

# Moluscos de Cerro Colorado: cambios faunísticos e importancia ecológica y paleoambiental

Sandra Gordillo<sup>1,2</sup> y Gabriella M. Boretto<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades. Museo de Antropología, Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Instituto de Antropología de Córdoba (IDACOR), Córdoba, Argentina.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba, Argentina

<sup>4</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), Córdoba, Argentina.

Fecha de recepción del manuscrito: 13/07/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 13/10/2020

Fecha de publicación: 31/10/2020

**Resumen**—En este trabajo se mencionan los moluscos hallados en la Reserva Cultural Natural Cerro Colorado (Provincia de Córdoba, Argentina) con el objetivo de contar con información de base dado su valor ecológico y paleoambiental. Se registraron 13 taxones específicos distribuidos en ocho familias: siete de gasterópodos (Cochliopidae, Planorbidae, Succineidae, Strophocheilidae, Bulimulidae, Odontostomidae y Xanthonychidae) y una de bivalvos (Cyrenidae). Las especies nativas actuales mejor representadas pertenecen a los géneros *Bulimulus*, *Plagiodontes*, *Clessinia* y *Epiphragmophora*. Entre los fósiles del Holoceno tardío predomina *Plagiodontes*, mientras que *Bulimulus* resultó escaso. Además, en afloramientos más antiguos, del Holoceno medio, aparece *Megalobulimus lorentzianus*, para la cual se obtuvieron dos nuevos fechados <sup>14</sup>C que dieron edades calibradas entre *circa* 7000 y 6500 años AP. Lo anterior resulta particularmente relevante dado que esta especie está ausente en sedimentos más recientes y en la actualidad. Se discuten estos resultados, destacando el potencial de los moluscos como *proxies* climáticos y ambientales del Holoceno.

**Palabras clave**—Cerro Colorado, Holoceno, Malacología, Riqueza especies, Cambios faunísticos, Importancia paleoambiental.

**Abstract**—In this work basic information is compiled on the mollusks found in the Cerro Colorado Cultural Natural Reserve (Córdoba Province, Argentina), since they are of significant ecological and palaeoenvironmental value. Thirteen specific taxa were registered, distributed between eight families: seven gastropod families (Cochliopidae, Planorbidae, Succineidae, Strophocheilidae, Bulimulidae, Odontostomidae and Xanthonychidae) and one bivalve family (Cyrenidae). The best-represented native species belong to the genera *Bulimulus*, *Plagiodontes*, *Clessinia* and *Epiphragmophora*. *Plagiodontes* predominates the late Holocene fossils, while *Bulimulus* is scarce. In older outcrops from the middle Holocene, *Megalobulimus lorentzianus* appears, for which two new <sup>14</sup>C dates were obtained that gave calibrated ages between *circa* 7000 and 6500 years BP. This is particularly relevant given that this species is absent in more recent sediments and in the present. These results are discussed, and the potential of mollusks as Holocene climate and environmental proxies is highlighted.

**Keywords**—Cerro Colorado, Holocene, Malacology, Species richness, Faunal changes, Paleoenvironmental importance.

## INTRODUCCIÓN

A nivel planetario, y dentro del reino animal, los moluscos representan el segundo grupo en abundancia después de los artrópodos, pudiendo encontrarse a 3000 m de altitud en ambientes continentales como a 5000 m de profundidad en los océanos. A esta versatilidad espacial se suma su antigüedad, ya que existen en la Tierra desde hace 500 millones de años, incluyendo formas extintas y vivientes muy diversas.

Los moluscos continentales comprenden aproximadamente unas 40.000 especies vivientes, de las cuales 35.000 son terrestres y las otras 5.000 de agua dulce (Sallam y El-Wakeil, 2012; Lydeard y Cummings, 2019). A nivel regional, el estudio de moluscos en la Provincia de Córdoba es aún incipiente, principalmente al considerar que no hay aún ningún inventario completo de especies, ni actuales ni fósiles, ni tampoco hay estudios que aborden aspectos ecológicos integrados en ambientes naturales. Sin embargo, hay algunos importantes aportes sistemáticos, principalmente sobre algunos géneros terrestres (Cuezzo, 2006; Cuezzo et al., 2013, 2018; Pizá y Cazzaniga, 2010; Pizá et al., 2006), y también hay listados preliminares de especies para algunos sitios, como, por ejemplo, para el área de Mar Chiquita, en el noreste provincial (Bucher y Abril, 2006), o la Reserva Natural Urbana San Martín en la

Dirección de contacto:

Sandra Gordillo, Avenida Hipólito Yrigoyen 174, X5000 JHO. Tel: 351-4332105, sandra.gordillo@unc.edu.ar

ciudad de Córdoba (Acosta et al., 2017). Respecto a los moluscos exóticos e invasores, la información también es escasa, teniendo en cuenta además los problemas ambientales, económicos, y de salud humana, que estas especies ocasionan. Entre los trabajos previos sobre especies foráneas en la Provincia de Córdoba, Reyna et al. (2018) presentan una síntesis de los registros conocidos en la provincia, haciendo énfasis en la importancia de la prevención.

Una característica de los moluscos en los ambientes terrestres y de agua dulce es que la mayoría (a excepción de las babosas) presenta una cubierta externa o exoesqueleto (concha) que facilita su preservación, incluso en sedimentos más antiguos como fósiles. Así, el estudio de su registro en la Provincia de Córdoba a lo largo del período Cuaternario, principalmente en el Holoceno (o últimos 11.700 años), constituye un insumo paleoclimático y paleoambiental importante para analizar y contrastar las variaciones de las especies en el tiempo. Además, en el contexto de cambio climático global, el monitoreo periódico de especies puede proveer información de base para detectar cambios asociados a otros *proxies* ecológicos y ambientales.

Respecto a la localidad de Cerro Colorado, es una región de gran interés para la Provincia de Córdoba, dado que constituye un área protegida tanto por su biodiversidad como por el acervo histórico de las comunidades indígenas que habitaban esta región en el período prehispánico e hispánico (ver Gómez Molina, 1998; Recalde, 2015 y referencias ahí).

También, desde el punto de vista paisajístico hay claros indicios que las condiciones climáticas han registrado importantes cambios en los últimos miles de años, quedando evidencias en los rasgos geomorfológicos de esta región y las características pedológicas del piedemonte serrano (Strelin, 1995; Carignano, 1996, 1997a, 1997b, 1999; Herrero, 1999, 2000; Iriondo, 2010; Krohling y Carignano, 2014; Boretto et al., 2018, 2019).

En ese contexto, la hipótesis de este trabajo es que esos cambios seguramente quedaron reflejados en la variación de las especies. Por lo tanto, el estudio de moluscos de Cerro Colorado representa un aporte para las ciencias naturales, principalmente para el conocimiento de su diversidad y el estado del ecosistema, y como insumo para la comprensión de los cambios ambientales y climáticos recientes.

Su estudio es, además, un aporte para las ciencias sociales dado que los moluscos fueron utilizados para la confección de artefactos malacológicos por los antiguos pobladores que habitaban en la Provincia de Córdoba (Serrano, 1945; Gordillo, 2019 y referencias ahí).

### Caracterización de la localidad de Cerro Colorado

Cerro Colorado (63° 55' LO; 30° 05' LS; Fig. 1) es el nombre de una localidad ubicada en el noroeste provincial a 160 km de la ciudad capital de la Provincia de Córdoba, y que se encuentra dentro de un área protegida, la Reserva Cultural Natural Cerro Colorado, que comprende 3000 hectáreas de extensión. Con la finalidad de proteger su biodiversidad y manifestaciones culturales fue considerada primeramente como Parque Arqueológico y Natural (1957) por parte del gobierno provincial, luego declarada Monumento Histórico Nacional (1961) y finalmente

reconocida como Reserva Cultural Natural provincial en 1992 (Reserva Cultural Natural Cerro Colorado; Decreto 2821/92 en el marco de la Ley 6964/83).

Su clima actual es templado con veranos cálidos y húmedos, mientras que los inviernos son secos y fríos, y las precipitaciones anuales de régimen estival superan los 600 mm (Capitanelli, 1979). Desde el punto de vista biogeográfico, la reserva de Cerro Colorado se encuentra ubicada en el Distrito Chaqueño Serrano, dentro de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña (Cabrera, 1976). Este distrito se extiende por las sierras y montañas bajas del centro y noroeste de Argentina llegando al sur de Bolivia. Su vegetación varía en composición y fisonomía según la altitud conformando pisos altitudinales. El piso representado en el área de la reserva, a una altitud que no supera los 1000 m y que se continúa hacia abajo a unos 500-400 m, es el Bosque Serrano.

La comunidad vegetal más característica de la reserva es el bosque de mato (*Myrcianthes cisplatensis*), que en esta región representa su punto más austral de distribución. Además, hay otras especies típicas de esta ecorregión como molle de beber (*Lithraea ternifolia*), coco (*Fagara coco*) y piquillín de la sierra (*Condalia montana*), a los que se suman otras especies serranas y de planicie. Entre ellas, algarrobo (*Prosopis* spp.), mistol (*Ziziphus mistol*), tala (*Celtis tala*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), chañar (*Geoffroea decorticans*), garabato (*Acacia praecox*), espinillo (*Acacia caven*), manzano del campo (*Ruprechtia apetala*), palma (*Trithrinax campestris*), entre otras. Mayores datos sobre los tipos de vegetación del norte de Córdoba en Cabido y Zak (1999).

Los suelos de la zona en general presentan escaso desarrollo y espesor, y es su orientación y pendiente, sumado a la cobertura vegetal, lo que condiciona su erosión y disponibilidad de materia orgánica (Sanabria et al., 1996).

Los principales ríos y arroyos que atraviesan la reserva (De Los Tártagos, De Los Molles y La Quebrada) corresponden a una red de drenaje de diseño dendrítico, asociado con la litología de la región dominada por rocas granitoides, areniscas conglomeráticas y sedimentitas de origen fluvial y aluvial (Boretto et al., 2018; 2019).



Fig. 1: Mapa de ubicación de Cerro Colorado en la Provincia de Córdoba (rectángulo negro) y sitios muestreados.

### Marco geológico de la región de estudio

El área de estudio se encuentra en el ámbito denominado Sierra Norte (SN), que corresponde al sector septentrional de las Sierras Pampeanas Orientales (Lucero Michaut, 1979). Su basamento ígneo-metamórfico es de edad

Proterozoico a Cámbrico medio y está constituido por batolitos de composición granodiorítica y monzogranítica, con facies porfíricas subvolcánicas, rodeados por remanentes aislados de una caja metamórfica de grado bajo a medio, y a su vez intruidos por granitoides ordovícicos y devónicos (Candiani et al., 2001; Miró, 2000). Durante el Paleozoico superior esta región habría estado cubierta por una calota glacial que cubrió la mayor parte de Gondwana (Astini et al., 2009; López-Gamundí y Buatois, 2010), y habría sido afectada por la apertura de una cuenca continental intracratónica representada por una cubierta sedimentaria carbonífera-pérmica (Astini y Del Papa, 2014). En tal sentido, Astini y Del Papa (2014) señalan que la unidad más representativa de dicha cubierta corresponde a las areniscas y conglomerados rojizos de la Formación Cerro Colorado (Methol, 1958; Polanski, 1970). La edad de estos afloramientos, que no cuenta al menos por ahora con vestigios fósiles, es objeto de controversia dado que para algunos autores es del Mesozoico (Pastore, 1932; Gutiérrez et al., 2006; Candiani, 2008), mientras que otros la interpretan como del Carbonífero-Pérmico (Lucero Michaut, 1979; Astini y Del Papa, 2014). Astini y Del Papa (2014) consideran que las rocas sedimentarias de Cerro Colorado son de origen glacial, provenientes de un período de incisión intensa en el paisaje con la formación de amplios valles en forma de U, por lo que los clastos que componen las areniscas y conglomerados pertenecen a variedades de granitos y granitoides que provendrían de la erosión y el retrabajo del basamento. Estas unidades sedimentarias de coloración rojiza tienen marcadas diferencias de composición y compactación con respecto a la cubierta mesozoica que también aparece en la región (Astini y Del Papa, 2014; Astini y Oviedo, 2014). Siguiendo esta interpretación, el Mesozoico tendría escaso desarrollo en el área, estando representado por conglomerados y areniscas cretácicas sobre las que yacen areniscas y pelitas de facies marino-litorales correspondientes a una ingesión atlántica del Mioceno e incluidas en la Formación Saguión (Bertolino et al., 2000; Miró, 2000).

Posteriormente, durante el Cenozoico se configuraron los rasgos geomorfológicos actuales, cuyos procesos principales están asociados al relleno y posterior aterramiento de esta cuenca intracratónica, y que luego condicionará marcadamente los rasgos pedológicos del piedemonte serrano (Strelin, 1995; Carignano, 1996, 1997a, 1997b, 1999; Herrero, 1999, 2000; Iriondo, 2010; Kröhling y Carignano, 2014).

El Cuaternario (últimos 2.59 millones de años), caracterizado globalmente por los cambios climáticos bruscos en ciclos glaciales e interglaciales (Fookes y Lee, 2007; Walker et al., 2018), está representado por sedimentos fluvio-eólicos que bordean la sierra y rellenan valles, y por pampas de altura, que son geoformas características que se desarrollan a más de 1000 metros s.n.m., y que se corresponden con superficies de aplanamiento de origen erosivo (Carignano, 1999; Carignano et al., 2014). Éstas aún no cuentan con dataciones ni estudios bioestratigráficos que permitan acotar el periodo temporal de la cubierta sedimentaria neógena, aunque se les atribuye una edad post pliocénica /pleistocénica (Krapovickas y Tauber, 2016). Respecto al

Holoceno, en un trabajo reciente, Boretto et al. (2019) en base al análisis de un perfil estratigráfico en Cerro Colorado han reconocido una sucesión de procesos eólicos, aluviales y pedológicos que habrían tenido lugar en el Holoceno tardío, en los últimos 3500 años.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron datos de moluscos a partir de la observación *in situ* de ejemplares vivos, y la recolección de conchas. Éstas fueron discriminadas en actuales/recientes y fósiles, según su procedencia. Las primeras fueron recuperadas en superficie, preferentemente en zonas de acumulación, mientras que las segundas proceden de perfiles estratigráficos, la mayoría naturalmente expuestos, o temporalmente abiertos por alguna obra urbana. La Tabla 1 caracteriza el tipo de material analizado e indica las coordenadas de los sitios que también fueron ubicados en la Fig. 1.

TABLA 1: LOCALIDADES MUESTREADAS.

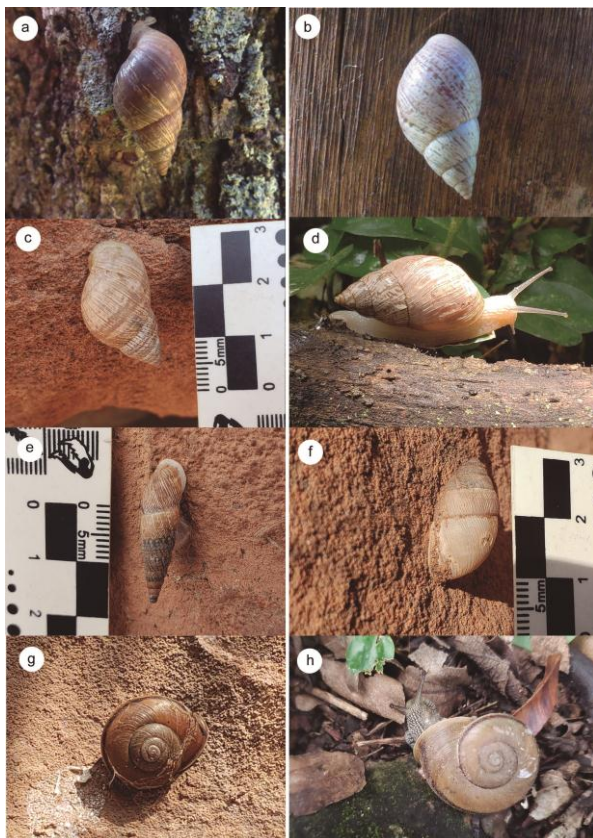
Sitio	TIPO	LATITUD (S)	LONGITUD (O)
V1	Viviente	-30.096161°	-63.930472°
V2	Viviente	-30.089967°	-63.936663°
V3	Viviente	-30.086342°	-63.933587°
V4	Viviente	-30.093774°	-63.929630°
M1	Actual/Reciente	-30.093023°	-63.926843°
M2	Actual/Reciente	-30.098500°	-63.927828°
M3	Actual/Reciente	-30.096560°	-63.928830°
M4	Actual/Reciente	-30.094475°	-63.931757°
M5	Actual/Reciente	-30.104722°	-63.886611°
M6	Actual/Reciente	-30.069075°	-63.929576°
M7	Actual/Reciente	-30.079944°	-63.928028°
F1	Fósil	-30.093023°	-63.926843°
F2	Fósil	-30.092156°	-63.934412°
F3	Fósil	-30.094891°	-63.931450°
F4	Fósil	-30.097794°	-63.930515°
F5	Fósil	-30.104722°	-63.886611°
F6	Fósil	-30.080322°	-63.928107°
F7	Fósil	-30.076833°	-63.928111°

En las Figs. 2, 3 y 4 se observan características *in situ* de los tres tipos de materiales analizados en este trabajo.

Para corroborar la edad relativa y estimar la antigüedad de los perfiles se tomaron como referencia trabajos previos (Strelin, 1995; Herrero, 2000; Boretto et al., 2018) y se realizaron dos nuevos fechados carbono 14 en base a gasterópodos recuperados de dos perfiles estratigráficos en estudio, efectuados en el Laboratorio de AMS de Arizona. La calibración se realizó con el Programa CALIB 7.1

Respecto a los moluscos vivientes, y a los fines de este trabajo, no fue necesario coleccionar ejemplares, sino que se registró su presencia a partir de fotografías. Para la observación *in situ* se tuvieron en cuenta: su ciclo anual (temporada activa en primavera-verano); las condiciones de humedad (mayor actividad durante y después de una precipitación) y micro-hábitats (presencia debajo de ramas, huecos, hojarasca).

Con el material colectado y fotografiado, y en base a los caracteres morfológicos de la concha, se realizó la identificación taxonómica. Para ello se tomó como referencia el material que se encuentra depositado en las colecciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales (MACN) y del Museo de La Plata (MLP), y la consulta de diversas fuentes bibliográficas (Fernández, 1973; Cazzaniga, 1981, 2011; Miquel, 1991; Rumi, 1991; Paraense, 2005; Cuezco, 2006; Pizá et al., 2006; Rumi et al., 2008; Pizá y Cazzaniga, 2010; Miquel y Aguirre, 2011; Cuezco et al., 2013; Gordillo, 2018; Gordillo et al., 2013; Cuezco et al., 2018; entre otras). Para la ubicación taxonómica de las especies se consultó la base de datos MolluscaBase (<http://www.molluscabase.org>; último acceso 2020-10).



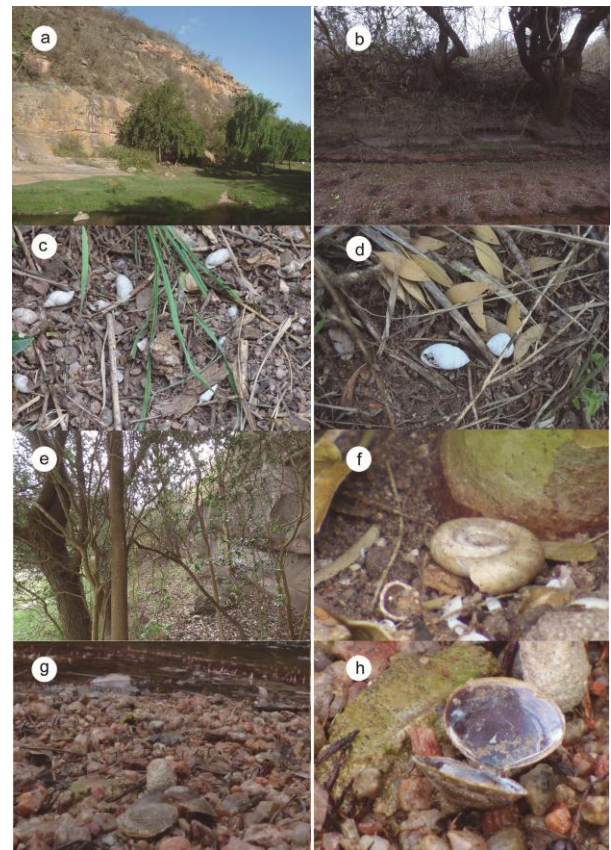
**Fig. 2:** Ejemplares vivos en diferentes microhábitats. *Bulimulus apodemetes* (a-d), *Clessinia* sp. (e), *Plagiodontes multiplicatus* (f), *Epiphragmophora trenquelleonis* (g-h).

Además del reconocimiento de especies (muestreo cualitativo) se estimó la abundancia relativa (muestreo cuantitativo) en base a ensambles de conchas vacías, muestreadas de manera aleatoria. Para ello se utilizó como unidad de muestreo una cuadrata de 0,5 x 0,5 m.

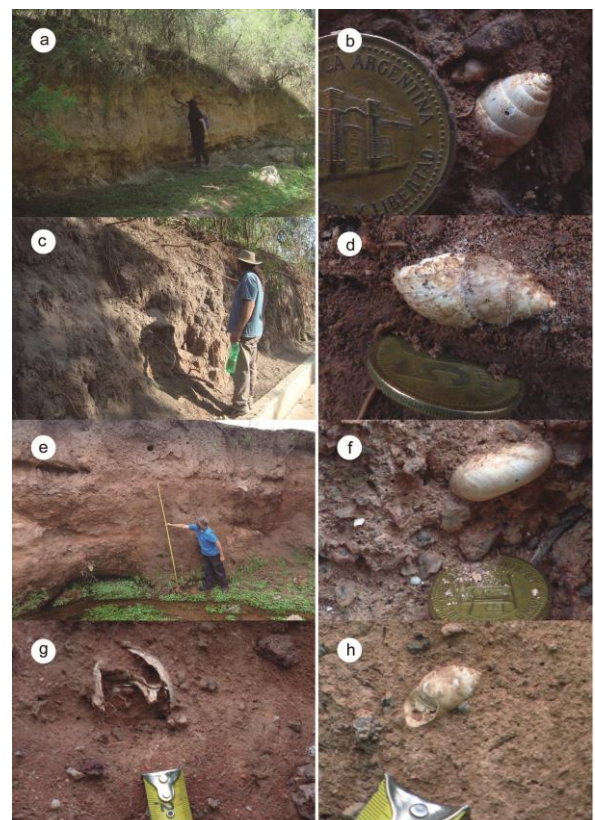
El tamaño de los ejemplares se midió con un calibre digital, tomando la medida mayor de la conchilla, que en lo gasterópodos con espira alta fue la distancia entre el ápice y la base de la abertura, mientras que en las formas planoespirales o helicoidales se tomó el diámetro.

Finalmente, y a los fines de contar con información complementaria a los datos recabados *in situ*, se revisaron los moluscos depositados en la colección del museo local (Museo Arqueológico Cerro Colorado), centrandó la atención en ejemplares enteros de procedencia local. Además, se observaron algunas piezas perforadas (cuentas o

adornos personales) manufacturadas a partir de moluscos locales, con la intención de identificar la materia prima utilizada.



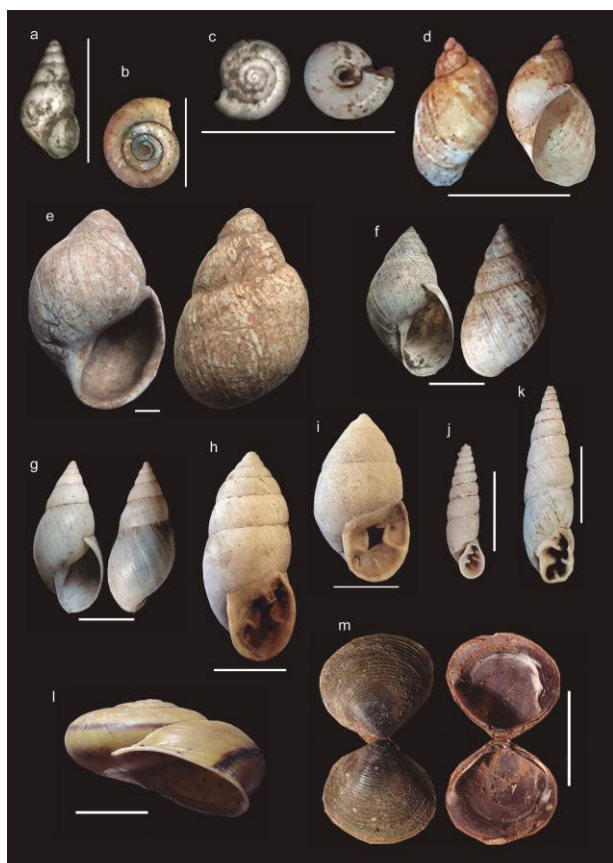
**Fig. 3:** Vistas de distintas áreas y sectores (a-e, g) próximos al río De Los Tártagos donde fueron recuperadas conchas (f) y valvas vacías (h).



**Fig. 4:** Perfiles estratigráficos (a, c y e) y ejemplares de moluscos fósiles (b, d, f-h) en diferentes estratos. *Plagiodontes* sp. (b, h), *Bulimulus* sp. (d), *Epiphragmophora* sp. (f) y *Megalobulimus lorentzianus* (g).

## RESULTADOS

Se registraron siete familias de gasterópodos: Cochliopidae, Planorbidae, Succineidae, Strophocheilidae, Bulimulidae, Odontostomidae y Xanthonychidae; y una de bivalvos: Cyrenidae. Se identificaron 10 géneros y 13 taxones específicos (Fig. 5 y Apéndice). Estas especies incluyen 11 gasterópodos terrestres y dos moluscos de agua dulce: un gasterópodo (*Heleobia parchappii*) y un bivalvo exótico (*Corbicula largillierti*).



**Fig. 5:** Gasterópodos (a-l): *Heleobia parchappii* (a), *Biomphalaria tenagophila* (b), *Drepanotrema lucidum* (c), *Succinea meridionalis* (d), *Megalobulimus lorentzianus* (e), *Bulimulus apodemetes* (f), *Bulimulus bonariensis* (g), *Plagiodontes multiplicatus* (h), *Plagiodontes daedaleus* (i), *Clessinia tulumbensis* (j), *Clessinia charpentieri* (k), *Epiphragmophora trenquelleonis* (l). Bivalvo (m): *Corbicula largillierti* (m). Escalas: 1 cm.

Entre los gasterópodos terrestres, las familias mejor representadas por el número de especies y abundancia son: Odontostomidae, con cuatro especies identificadas: dos especies de *Plagiodontes* (*P. daedaleus* y *P. multiplicatus*) y dos de *Clessinia* (*C. charpentieri* y *C. tulumbensis*); y Bulimulidae, con dos especies de *Bulimulus* (*B. apodemetes* y *B. bonariensis*). Estas seis especies son de tamaño mediano (adultos mayores a 1 cm) e integran la fauna del suelo, siendo más abundantes entre las piedras, oquedades y entre la vegetación y hojarasca.

*B. apodemetes*, de amplia distribución en el centro y norte del país, tiene una conchilla frágil, quebradiza y es común que presente bandas de coloración blanquecina y castaña. *B. bonariensis* es más alargada que la especie anterior y alcanza mayor tamaño, pero en general los ejemplares son menores a los 3 cm.

*Plagiodontes* y *Clessinia* son Odontostomidae, y ambos géneros tienen la particularidad de presentar dientes y lamelas en la zona de la apertura de la conchilla, importantes para su diagnóstico. *Plagiodontes* es un género característico del centro y norte de Argentina. En la Provincia de Córdoba hay varias especies, de las cuales *P. daedaleus* es la que alcanza mayor distribución, y también la más variable en el fenotipo de la conchilla. *P. multiplicatus*, dentro de la provincia, se encuentra restringida al noroeste provincial, pero también presente en Santiago del Estero, Catamarca, La Rioja y Tucumán. Esta última se diferencia de *P. daedaleus* en que su conchilla es relativamente más elongada y es estriada, además de diferencias en la dentición en el área de la abertura.

Otra especie común es *Epiphragmophora trenquelleonis*, de amplia distribución en el noroeste de Córdoba. También presente en Santiago del Estero, San Luis, Catamarca, La Rioja, Chaco y Formosa. Su concha es helicoidal, globosa y su tamaño mediano, mayor que en las especies anteriores (con una media más cercana a 3 cm).

Una especie de gran tamaño, ya que supera los 8 cm, es *Megalobulimus lorentzianus*, hallado solamente como fósil, y dentro de los sedimentos holocenos más antiguos. Las dataciones realizadas en dos ejemplares obtenidos de los sitios F5 y F7 (Fig. 1) dieron, respectivamente, edades  $^{14}\text{C}$  de 5750  $\pm$  30 años AP (Antes del Presente; fechado calibrado: 6550  $\pm$  60 años; código de laboratorio AA112367) y 6080  $\pm$  30 años AP (fechado calibrado: 6940  $\pm$  40 años; AA112368). Esta especie habita en la actualidad entre el sur de Bolivia y la Provincia de Córdoba en la región de las Yungas y la región Chaqueña (Beltramino, 2014), prefiriendo los ambientes húmedos y boscosos.

También se halló *Succinea meridionalis*, que son pequeños caracoles terrestres, herbívoros, que viven en ambientes húmedos, por lo que se encuentran en la ribera de los ríos y arroyos y entre la vegetación. Su concha es de coloración ámbar, traslúcida y frágil.

Entre los pulmonados de agua dulce (Basommatophora) se encontraron dos especies de pequeño tamaño que tienen la concha aplanada: *Biomphalaria tenagophila* y *Drepanotrema lucidum*.

Además, el bivalvo acuático *Heleobia* se recuperó solamente en sedimentos fósiles (sitios F3 y F5; Fig. 1). Se trataría de *H. parchappii*, dada su morfología y área de distribución, aunque no se observaron ejemplares vivos. Es de diminuto tamaño (menos de 1 cm), muy común en ambientes de agua dulce del centro del país, y tolerante a aguas salobres. Es un omnívoro poco selectivo, preferentemente raspador de perifiton (Cazzaniga, 1981, 2011).

También *Corbicula largillierti* fue hallada en dos sitios en el río De Los Tártagos. Se trata de una especie exótica, vista por primera vez en el año 2017, aunque se desconoce desde cuando está presente, y tampoco se tienen datos del grado de expansión local.

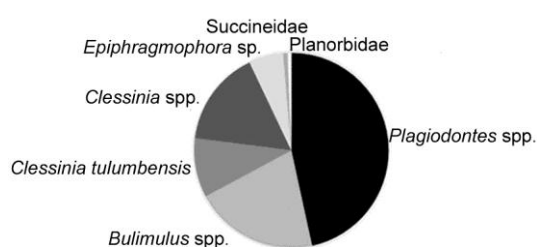
En la Tabla 2 se resume la distribución de especies en las muestras analizadas, con datos de presencia o cantidad de ejemplares y en la Fig. 6 se grafican las abundancias relativas del componente actual/reciente.

Según estos datos, entre los moluscos actuales, *Plagiodontes* spp. fue el género mejor representado (47%), seguido de *Bulimulus* spp. (27%), *Clessinia* spp. (16%), *Clessinia tulumbensis* (9.8%) y *Epiphragmophora* sp. (5.7%) en menor proporción.

**TABLA 2:** DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES: PRESENCIA (P) Y NÚMERO DE EJEMPLARES DE CADA TAXÓN HALLADO EN LOS SITIOS DE MUESTREO.

ESPECIES	MUESTRAS
<i>Plagiodontes</i> spp.	V4 (P), M1 (127), M2 (22), M4 (36), M5 (52), M7 (16), F3 (9), F5 (13), F6 (P), F7 (P)
<i>Bulimulus apodometes</i>	V2 (P), M1 (29), M2 (4), M3 (44), M4 (11)
<i>Bulimulus bonariensis</i>	V2 (P), M4 (4), M6 (4)
<i>Bulimulus</i> spp.	M4 (7), M5 (2), F1 (1), F3 (1)
<i>Clessinia tulumbensis</i>	V2 (P), V4 (P), M3 (13), M4 (37), F4 (P)
<i>Clessinia</i> spp.	V2 (P), M1 (1), M2 (2), M3 (1), M4 (73), M5 (4), F3 (1), F5 (P).
<i>Corbicula largillierti</i>	V1 (P), V3 (P)
Planorbidae	M4 (2), M5 (2), F3 (5), F5 (2)
Succineidae	M4 (3), F3 (5)
<i>Epiphragmophora</i> sp.	V2 (P), V4 (P), M4 (22), M5 (2), M6 (5), F1 (4), F3 (1), F5 (P)
<i>Heleobia parchappii</i>	F3 (2), F5 (2)
<i>Megalobulimus lorentzianus</i>	F2 (P), F5 (P), F6 (P), F7 (P)

En relación a los fósiles, muchos ejemplares se encontraron fragmentados, lo que dificultó la contabilización. Sin embargo, en base al material recuperado (entero y fragmentado) en sedimentos del Holoceno tardío, se observó que *Plagiodontes* spp. también resultó abundante, mientras que *Bulimulus* spp. fue sumamente escaso, y *Megalobulimus lorentzianus* sólo apareció en sedimentos de mayor antigüedad (ca. 7000-6500 años AP; Holoceno medio).



**Fig. 6:** Abundancia relativa de especies actuales en base a conchas (N=509) colectadas.

Finalmente, con relación al material malacológico revisado en el Museo Arqueológico Cerro Colorado, no fue incluido en la tabla anterior dado que no cuenta con información precisa de procedencia, o fue recuperado de contextos antrópicos (arqueológicos). De todos modos, se mencionan 16 ejemplares enteros fósiles, identificados como *Megalobulimus lorentzianus*, a lo que se suma un conjunto de elementos formatizados arqueológicos (a modo de cuentas, o adornos personales) entre los que se reconoció a esta misma especie como materia prima.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La importancia del presente trabajo radica en la obtención de los primeros datos cualitativos (diversidad taxonómica, presencia/ausencia) y cuantitativos (abundancias relativas) sobre moluscos en la localidad de Cerro Colorado, siendo esta información valiosa para futuros estudios ambientales, o de evaluación y monitoreo que contribuyan con su conservación. Al respecto hay una serie de aspectos a considerar, teniendo en cuenta la metodología empleada en este trabajo, como se menciona a continuación.

Respecto a la identificación taxonómica, al ser uno de los objetivos de este estudio evaluar los cambios ambientales y/o climáticos en el tiempo, fue necesario para este trabajo el análisis de las partes duras (conchas) o morfoespecies, a los fines de poder comparar especímenes actuales y fósiles. Sin embargo, es importante mencionar que una sistemática basada solo en partes duras tiene limitaciones, por lo que resulta sumamente valioso poder incorporar e integrar información taxonómica obtenida a partir de partes blandas, y mejor aún que considere datos moleculares para una correcta clasificación de las especies.

Con relación a la utilización de conchas vacías (sin partes blandas) como morfoespecies, además de permitir analizar variaciones en el tiempo, otra de las ventajas de su inclusión en los análisis es que aumentan las posibilidades de encontrar las especies más raras de la comunidad (Rundell y Cowie, 2003), aunque siempre es necesario cotejar con la fracción viviente para evitar el error de incluir especies que ya no viven en un sitio, o que son inmigrantes accidentales (Cernohorsky et al., 2010). Un aspecto que debe ser considerado al momento de recabar información de campo, son los objetivos de cada trabajo para evitar coleccionar de manera innecesaria ejemplares vivos, particularmente cuando esa información pueda recabarse a través de otros métodos alternativos, como se hizo en este trabajo (fotografías, recolección de conchas vacías).

Otro elemento a tener en cuenta en relación a la fracción viviente es la época de muestreo, ya que la mayoría de las especies de moluscos permanecen inactivas y ocultas en el otoño e invierno, y en época estival son de hábitos nocturnos, y la actividad diurna se concentra en días con alta humedad (lluviosos).

También es importante mencionar, como se ha adelantado en la Introducción, que hay muy poca información de índole ecológica sobre las especies consideradas, por lo que son necesarios mayores esfuerzos en trabajos de investigación en esta área. Más aun teniendo en cuenta que los moluscos terrestres intervienen en los ciclos del suelo de los ambientes continentales, en este caso de los ambientes boscosos de la región.

Este conjunto de ventajas y desventajas que presentan los diferentes tipos de muestreo, y falencias de información, tanto taxonómica como ecológica, señalan claramente la necesidad de abordar en el futuro trabajos de investigación inter y multidisciplinarios.

Al respecto, una línea de investigación debería centrarse en el monitoreo de especies exóticas, como *Corbicula largillierti* detectada en el río De Los Tártagos, en este trabajo. En la Provincia de Córdoba esta especie fue

registrada primeramente en el Río Carcarañá (Darrigran y Damborenea, 2005), y posteriormente fue reportada en las cuencas de los ríos Suquía, Xanaes y Ctlamochita (Reyna et al., 2013). Por ahora no se han mencionado para la provincia impactos ecológicos/económicos de esta especie, pero no se descarta que pueda afectar el ciclado de nutrientes y competir con especies nativas, e incluso ocasionar *macrofouling* (taponamiento de cañerías) en ámbitos urbanos o de proximidad humana (Reyna et al., 2018). En este sentido, el monitoreo periódico resulta importante como prevención sobre el aumento de esta especie o la llegada de otras especies exóticas o invasoras.

En relación a los moluscos fósiles, su presencia/ausencia en unidades sedimentarias cuaternarias tanto marinas como continentales permite inferir condiciones paleoambientales y climáticas aportando datos esenciales para su reconstrucción (De Francesco et al., 2007; Gordillo et al., 2014).

En este sentido, los fechados obtenidos en este trabajo sobre *Megalobulimus lorentzianus*, dieron edades aproximadas en el rango de 7000-6500 años AP. Un fechado anterior, también obtenido para Cerro Colorado, había dado una edad de 5890 +/- 100 años AP (6640 +/- 100 años calibrados; Strelin, 1995). Estos datos, sumado a que actualmente esta especie no vive de manera natural en el área de estudio, ni tampoco fue hallada en sedimentos más recientes a estas dataciones, indica que en Cerro Colorado las condiciones ambientales en ese intervalo de tiempo, que corresponde al Holoceno medio, habrían sido más húmedas y diferentes a las actuales, aptas para la vida de dicha especie. Otros autores, también registran variaciones climáticas que coinciden con lo observado en este trabajo. Carignano (1999), en base a rasgos geomorfológicos y características edáficas, reconoce para la Provincia de Córdoba, dentro del intervalo entre los 8500 y 3500 años AP, un clima subtropical húmedo, con temperaturas superiores a las actuales y precipitaciones moderadas con distribución estacional uniforme, sin períodos secos. También Giorgis et al. (2015), a partir del análisis de silicofitolitos de una secuencia estratigráfica ubicada en las Sierras Grandes, registran para el Holoceno medio un período relativamente cálido y húmedo entre los 8000 y 5000 años AP.

En relación a *Bulimulus* spp., como fósil aparece de manera muy escasa, y no como un elemento común como ocurre en la actualidad. Esta situación podría explicarse por razones tafonómicas que dieron lugar a una mala preservación de este taxón en los sedimentos holocenos. Sin embargo, *Bulimulus* spp. podría haberse vuelto más común en tiempos recientes, y esa escasez en el pasado podría deberse a una ausencia real (no por razones de preservación) y asociada a cambios de vegetación, principalmente ocurridos en los últimos 3000 años (Silva et al., 2011; Yanez et al., 2014). Concretamente, Yanez et al. (2014) realizan un análisis isotópico a partir de ejemplares actuales y fósiles de *Plagiodontes daedaleus* procedentes de Ongamira, también en la región noroeste de Córdoba. Estos autores encontraron que como fósil (de ca. 3000 años de antigüedad) esta especie registró una señal isotópica en la concha que indicaría un alto consumo de vegetación C4 en su dieta, lo cual estaría asociado con clima más cálido y

seco, mientras que en la actualidad la especie registra una dieta rica en plantas C3, es decir, ligada a un ambiente más húmedo y menos cálido. Según esta interpretación, un aumento de vegetación C3 hacia el final del Holoceno tardío podría haberse acompañado de un aumento de *Bulimulus* spp.

Además, para Cerro Colorado, Boretto et al. (2019), en base al análisis sedimentológico y químico de un perfil estratigráfico, reconocen para los últimos 3000 años una sucesión de procesos eólicos, aluviales y pedológicos que se habrían desarrollado en la zona. Se destaca un nivel basal loesoide que estaría ligado a un ambiente más seco, equivalente al período seco del Holoceno tardío comprendido entre los 3,5-1 ka A.P. (Carignano, 1999), con predominio de procesos eólicos, y posteriormente se habrían instalado condiciones ambientales y climáticas diferentes, asociadas a un clima cálido y húmedo coincidente con la Anomalía Climática Medieval (Carignano, 1999), y que habrían favorecido el desarrollo de un paleosuelo con sus horizontes delimitados. Por lo tanto, cambios de la humedad relativa y la vegetación también es factible que hayan quedado registrados como señales isotópicas ( $O^{18}$ ,  $C^{13}$ ) en los moluscos de Cerro Colorado, y se espera en un futuro próximo poder contar con estos datos como parte de la investigación en curso.

Por otro lado, la forma y tamaño de las conchas de los moluscos reflejan la historia filogenética y modos de vida de los organismos (Crampton y Maxwell, 2000; Rufino et al., 2006; Stanley, 1970). A través de la morfometría lineal diferentes autores (Fiorentino et al., 2008; McMahon y Bonner, 1983; Rufino et al., 2006; Neubauer et al., 2013; Boretto et al., 2015) han podido precisar cambios ambientales en contextos geográficos y/o temporales. Para Cerro Colorado, un análisis morfométrico preliminar (Gordillo, 2018) realizado en conchas fósiles de *Megalobulimus lorentzianus* de esta localidad, y contrastando ejemplares actuales de sitios cercanos (donde vive la especie) indicaron algunas diferencias, principalmente en su tamaño y la abertura de la concha, que también avalan estos cambios ambientales en el lapso de los últimos 7000 años. Así, en esta misma línea, y con los datos obtenidos después de esta revisión, se espera profundizar en el análisis morfométrico utilizando alguna de las especies de *Plagiodontes* que aparecen de manera abundante tanto como fósiles y actuales. En tal sentido, resulta importante destacar que ya se cuenta con un antecedente de análisis morfométricos en *Plagiodontes* (en *P. daedaleus*), realizado por Boretto et al. (2015) a partir de material procedente de un contexto arqueológico en Ongamira, y que contribuyó de una manera sólida a determinar cambios ambientales y climáticos durante el Holoceno tardío en la Provincia de Córdoba.

Por lo tanto, los datos obtenidos en este trabajo se suman a los antecedentes que avalan los cambios climáticos holocenos en el área serrana de la región central de Argentina.

De esta manera, la nueva información, junto a los temas discutidos y el aporte de otros trabajos previos, señalan la importancia de los moluscos como *proxies* paleoambientales y climáticos del Holoceno, y su valor ecológico y ambiental, lo que alienta a afrontar las

incertidumbres del conocimiento actual y contextualizar los aportes disciplinarios a través de abordajes multi e interdisciplinarios.

## AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es una contribución a los proyectos financiados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba: “La evolución del paisaje y su relación con la vida en Cerro Colorado: cambios ambientales y climáticos durante el Holoceno” (GRFT 2017-09) y “Caracoles y almejas: un enfoque multidisciplinario de la malacología en la Provincia de Córdoba” (PROTRI 2017-21). Para las tareas de campo se contó con los avales y permisos de la Dirección de Áreas Protegidas de la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba y la Dirección de Patrimonio Cultural. Nuestro agradecimiento a Francisco Lobo y Luis Tissera que como agentes de las áreas Ambiente y Cultura, respectivamente, nos asistieron en las tareas en la reserva Cerro Colorado, facilitando nuestro trabajo. También a Víctor Hugo Merlo Álvarez de la División Invertebrados del Museo de La Plata y Alejandro Tablado del Museo de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia quienes brindaron información sobre material procedente de la Provincia de Córdoba, resguardado en las respectivas colecciones malacológicas. Dos revisores anónimos contribuyeron con sus comentarios y sugerencias a mejorar la versión final del manuscrito. Un agradecimiento especial a cada una de las personas que habita en Cerro Colorado, por su ayuda, disposición, interés y porque revalidan el patrimonio natural y cultural día a día. Dedicamos este trabajo a la memoria de Aaron Swartz (1986-2013) quien perdió la vida en su lucha para que el conocimiento generado por la comunidad científica sea de acceso abierto (open access).

## REFERENCIAS

- [1] Acosta, S., Gordillo, S., Pizá, J., Busquetz, C. (2017), “Moluscos de la Reserva Natural Urbana General San Martín, Córdoba, Argentina”, *Resúmenes del X Congreso Latinoamericano de Malacología, Piriápolis*, p. 8.
- [2] Astini, R.A. y Del Papa, C.E. (2014), “Cubierta sedimentaria paleozoica superior”, en *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba, Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino*, Córdoba, pp. 393-420.
- [3] Astini, R.A. y Oviedo, N. (2014), “Cubierta sedimentaria mesozoica”, en *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba, Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino*, Córdoba, pp. 435-372.
- [4] Astini, R.A., Martina, F., Ezpeleta, M., Dávila, F.M., Cawood, P.A., (2009), “Chronology from rifting to foreland basin in the Paganzo basin (Argentina), and a reappraisal on the Eo-and neohercinian tectonics along the western Gondwana”, *XII Congreso Geológico Chileno, Ext Abstr.*, S9-010: 1-4.
- [5] Beltramino, A.A. (2014), “Distribución histórica y área de distribución potencial del megamolusco terrestre *Megalobulimus lorentzianus* (Doering, 1876) (Gastropoda: Pulmonata) en América del Sur”, *Boletín de la Asociación Argentina de Malacología*, 4 (1): 10-13.
- [6] Bertolino, S.R., Poire, D.G. y Carignano, C. (2000), “Primer registro de sedimentitas marinas terciarias aflorantes en las Sierras Pampeanas de Córdoba, Argentina”, *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 55: 121-124
- [7] Boretto, G., Robledo, A., Izeta, A., Baranzelli, M., Gordillo, S. y Cattáneo, R. (2015), “Análisis morfométrico de ejemplares actuales y fósiles de *Plagiodontes daedaleus* (Deshayes 1851) del sitio Alero Deodoro Roca, Sierras Pampeanas de Córdoba, Argentina”, *Arqueología y malacología: abordajes metodológicos y casos de estudio*, Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires.
- [8] Boretto, G., Cioccale, M. y Gordillo, S. (2018), “La evolución del paisaje durante el Holoceno en Cerro Colorado, noroeste de Córdoba”, *Resúmenes del Séptimo Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, Puerto Madryn, p. 333.
- [9] Boretto, G., Carignano, C., Rouzaut, S., Recalde, A. y Gordillo, S. (2019), “Caracterización estratigráfica de un contexto funerario, Cerro Colorado, Provincia de Córdoba”, *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 6 (1): 81-88.
- [10] Bucher, E.H. y Abril, A.B. (2006), “Limnología biológica”, *Bañados del río Dulce y laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, pp. 117-137.
- [11] Cabido, M.R. y Zak, M.R. (1999), *Vegetación del Norte de Córdoba*, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Recursos Renovables de Córdoba, Córdoba.
- [12] Cabrera, A.L. (1976), “Regiones Fitogeográficas Argentinas”, *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, ACME*, Buenos Aires.
- [13] Candiani, J.C. (2008), “Cerro Colorado. Cuando la pintura se apodera de la piedra”, *Anales Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)*, 46: 349-356.
- [14] Candiani, J.C., Carignano, C., Stuart-Smith, P., Lyons, P., Miró, R. y López, H. (2001), “Hoja Geológica 3166-II Cruz del Eje, Provincias de Córdoba, La Rioja y Catamarca”, *Boletín del Instituto De Geología Y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino*, Buenos Aires, 249, 77.
- [15] Capitanelli, J. (1979), “Geomorfología”, en *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*, Editorial Boldt, Buenos Aires, pp. 213-296.
- [16] Carignano, C. A. (1996), “Evolución geomorfológica de las planicies en la provincia de Córdoba durante el Pleistoceno Superior”, *Revista del Instituto de Geología y Minería*, 11(1): 7-26.
- [17] Carignano, C. A. (1997a), Caracterización y evolución durante el Cuaternario Superior, de los ambientes geomorfológicos extraserranos en el noroeste de la provincia de Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Tesis doctoral.
- [18] Carignano, C. A. (1997b), “El Holoceno en la provincia de Córdoba (Argentina)”, *Revista del Instituto de Geología y Minería*, 11 (2): 1-20.
- [19] Carignano, C. A. (1999), “Late Pleistocene to recent climate change in Córdoba Province, Argentina: Geomorphological evidence”, *Quaternary International*, 57/58: 117 – 134.
- [20] Carignano, C.A., Kröhling, D., Degiovanni, S. y Cioccale, M. (2014), “Geomorfología”, en *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba, Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino*, Córdoba, pp. 747-782.
- [21] Cazzaniga, N.J. (1981), “Caracterización química y faunística de canales de drenaje del Valle Inferior del Río Colorado (Partidos de Villarino y Patagones, Provincia de Buenos Aires)”, *Ecosur*, 8 (15): 25-46.
- [22] Cazzaniga, N.J. (2011), “Notas autoecológicas sobre *Heleobia parchappii*”, en El género *Heleobia* (Caenogastropoda: Cochliopidae) en América del Sur, *Amici Molluscarum*, Número especial: 26-28.
- [23] Cernohorsky, N.H., Horsák, M. y Cameron, R.A.D. (2010), “Land snail species richness and abundance at small scales: the effect of distinguishing between live individuals and empty shells”, *Journal of Conchology*, 40: 233-241.
- [24] Crampton, J. S. y Maxwell, P.A. (2000), “Size: all it’s shaped up to be? Evolution of shape through the lifespan of the Cenozoic bivalve *Spissatella* (Crassatellidae)”, en *Evolutionary biology of the Bivalvia, Geological Society of London Special Publication*, 177: 399-423.
- [25] Cuzzo, M.G. (2006), “Systematic revision and cladistic analysis of *Epiphragmophora* Doering from Argentina and Southern Bolivia (Gastropoda: Stylommatophora: Xanthonychidae)”, *Malacologia*, 49 (1): 121-188.
- [26] Cuzzo, M.G., Miranda, M.J. y Ovando, X.M.C. (2013), “Species catalogue of Orthalicoidea in Argentina (Gastropoda: Stylommatophora)”, *Malacologia*, 56 (1-2): 135-191.



- [27] Cuezco, M.G., Miranda, M.J., Vogler, R.E. y Beltramino, A.A. (2018), "From morphology to molecules: a combined source approach to untangle the taxonomy of *Clessinia* (Gastropoda, Odontostomidae), endemic land snails from the Dry Chaco ecoregion", *PeerJ*, 6: e5986 DOI 10.7717/peerj.5986
- [28] Darrigran G. y Damborenea C. (2005), "La almeja de agua dulce *Corbicula fluminea* (Müller, 1774)", en *Invasores. Invertebrados exóticos en el Río de La Plata y región marina adyacente*, Eudeba, pp.133-177.
- [29] De Francesco, C., Zárate, M. y Miquel, S. (2007), "Late Pleistocene mollusc assemblages and inferred paleoenvironments from the Andean piedmont of Mendoza, Argentina", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 251: 461-469.
- [30] Fernández, D. (1973), "Catálogo de la malacofauna terrestre argentina", *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*, 4: 1-197.
- [31] Fiorentino, V., Manganeli, G. y Giusti, F. (2008), "Multiple scale patterns of shell and anatomy variability in land snails: the case of the Sicilian Marmorata (Gastropoda: Pulmonata, Helicidae)", *Biological Journal of the Linnean Society*, 93: 359-370.
- [32] Fookes PG, Lee EM (2007) Climate variation: a simple geological perspective, *Geology Today*, 23: 66-73.
- [33] Giorgis, M.A., López, M.L., Rivero, D. y Cingolani, A.M. (2015), "Cambios climáticos en las sierras de Córdoba (Argentina) durante el Holoceno. Aportes a las reconstrucciones climáticas a través del análisis de silicofitolitos del sitio arqueológico El Alto 3", *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 50 (3): 361-375
- [34] Gómez Molina, E. (1998), *Cerro Colorado. Testimonio aborigen de la Conquista de América*. Fundación Ambiente 2000, Córdoba.
- [35] Gordillo, S. (2018), "El caracol gigante *Megalobulimus lorentzianus* (Doering, 1876): una especie biocultural de la provincia de Córdoba", *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 5 (2): 63-69.
- [36] Gordillo, S. (2019), "Artefactos malacológicos en la Provincia de Córdoba: Una aproximación sobre el uso de moluscos en la región central de Argentina", *Resúmenes del XX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Córdoba, pp. 17-19.
- [37] Gordillo, S., Bayer, M. S., Boretto, G., Burela, S., Carrizo, M., Darrigran, G., De Francesco, C., Druetta, H.S., Gómez, C.E., Strelin, J.A. y Tamburi, N. (2013), *Breviario Malacológico Cordobés. Descubriendo los bivalvos y caracoles de la Provincia de Córdoba*. Saya Ediciones, Córdoba.
- [38] Gordillo, S., Bayer, M.S., Boretto, G. y Charó, M. (2014), "Mollusk shells as bio-geo-archives: Evaluating environmental changes during the Quaternary", *Series: Springer Briefs in Earth System Sciences*, 1-80.
- [39] Gutiérrez, P.R., Ottone, E.G. y Japas, S.M. (2006), "Léxico Estratigráfico de la Argentina, VII: Pérmico", *Asociación Geológica Argentina, Serie B 28 y Servicio Geológico Minero Argentino*, Publicación 167, 368.
- [40] Herrero, S. (1999), "Tafonización en las areniscas del Cerro Colorado (Sierra Norte, provincia de Córdoba), con especial referencia a los aleros con pinturas rupestres", *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 54: 123-131.
- [41] Herrero, S. (2000), Procesos sedimentarios holocenos en la cuenca del río Los Tártagos (Sierra Norte, Provincia de Córdoba): Implicancias paleoclimáticas y geomorfológicas, Universidad Nacional de Córdoba. Tesis doctoral.
- [42] Iriondo, M. (2010), "Geología del Cuaternario en la Argentina", *Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino*, Santa Fe, pp. 347.
- [43] Krapovickas, J. M. y Tauber, A. A. (2016), "Estratigrafía de las áreas cumbrales de las Sierras Pampeanas de Córdoba: geocronología, modelo regional, paleoambiente y paleoclima en una región poco conocida de Argentina", *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 33 (1): 105-121.
- [44] Kröhling, D. y Carignano, C. A. (2014), "La estratigrafía de los depósitos sedimentarios cuaternarios", *Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino, Asociación Geológica Argentina*, pp. 663-684.
- [45] López-Gamundí, O.R. y Buatois, L.A. (2010), "Late Paleozoic glacial events and postglacial transgressions in Gondwana", *Geological Society of America*, 468.
- [46] Lucero Michaut, H.N. (1979), "Sierras Pampeanas del norte de Córdoba, sur de Santiago del Estero, borde oriental de Catamarca y sudeste de Tucumán", *II Simposio Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias*, Córdoba, 1: 293-347.
- [47] Lydeard, Ch. y Cummings, K.S. (2019), *Freshwater Mollusks of the World. A Distribution Atlas*.
- [48] McMahon, T. A. y Bonner, J.T. (1983), *On Size and Life*. Scientific American Books. Ediciones W. H. Freeman and Company, New York.
- [49] Methol, E.J. (1958), "Descripción Geológica de la Hoja 18I. Deán Funes, Tulumba (Córdoba)", *Boletín de la Dirección Nacional de Geología y Minería*, 88: 32-34
- [50] Miquel, S.E. (1991), "El género *Bulimulus* Leach, 1814 (Mollusca, Gastropoda, Stylommatophora) en la República Argentina", *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 26 (2): 93-112.
- [51] Miquel, S. E. y Aguirre, M. L. (2011), "Taxonomía de los gasterópodos terrestres del Cuaternario de Argentina", *Revista Española de Paleontología*, 26 (2): 101-133.
- [52] Miró, C.R. (2000), "Hoja Geológica 1:250.000, Villa Ojo de Agua, Santiago del Estero y Córdoba", *IGRM, Servicio Geológico Minero Argentino*.
- [53] Neubauer, T. A., Harzhauser, M. y Mandic, O. (2013), "Phenotypic evolution in a venerid bivalve species lineage from the late Middle Miocene Central Paratethys Sea: a multiapproach morphometric analysis", *Biological Journal of the Linnean Society*, 110: 320-334.
- [54] Paraense, W.L. (2005), "Planorbidae, Lymnaeidae and Physidae of Argentina (Mollusca: Basommatophora)", *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 100 (5): 491-493.
- [55] Pastore, F. (1932), "Hoja 20i del Mapa Geológico de la Argentina. Región oriental media de la Sierra de Córdoba. Relevamiento geológico y explicación", *Boletín de la Dirección de Minas y Geología*, 36: 1-67.
- [56] Pizá, J. y Cazzaniga, N.J. (2010), "Allopatry and anatomical distinctiveness of two puzzling land snails in genus *Plagiodontes*, from Argentina (Gastropoda: Orthalicidae, Odontostominae)", *Malacologia*, 53: 1-24.
- [57] Pizá, J., N. Ghezzi y Cazzaniga, N.J. (2006), "A rare land snail endemic from Argentina: *Plagiodontes rocae* Doering 1881 (Gastropoda: Orthalicidae, Odontostominae)", *Archiv für Molluskenkunde*, 135: 91-99.
- [58] Polanski, J. (1970), *Carbónico y Pérmico de la Argentina*. EUDEBA, Manuales.
- [59] Recalde, A. (2015), "Representaciones en contexto. Características del paisaje rupestre de Cerro Colorado (Sierras del Norte, Córdoba, Argentina)", *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 40 (2): 523-548.
- [60] Reyna, P.B., Morán, A.G. y Tatián, M. (2013), "Taxonomy, distribution and population structure of invasive Corbiculidae (Mollusca, Bivalvia) in the Suquía River basin, Córdoba, Argentina", *Iheringia Série Zoologia*, 103:77-84.
- [61] Reyna, P., Gordillo, S., Morán, G. (2018), "Visitantes sin invitación: moluscos exóticos de la provincia de Córdoba (Argentina)", *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 5 (2): 71-80.
- [62] Rufino, M.M., M. B. Gaspar, A. M. Pereira y Vasconcelos, P. (2006), "Use of shape to distinguish *Chamelea gallina* and *Chamelea striatula* (Bivalvia: Veneridae): linear and geometric morphometric methods", *Journal of Morphology*, 267: 1433-1440.
- [63] Rumi, A. (1991), "La familia Planorbidae Rafinesque, 1815 en la República Argentina", en *Fauna de agua dulce de la República Argentina*, 15 (8): 1-51.
- [64] Rumi A., Núñez V., Gutiérrez Gregoric D. y Darrigran G.A. (2008), "Malacología Latinoamericana. Moluscos de agua dulce de la República Argentina", *Revista de Biología Tropical*, 56:77-111.
- [65] Rundell, R.J. y Cowie, R.H. (2003), "Preservation of species diversity and abundances in Pacific island land snail death assemblages", *Journal of Conchology*, 38: 155-170.

- [66] Sallam, A. y El-Wakeil, N. (2012), "Biological and Ecological Studies on Land Snails and Their Control", en *Integrated Pest Management and Pest Control – Current and Future Tactics*, pp. 413-444.
- [67] Sanabria, J. A., Argüello, G., Argüello, L. y Obregon, M. (1996), "Comparación de los suelos desarrollados sobre granitos en laderas con distinta orientación en el Cerro Colorado", *XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*, Santa Rosa de La Pampa.
- [68] Serrano, A. (1945), "Los Comechingones", *Instituto de Arqueología, Lingüística y Folklore de la Universidad Nacional de Córdoba*, Córdoba, 1-372.
- [69] Silva, L.C.R., Giorgis, M.A., Anand, M., Enrico, L., Pérez-Harguindeguy, N., Falczuk, V., Tieszen, L.L. y Cabido, M. (2011), "Evidence of shift in C4 species range in central Argentina during the late Holocene", *Plant Soil*, 349: 261–279.
- [70] Stanley, S.M., (1970), "Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca)". *The Geological Society of America Memoir*, 125: 1-296.
- [71] Strelin, J.A. (1995), "Geomorfología de Cerro Colorado", *Seminario de Investigaciones sobre Epidemiología Psiquiátrica*, 19: 42-69.
- [72] Yanes, Y., Izeta, A.D., Cattáneo, R., Costa, T. y Gordillo, S., (2014), "Holocene (~4.5-1.7 cal. kyr BP) paleoenvironmental conditions in central Argentina inferred from entire shell and intra-shell stable isotope composition of terrestrial gastropods", *The Holocene*, 24 (10): 1193–1205.
- [73] Walker, J.D., Geissman, J.W., Bowring, S.A. y Babcock, L.E. (2018), "Geologic Time Scale 5.0", *Geological Society of America* <https://doi.org/10.1130/2018.CTS005R3C>
- Familia XANTHONYCHIDAE Strebel & Pfeffer, 1879  
*Epiphragmophora trenquellionis* (Pfeiffer 1851) (Fig. 5l)
- Clase BIVALVIA Linneo, 1758  
Orden Venerida Gray, 1854  
Familia CYRENIDAE Gray, 1847  
*Corbicula largillierti* (Philippi, 1844) (Fig. 5m)

## APÉNDICE

### *Ubicación taxonómica de los moluscos hallados en Cerro Colorado*

- Phylum MOLLUSCA Linné, 1758  
Clase GASTROPODA Cuvier, 1797  
Subclase Caenogastropoda Cox, 1960  
Orden Littorinimorpha Golikov & Starobogatov, 1975  
Familia COCHLIOPIDAE Tryon, 1866  
*Heleobia parchappii* (d'Orbigny, 1835) (Fig. 5a)  
Subclase Heterobranchia J.E. Gray, 1840  
Superorden Hygrophila Férussac, 1822 (pulmonados de agua dulce)  
Familia PLANORBIDAE Rafinesque, 1815  
*Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835) (Fig. 5b)  
*Drepanotrema lucidum* (Pfeiffer, 1839) (Fig. 5c)  
Superorden Eupulmonata Haszprunar & Huber, 1990  
Orden Stylommatophora Schmidt, 1855  
Familia SUCCINEIDAE Beck, 1837  
*Succinea meridionalis* d'Orbigny, 1846 (Fig. 5d)  
Familia STROPHOCHEILIDAE Pilsbry, 1902  
*Megalobulimus lorentzianus* (Doering, 1877) (Fig. 5e)  
Familia BULIMULIDAE Tryon, 1867  
*Bulimulus apodemetes* (d'Orbigny, 1835) (Fig. 5f)  
*Bulimulus bonariensis* (Rafinesque, 1833) (Fig. 5g)  
Familia ODONTOSTOMIDAE Pilsbry & Vanatta, 1898  
*Plagiodontes multiplicatus* (Doering, 1875) (Fig. 5h)  
*Plagiodontes daedaleus* (Deshayes, 1851) (Fig. 5i)  
*Clessinia tulumbensis* Cuezco et al., 2018 (Fig. 5j)  
*Clessinia charpentieri* (L. Pfeiffer, 1850) (Fig. 5k)