 1980. El cuaternario de Entre Ríos. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 11, 125–141.
- Iriondo, M., 1990. A late Holocene dry period in the Argentine plains. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 7, 197–218.
- Iriondo, M., 1998. Loess in Argentina: temperate and tropical. Guide no 3 Province of Entre Ríos. *International Joint Field Meeting, INQUA, Paraná*.
- Iriondo, M., 1999. Climatic changes in the South American plains: records of a continent-scale oscillation. *Quaternary International* 57/58, 93–112.
- Iriondo, M., Kröhling, D., 1995. El Sistema Eólico Pampeano. *Comunicaciones (Nueva serie)* 5 (1) del Museo Provincial de Ciencias Naturales “Florentino Ameghino”, Santa Fe.
- Iriondo, M., Kröhling, D., 2007. Non-classical types of loess. *Sedimentary Geology* 202, 352–368.
- Iriondo, M., Kröhling, D., 2008. Cambios ambientales en la cuenca del Uruguay (desde el Presente hasta dos millones de años atrás). Colección Ciencia y Técnica, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.
- Iriondo, M., Kröhling, D., Bidegain, J., 2000. The Quaternary of SW Entre Ríos, Argentina. Abstract (CD) 31th International Geological Congress, Río de Janeiro.
- Kröhling, D., 1999. Sedimentary maps of loessic units outcropping in North Pampa, Argentina. *Quaternary International* 62, 49–55.
- Kröhling, D., 2001. Quaternary loess-paleosol sequence of southwestern Entre Ríos Province, Northern Pampa, Argentina. VI International Symposium and Field Workshop on Paleopedology in Mexico City (INQUA-ISSS), Abstracts, p. 27.
- Kröhling, D., Zucol, A.F., Brea, M., Aguirre, M.L., Passeggi, E., 2005. Resultados preliminares de estudios sedimentológicos y paleobiológicos de la Formación Tezanos Pinto (Cuaternario) en el SO de Entre Ríos. IV Taller de Sedimentología y Medio Ambiente (corrientes, 4–6 de julio), Centro de Ecología Aplicada del Litoral CECONAL (CONICET) y Universidad Nacionales del Nordeste UNNE, pp. 6–8.
- Kröhling, D., Passeggi, E., Zucol, A.F., Aguirre, M., Miquel, S., Brea, M., 2006. Sedimentología y bioestratigrafía del loess pampeano del Pleistoceno tardío (Fm Tezanos Pinto) en el SO de Entre Ríos. IV Congreso Latinoamericano de Sedimentología y XI Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes, La Plata, p. 127.
- Kröhling, D., Passeggi, E., Zucol, A., Erra, G., Miquel, S., Brea, M., 2010. Multidisciplinary analysis of the last glacial loess at the NE of the Pampean aeolian system. 18th International Sedimentological Congress, Abstracts, Volume 518. Mendoza, Argentina.
- Lautridou, J.P., Sommé, J., Heim, J., Maucorps, J., Puisségur, J.J., Rousseau, D.D., Thévenina, A., Van Vliet-Lanoé, B., 1986. Corrélations entre sédiments quaternaires continentaux et marins (littoraux et profonds) dans le domaine France septentrionale-Manche. *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique* 27, 105–112.
- Leach, W.E., 1814. *Zoological miscellany: being descriptions of new or interesting animals*. E. Nodder and Son 1, London.
- Li, F., Rousseau, D.D., Wu, N., Hao, Q., Pei, Y., 2008. Late Neogene evolution of the East Asian monsoon revealed by terrestrial mollusk record in western Chinese Loess Plateau: from winter dominated to summer dominated sub-regime. *Earth and Planetary Science Letters* 274, 439–447.
- Limondin, N., Rousseau, D.D., 1991. Holocene climates reflected by malacological sequence at Verrières, Seine valley, France. *Boreas* 20, 207–229.
- Lomolino, M.V., Riddle, V.R., Brown, J.H., 2005. *Biogeography*. Tercera edición. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Margalef, R., 1958. Temporal succession and spatial heterogeneity in natural phytoplankton. *Perspectives in marine Biology*. University of California Press, Berkeley.
- Martínez, S., Rojas, A., 2004. Quaternary continental molluscs from Northern Uruguay: distribution and paleoecology. *Quaternary International* 114, 123–128.
- Mac Arthur, R.H., Wilson, E.O., 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Miquel, S.E., 1989. Las especies vivientes del género *Naesiotus* Albers, 1860 en la República Argentina (Gastropoda, Stylommatophora). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 24, 61–73.
- Miquel, S.E., Steffan, P., 2005. *Retidiscus reticulatus* Fonseca y Thomé (Gastropoda, Pulmonata, Charopidae) en la Argentina: un posible indicador de paleoclima subtropical húmedo en el Holoceno de la provincia de Buenos Aires. *Ameghiniana* 42, 495–500.
- Moreno, C.E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1, Zaragoza.
- Parodiz, J.J., 1946. Contribuciones al conocimiento de los moluscos terrestres sudamericanos, 4. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 2, 1–14.



- PAST, 2007. Paleontological Statistics, version 1.76. Øyvind Hammer, D.A.T. Harper and P.D. Ryan, December 6.
- Pilsbry, H.A., 1916. *Manual of Conchology* (2) 24 (93), 1–112. Academy of Natural Science, Philadelphia.
- Prieto, A.R., Blasi, A.M., De Francesco, C.G., Fernández, C., 2004. Environmental history since 11,000 <sup>14</sup>C yr. BP of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Lujan River. *Quaternary Research* 62, 146–161.
- Quattrocchio, M.E., Borromei, A.M., Deschamp, C.M., Grill, S.C., Zavala, C., 2008. Landscape evolution and climate changes in the Late Pleistocene-Holocene, southern Pampa (Argentina): Evidence from palynology, mammals and sedimentology. *Quaternary International* 181, 123–138.
- Rafinesque, C.S., 1833. New genera of land shells from Buenos Aires, South America. *Atlantic Journal Friend of Knowledge* 5, 165.
- Ringuet, R.A., 1961. Rasgos fundamentales de la Zoogeografía de la Argentina. *Physis* 22, 151–170.
- Rousseau, D.D., 1991. Climatic transfer functions from Quaternary molluscs in European loess deposits. *Quaternary Research* 36, 195–209.
- Rousseau, D.D., 1992. Is causal ecological biogeography a progressive research program? *Quaternary Science Reviews* 11, 593–601.
- Rousseau, D.D., 2001. Loess biostratigraphy—new advances and approaches in mollusk studies. *Earth Science Reviews* 54, 151–171.
- Rousseau, D.D., Gerasimenko, N., Matviischina, Z., Kukla, G., 2001. Late Pleistocene Environments of the Central Ukraine. *Quaternary Research* 56, 349–356.
- Rousseau, D.D., Hatte, C., Guiot, D., Duzer, P., Schevin, P., Kukla, G., 2006. Inversing biomes and <sup>13</sup>δ for the Grande pile Eemian record: reconstruction of an instable climate interval. *Quaternary Science Reviews* 25, 2806–2819.
- Rousseau, D.D., Keen, D.H., 1989. Malacological records from the Upper Pleistocene at the Portelet site (Jersey, Channel Islands). Correlations with western and central Europe. *Boreas* 18, 61–66.
- Rousseau, D.D., Wu, N., 1999. Mollusk Record of Monsoon Variability during the L2-S2 Cycle in the Luochuan Loess Sequence, China. *Quaternary Research* 52, 286–292.
- Rousseau, D.D., Zöller, L., Valet, J.P., 1998. Late Pleistocene climatic variations at Achenheim, France, based on a magnetic susceptibility and TL chronology of loess. *Quaternary Research* 49, 255–263.
- Simone, L.R.L., 2006. Land and freshwater molluscs of Brazil. EGB, Fapesp, São Paulo.
- Steffan, P.G., 2009. Reconstrucción Paleoambiental de contextos arqueológicos del área Interserrana. PhD Tesis del la Facultad de Ciencias Naturales y museo de la Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Thiele, J., 1927. Über einige brasilianische Landschnecken. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* 40, 307–329.
- Tonni, E., 2004. Fauna y clima en el Cuaternario de la Mesopotamia Argentina. *INSUGEO. Miscelanea* 12, 31–38.
- Tonni, E.P., Cione, A.L., Figini, A.J., Noriega, J.I., Carlini, A.A., Miquel, S.E., 2001. Extensión del período árido del Holoceno hasta los siglos X a XIII basada en el registro de moluscos terrestres en Entre Ríos (Argentina). XI Congreso Latinoamericano de Geología y III Congreso Uruguayo de Geología, Montevideo, Actas, 1–5 (versión electrónica).
- Wollaston, T.V., 1878. *Testacea Atlantica or the land and freshwater shells of the Azores, Madeiras, Salvages, Canaries, Cape Verdes, and Saint Helena*. L. Reeve and Co., London.
- Wu, N.Q., Rousseau, D.D., Liu, T.S., Lu, H.Y., Gu, Z.Y., Guo, Z.T., Jiang, W.Y., 2001. Orbital forcing of terrestrial mollusk and climatic changes from the Loess Plateau of China during the past 350 kyr. *Journal of Geophysical Research* 106 (D17), 20045–20054.
- Yanes, Y., Castillo, C., Alonso, M.R., Ibáñez, M., De La Nuez, J., Quesada, M.L., Martín-González, E., La Roche, F., Liché, D., Armas, R.F., 2004. Gasterópodos Terrestres Cuaternarios del Archipiélago Chinijo, islas Canarias. *Vieraea* 32, 123–134.
- Zilch, A., 1959–1960. *Gastropoda Euthyneura*. In: Schindewolf, O.H. (Ed.), *Handbuch der Paläozoologie*, 6. Gebrüder Borntraeger, Berlin.