

TESIS DOCTORAL

Braquiópodos Linguliformes del Ordovícico de la Precordillera Argentina.

Fernando Julián Lavié

Directores:

Dr. Juan Luis Benedetto

Dr. Marcelo Gabriel Carrera



C I C T E R R A

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN	3
Antecedentes	3
Objetivos	5
CAPÍTULO II - MARCO GEOLÓGICO	7
El Ordovícico en La Precordillera Argentina	7
Formaciones Estudiadas	18
<i>Formación San Juan</i>	18
<i>Formación Las Aguaditas</i>	21
<i>Formación Las Chacritas</i>	22
<i>Formación Las Plantas</i>	26
<i>Formación Gualcamayo</i>	28
Cuenca Andina Central	30
<i>Formación Santa Rosita</i>	30
Sierra de Famatina	34
<i>Formación Suri</i>	34
CAPÍTULO III - METODOLOGÍAS	37
CAPÍTULO IV - SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA	46
Phylum BRACHIOPODA	
Subphylum LINGULIFORMEA	
Clase LINGULATA	
Orden LINGULIDA	
Superfamilia LINGULOIDEA	
Familia OBOLIDAE	
Subfamilia OBOLINAE	
Género <i>Anomaloglossa</i> Percival, 1978	46
Género <i>Famatinobolus</i> Lavié y Benedetto, 2019	47
Género <i>Foveola</i> Gorjansky, 1969	50
Género <i>Leptembolon</i> Mickwitz, 1896	52
Género <i>Libecoviella</i> Mergl, 1997	53
Género <i>Lingulella</i> Salter 1866	54
Género <i>Lingulobolus</i> Matthew, 1895	57
Género <i>Lithobolus</i> Mergl, 1996	58

Género <i>Palaeoglossa</i> Cockerell, 1911	60
Género <i>Luthieria</i> gen. nov.	64
Subfamilia GLOSSELLINAE	
Género <i>Glossella</i> Cooper, 1956	66
Género <i>Rafanoglossa</i> Havlíček, 1980	69
Subfamilia ELLIPTOGLOSSINAE	
Género <i>Lingulops</i> Hall, 1872	70
Familia ELKANIIDAE	
Género <i>Broeggeria</i> Walcott, 1902	71
Género <i>Monobolina</i> Salter, 1866	75
Familia LINGULELLOTRETIDAE	
Lingulellotretidae gen. et sp. nov.	76
Familia LINGULASMATIDAE	
Género <i>Lingulasma</i> Ulrich, 1889	78
Familia PATERULIDAE	
Género <i>Paterula</i> Barrande, 1879	80
Superfamilia DISCINOIDEA	
Familia DISCINIDAE	
Género <i>Schizotreta</i> Kutorga, 1848	81
Familia TREMATIDAE	
Género <i>Trematis</i> Sharpe, 1848	82
Orden ACROTRETIDA	
Superfamilia ACROTRETOIDEA	
Familia ACROTRETIDAE	
Género <i>Acrotreta</i> Kutorga, 1848	84
Género <i>Conotreta</i> Walcott, 1889	86
Familia SCAPHELASMATIDAE	
Género <i>Scaphelasma</i> Cooper, 1956	90
Familia TORYNELASMATIDAE	
Género <i>Torynelasma</i> Cooper, 1956	92
Familia EPHIPPELASMATIDAE	
Género <i>Ephippelasma</i> Cooper, 1956	93
Género <i>Akmolina</i> Popov y Holmer, 1994	94
Género <i>Numericoma</i> Popov en Nazarov y Popov, 1980	95
Familia BIERNATIDAE	
Género <i>Biernatia</i> Holmer, 1989	98
Familia EOCONULIDAE	
Género <i>Eoconulus</i> Cooper, 1956	101
Orden SIPHONOTRETIDAE	
Superfamilia SIPHONOTRETOIDEA	
Familia SIPHONOTRETIDAE	

Género <i>Chilcatreta</i> Lavié y Benedetto, 2016	103
Subphylum CRANIIFORMEA	
Clase CRANIATA	
Orden CRANIIDA	
Superfamilia CRANIOIDEA	
Familia CRANIIDAE	
Craniidae gen. et sp. nov.	108
LÁMINAS	110
CAPÍTULO V - AUTOECOLOGÍA Y DIVERSIDAD	148
MODOS DE VIDA	148
<i>Endobentónicos y semi-endobentónicos</i>	149
<i>Epibentónicos y supra-epibentónicos</i>	152
DIVERSIDAD	155
<i>Introducción</i>	155
<i>Cambios en la diversidad global en Linguliformea durante el Ordovícico</i>	156
<i>Materiales y métodos</i>	158
<i>Resultados</i>	161
CAPÍTULO VI - PALEOBIOGEOGRAFÍA	167
TAXONES ENDÉMICOS VS. COSMOPOLITAS	167
<i>Las unidades biogeográficas en paleobiogeografía</i>	169
<i>Resultados</i>	171
COMPARACIÓN CON RINCONELLIFORMES	183
IMPLICANCIAS PALEOGEOGRÁFICAS	184
CAPÍTULO VII - CONCLUSIONES	187
ANEXO	190
REFERENCIAS	192

RESUMEN

Se realizó un estudio taxonómico, paleobiogeográfico, autoecológico y de diversidad de los braquiópodos linguliformes del Ordovícico de la Precordillera Argentina, con material proveniente de las Formaciones San Juan, Gualcamayo, Las Chacritas, Las Aguaditas y Las Plantas. Adicionalmente, el estudio taxonómico se complementó con material proveniente de las regiones de Famatina (Formación Suri) y del Noroeste Argentino (Formaciones Coquena y Santa Rosita). Como resultado del estudio taxonómico se identificaron 31 géneros, de los cuales 5 son nuevos, y 38 especies, 14 de ellas nuevas.

En lo que respecta a la autoecología, dentro de los diversos modos de vida que poseen los linguliformes de la Precordillera, se encontraron taxones endobentónicos, semi-endobentónicos, epibentónicos (sésiles y libres) y supra-epibentónicos (epizoicos). Se observa además, que los mismos habitaron en casi toda la extensión de la rampa carbonática durante el Ordovícico, aunque no se registraron en los ambientes más someros.

El análisis de la diversidad revela el pico máximo hacia fines del Darriwiliano. A este intervalo temporal corresponden el mayor número de muestras y variedad de ambientes dentro de la rampa carbonática. Sin embargo, no se pudieron establecer comparaciones con los demás intervalos temporales analizados, en los cuales el muestreo resultó menos completo y menos representativo.

Los análisis paleobiogeográficos se realizaron a nivel genérico en base a los taxa registrados en el terreno Cuyania, el cual reúne la fauna de la Precordillera y del Bloque San Rafael. Se llevó a cabo un análisis de agrupamientos (*Cluster*) y un análisis de coordenadas principales (PCoA), utilizando los índices Dice y Raup-Crick, para los intervalos del Ordovícico Medio y Superior. Los resultados obtenidos permiten inferir una estrecha relación de Cuyania principalmente con Laurentia, Báltica y Kazakhstania durante el Ordovícico Medio; mientras que para el Ordovícico Superior Cuyania no presenta relaciones cercanas con ninguno de los restantes terrenos considerados.

ABSTRACT

A comprehensive study of the linguliform brachiopods of the Argentine Precordillera was carried out involving taxonomic, paleobiogeographic and autoecologic approaches, as well as the diversity analysis of the fauna. The study was based on Middle to Upper Ordovician rocks of the San Juan, Gualcamayo, Las Chacritas, Las Aguaditas and Las Plantas formations. Additionally, the taxonomic study was complemented with Lower Ordovician fauna from other regions, as the Famatina Range (Suri Formation) and the Northwestern Argentina (Coquena and Santa Rosita formations).

As result of the taxonomic study 31 genera, five of which are new, and 38 species, including 14 new species, were identified.

From the autoecologic point of view, taxa with endobenthonic, semi-endobenthonic, epibenthonic (sessile and free) and supra-epibenthonic (epizoic) life habits were found. Linguliform brachiopods inhabited almost the entire extent of the carbonate ramp during the Ordovician, although they were not registered in the shallowest environments.

The diversity analysis reveals a maximum peak towards the end of the Darriwilian. Most of the analyzed samples and a variety of environments within the carbonate ramp correspond to this time interval, but no comparisons could be established with the other analyzed intervals, in which the sampling is less incomplete and representative.

The paleobiogeographic analyses were performed at the generic level based on Middle and Upper Ordovician taxa registered in the Cuyania terrane (Precordillera and San Rafael Block). A cluster analysis and a main coordinate analysis (PCoA) were carried out, using the Dice and Raup-Crick indices for the Middle and Upper Ordovician intervals. The results allowed to infer a close relationship between Cuyania and Laurentia, Baltica and Kazakhstan during the Middle Ordovician; while for the Upper Ordovician Cuyania does not show any significant relationship with other regions.

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Los braquiópodos “inarticulados” (Subphyla Linguliformea y Craniiformea) han sido un grupo comúnmente pasado por alto en estudios referidos a las comunidades bentónicas marinas del Ordovícico, pese a que se obtienen fácilmente ejemplares en grandes cantidades en muchas secuencias de calizas en todo el mundo; cabe destacar que durante este período, las faunas de inarticulados alcanzaron la mayor riqueza de diversidad genérica conocida (Williams, 1965, Fig. 150; Curry y Brunton, 2007, Fig. 1918).

En las últimas cuatro décadas, este grupo ha sido intensamente estudiado gracias al uso de técnicas e instrumental como el microscopio electrónico de barrido y de transmisión, microsonda, EDX y estudios moleculares, los cuales hicieron posible el análisis detallado de la morfología, la estructura y composición bioquímica de la conchilla, viéndose reflejado en la nueva concepción filogenética, principalmente de los braquiópodos organofosfáticos. Más aún, en los últimos años se produjo un vertiginoso avance en el conocimiento taxonómico de los braquiópodos linguliformes y craniiformes, el cual se puede ver reflejado en las diferentes ediciones del *Treatise on Invertebrate Paleontology*. En su primera edición (Rowell, 1965) los géneros eran alrededor de 90, mientras que en la nueva edición del año 2000 (Holmer y Popov, 2000) y en su posterior actualización del 2007 (Holmer y Popov, 2007), se reseñan un total de 283 géneros. Este notable incremento se debió principalmente al estudio taxonómico de las ricas asociaciones de la región Báltica (Biernat, 1972; Holmer, 1989), Europa central (Havliček, 1982; Mergl, 1996, 2002), varios terrenos asiáticos (Kazakstán, Irán, Urales) (Popov y Holmer, 1994; Holmer et al., 2000, 2002; Popov, 2000a, b; Popov et al., 2007, 2008) y Australasia (Percival, 1978; Brock y Holmer, 2004; Percival y Engelbretsen, 2007). Estos nuevos taxones se suman a las faunas relativamente bien conocidas de Avalonia (Sutton et al., 1999) y Laurentia (Cooper, 1956; Holmer et al., 2005).

En lo que respecta a los inarticulados del Ordovícico de Argentina, sólo en las últimas dos décadas se desarrollaron trabajos exclusivamente enfocados en este grupo, ya

que previamente sólo aparecían pequeñas menciones y descripciones como fauna acompañante de otros grupos (e.g.: braquiópodos rinconelliformes, trilobites, conodontes).

Las primeras menciones fueron realizadas por Harrington (1937, 1938) para el Ordovícico Inferior del Noroeste Argentino, donde describe especies asignadas a los géneros *Obolus* von Eichwald, 1829, *Obolus* (*Bröggeria*) Walcott, 1902, *Lingulella* Salter, 1866 y *Acrotreta* Kutorga, 1848. Posteriormente, Rusconi (1954, 1955) describe ejemplares referidos a los géneros *Obolus*, *Lingulella* y *Orbiculoidea* D'Orbigny, 1847 provenientes de las secciones de la Quebrada Empozada (sur del Cerro Áspero) y al oeste de San Isidro, ambas en la provincia de Mendoza. Actualmente, se ha revisado parte del material descrito por Harrington (Benedetto et al., 2017; complemento de la presente tesis), donde se reasignaron algunos taxones y se describieron nuevas especies, mientras que el material estudiado por Rusconi aún permanece sin revisar.

Recién a fines del siglo XX, Holmer et al. (1999) realizan el primer trabajo exclusivo de braquiópodos inarticulados de la Precordillera Argentina en la Provincia de San Juan; en él se describe la fauna recuperada de rocas cámbricas alóctonas dentro de la Formación Los Sombreros, de edad ordovícica, junto con material parautóctono proveniente de las Formaciones Cerro Pelado y El Relincho del Cámbrico Superior/Ordovícico Inferior. Benedetto (1999), en un trabajo principalmente centrado en material de braquiópodos rinconelliformes, menciona el hallazgo de un ejemplar del discínido *Trematis* Sharpe, 1848, siendo el primer registro de un inarticulado del Ordovícico Superior en la Argentina.

Más recientemente los trabajos sobre linguliformes empezaron a cobrar importancia, encontrándose nuevas publicaciones sobre faunas del Cámbrico Superior y Ordovícico Inferior del Noroeste Argentino (Benedetto y Muñoz, 2015; Mergl et al., 2015), asociaciones de inarticulados junto con articulados de aguas profundas del Ordovícico Medio de la Formación Los Azules en San Juan (Benedetto, 2015), y una diversa asociación de microbraquiópodos de las Formaciones Ponón Trehué y Lindero (Ordovícico Medio y Superior) halladas en el Bloque San Rafael en Mendoza (Holmer et al., 2016).

Objetivos

El objetivo principal de esta tesis, consistió en llenar el vacío de información respecto de las faunas de linguliformes y craniiformes del Ordovícico de la Precordillera en las provincias de La Rioja, Mendoza y San Juan, como parte del estudio integral de las faunas de braquiópodos de Argentina. Particularmente, se generó un inventario de las especies presentes en las secuencias carbonáticas y mixtas calcáreo-pelíticas de edad ordovícica de la Precordillera, para lo cual se realizó el estudio sistemático y taxonómico de las formas coleccionadas. A su vez, la distribución estratigráfica de los taxones identificados se calibró en base a indicadores bioestratigráficos conocidos (conodontes, graptolitos, braquiópodos ‘articulados’ y palinomorfos).

Si bien los linguliformes actuales, al igual que sus antecesores del Paleozoico inferior, poseen un estado larvario planctotrófico que les permite alcanzar una distribución geográfica relativamente amplia (Freeman y Lundelius, 1999), su condición de organismos bentónicos frecuentemente ligados a aguas someras o peculiares condiciones del fondo determina la aparición de formas endémicas de interés biogeográfico. Popov et al. (2013) analizaron las afinidades paleobiogeográficas de los linguliformes del Ordovícico a escala global. En el análisis de agrupamiento realizado por estos autores, y posteriormente complementado por Holmer et al. (2016), se determinaron las afinidades de la Precordillera con la región Báltica y el terreno Chingiz (parte del complejo de terrenos de Kazakstán) en base a datos provenientes del sur de Mendoza (Formaciones Lindero y Ponón Trehué). Más recientemente Winrow y Sutton (2014) analizaron las afinidades biogeográficas de los linguliformes en relación con la historia del Océano Iapetus que durante el Paleozoico inferior separó Laurentia de Avalonia-Báltica. Como otro tema central de este trabajo de tesis doctoral, se confeccionó una base de datos de presencia-ausencia a nivel genérico, para analizar las afinidades biogeográficas de las faunas de linguliformes de la Precordillera, con el objetivo de evaluar la posición paleogeográfica de este terreno durante el Cámbrico y el Ordovícico y cotejar estos datos con las evidencias de otros grupos fósiles (poríferos, briozoos, braquiópodos rinconelliformes, trilobites, ostrácodos, etc.). Para ello se comparan los linguliformes de la Precordillera con diferentes localidades gondwánicas y extra-gondwánicas.

Además de estudios taxonómicos y paleobiogeográficos, en varios trabajos (e.g.: Savazzi, 1986; Wright y Nölvak, 1997; Emig y Gutiérrez Marco, 1997; Harper et al., 2013; Mergl et al., 2007, 2017; Holmer et al., 2017a; sumados a algunos de los previamente citados), se aborda la autoecología y sinecología de los linguliformes y su papel en las comunidades bentónicas, su relación con los paleoambientes y su posible uso en bioestratigrafía. Como complemento de este proyecto, se llevaron a cabo estudios para reconstruir el modo de vida y el rol que los distintos taxones, agrupados en base a similares características morfológicas, desempeñaron en las comunidades bentónicas. A su vez se planteó diferenciar asociaciones de braquiópodos linguliformes que recurrentemente aparecen vinculadas con determinadas litofacies, con el fin de establecer biofacies y la existencia de controles paleoambientales en su distribución espacio-temporal (e.g.: batimetría, energía del medio, condiciones de oxigenación del fondo, etc.).

CAPÍTULO II - MARCO GEOLÓGICO

El Ordovícico en la Precordillera Argentina

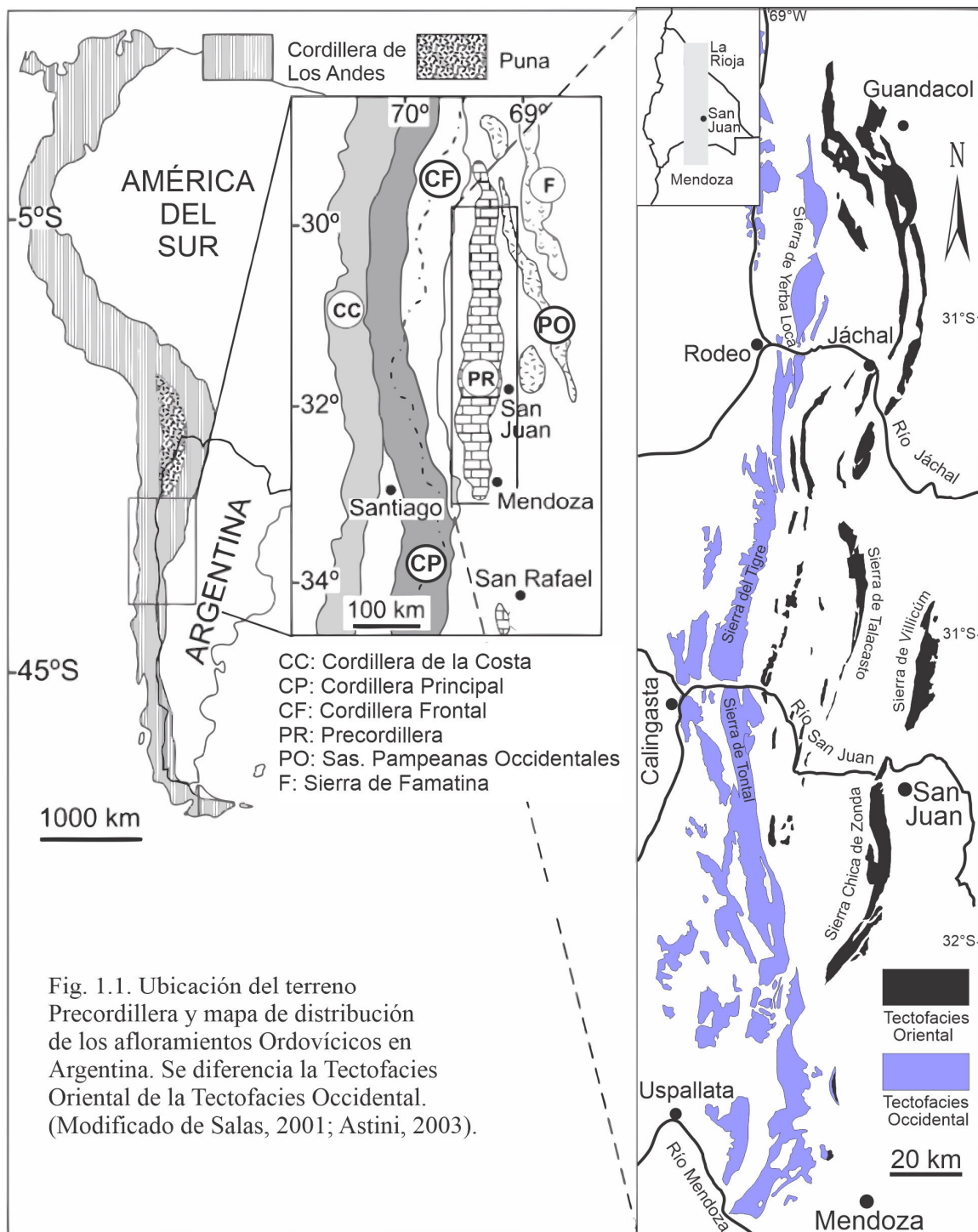
Dentro de los Andes Centrales del Sur, la Precordillera Argentina es considerada como un terreno exótico conformado por un basamento Mesoproterozoico y carbonatos del Paleozoico temprano, que se separó de Laurentia y se acrecionó al margen occidental de Gondwana durante el Ordovícico Medio y Superior (Astini, 1993; Astini et al., 1995, 1996; Benedetto, 1993, 1998; Benedetto y Astini, 1993; Benedetto et al., 1995, 1999; Thomas y Astini, 1996). A pesar de que se ha propuesto una edad de colisión más joven (e.g. Keller et al., 1998), revisiones de datos e interpretaciones previas, soportan la hipótesis de una colisión durante el Ordovícico Medio con el arco de Famatina al Oeste de Gondwana (Thomas y Astini, 2003). La estratigrafía expuesta a lo largo de toda esta región, representa estadios de *drifting*, colisión y post-colisión. Una de las interpretaciones más apoyadas considera un proceso de *rift* de un microcontinente de la bahía de Ouachita, una subsidencia térmica post-*rift* en los márgenes conjugados de Laurentia y de Precordillera, un *drifting* independiente del microcontinente Precordillera a través del Océano Iapetus y la acreción de éste al margen occidental de Gondwana durante el Ordovícico (Benedetto et al., 1995, 1999; Thomas y Astini, 1996; Astini, 2003).

La Precordillera es una provincia geológica localizada al Este de la Cordillera de los Andes, entre los 28° 45' y 33° 15' de latitud Sur y los 68° 15' y 69° 45' de longitud Oeste (Fig. 2.1). Es una entidad morfoestructural que limita al Este con las rocas ígneas y metamórficas de las Sierras Pampeanas y al Oeste con la Cordillera Frontal. La longitud de esta provincia geológica es de aproximadamente de 500 Km. Se encuentra localizada principalmente en la provincia de San Juan, así también como en la zona Sur de la provincia de la Rioja y en la zona norte de la provincia de Mendoza.

Conforma en su totalidad una faja plegada y corrida de alto nivel estructural que involucra rocas sedimentarias predominantemente del Paleozoico, y potentes secuencias de sedimentitas con intercalaciones volcánicas del Terciario, estas últimas acumuladas en cuencas intermontanas y de antepaís (Beer y Jordan, 1989).

Diferencias en el estilo estructural y en la estratigrafía llevaron a distinguir tres sub-provincias (Ortiz y Zambrano, 1981; Baldis et al., 1982): Precordillera Oriental, Precordillera Central y Precordillera Occidental. Las secuencias sedimentarias ordovícicas de la Precordillera Oriental y Central fueron clasificadas por Astini (1992) como Tectofacies Oriental en la que se desarrollan depósitos de cuenca poco profundas, de naturaleza tanto carbonática como clástica.

Las rocas cámbrico ordovícicas expuestas en la Precordillera, se caracterizan por el desarrollo de una gruesa sucesión (2 a 2.5 km) de plataformas carbonáticas. Éstas fueron plegadas y falladas durante dos importantes ciclos tectónicos: el famatiniano en el Ordovícico Medio-Tardío y el andino durante el Cenozoico, este último responsable del estilo tectónico actual, caracterizado por corrimientos imbricados. El Ordovícico calcáreo está representado por las Formaciones La Silla y San Juan.



La estratigrafía ordovícica de la tectofacies oriental está representada por sucesiones carbonáticas que se desarrollaron en continuidad después del Cámbrico. A pesar de que las disconformidades están relacionadas a fluctuaciones del nivel del mar a escala global, la acomodación se relaciona en gran parte a hundimiento térmico que refleja un decaimiento

típico de etapa tardía de márgenes pasivos (etapa de *drift*). (Bond et al., 1984; Thomas y Astini, 1999). Cerca del límite Cámbrico-Ordovícico, las facies de plataforma carbonática restringida de la Formación La Silla (aprox. 400 m), reemplazan a la plataforma perimareal extensiva representada por la Formación La Flecha (aprox. 700 m). Este cambio de profundidad se considera un límite de supersecuencia (Cañas, 1999), que incluye una fuerte reorganización de la plataforma. Las tasas de acomodación más altas permiten en gran parte ambientes submareales representados por calizas peloidales y ooidales y mudstones carbonáticos, con un grado menor de dolomitas estromatolíticas-trombolíticas y cherts. La Formación La Silla se extiende desde el Cámbrico más tardío al Tremadociano tardío. La unidad más alta de la plataforma carbonática está representada por la Formación San Juan (aprox. 350 m), que yace en conformidad sobre la Formación La Silla por medio de una superficie compuesta fusionada. Este nuevo límite de secuencia está representado en la sección tipo (en el Cerro La Silla, al sudoeste de Jáchal) por una superficie fusionada irregular que cubre una caliza fenestrada perimareal de escala métrica, incluyendo erosión subaérea y subacua, a través de la cual prevalecen litotopos submareales. Luego de la superficie transgresiva, los ambientes evolucionan desde una configuración de plataforma abierta a rampa durante el Floiano, y en el Darriwiliano (Cañas, 1995, 1999) a depósitos de cuenca abierta a oceánica hacia el oeste (Astini et al., 1995).

La Formación San Juan abarca desde el Tremadociano tardío al Darriwiliano medio. Una transición diacrónica relativamente rápida a características de rampa profunda con lutitas calcáreas nodulares, calizas y lutitas negras interestratificadas se registra variablemente entre el límite Ordovícico Temprano-Medio y el Darriwiliano medio (Hünicken y Sarmiento, 1987; Lehnert, 1995; Albanesi et al., 1998a, b). Mientras que wackestone-packstone esqueletales submareales variadamente bioturbados constituyen la litología prevalente de la Formación San Juan, amplios montículos arrecifales se desarrollaron dos veces, durante el Tremadociano más tardío y el Darriwiliano temprano, respectivamente (Cañas, 1995, 1999). La asociación inferior de arrecifes está compuesta mayormente por *Girvanella*, esponjas litístidas y *Calathium* (Cañas y Carrera, 1993), mientras que en la superior un organismo similar a un estromatoporoideo (Keller y Flügel, 1996) participa como el principal constructor.

El decaimiento de la plataforma carbonática ocurre diacrónicamente en sentido Este-Oeste de la cuenca, y cambia dando origen a lutitas negras de aguas profundas ricas en graptolites de la Formación Gualcamayo y su parcialmente equivalente Formación Los Azules (Astini, 1994a, b). Este cambio de facies está localmente registrado a través de un delgado límite. Más comúnmente, sin embargo, está representado por un paquete transicional de calizas y pelitas negras interestratificadas de variable espesor (2-35 m) en diferentes localidades (Astini, 1994a, b), mayormente condensando aprox. 5-8 m.a. Mientras que hacia el este y el norte de las tectofacies orientales se registran intervalos más potentes de lutitas negras, hacia el oeste (Cordón de La Trampa, Cordón de Las Chacritas, Sierra de Mogotes Azules) alcanzan a depositarse carbonatos coetáneos (Astini, 1994a, c; Carrera y Astini, 1998a). Estos carbonatos han sido incluidos en la Formación Las Chacritas (Astini, 1998a; Peralta et al., 1999) y se extiende entre el Dapingiano y el Darriwiliano (Albanesi y Astini, 2000a). En el norte la Formación Gualcamayo posee su máximo espesor (220 m) y comenzó a depositarse tempranamente en las Zonas de *Isograptus v. maximus* - *Tripodus leavis* (aprox. 472-470 m.a.). Cerca de la base fueron descriptas gruesas K-bentonitas (Bergström et al., 1998) y pueden ser correlacionadas con aquellas descriptas por Fanning et al. (2004) hacia el sur, dentro del tope de la Formación San Juan. Abundantes K-bentonitas están presentes abarcando tanto el tope de la plataforma carbonática como la base de las lutitas negras (Huff et al., 1998). Edades de Zircones de 464 ± 2 m.a. fueron provistas por una capa de cenizas cerca de la base de la Formación Los Azules en el área de Cerro Viejo (Huff et al., 1997), mientras que más adelante Fanning et al. (2004) determinaron edades de 469 ± 3.2 y 470.1 ± 3.2 m.a. en el techo de la Formación San Juan en el área de Talacasto. Esto muestra que un fuerte vulcanismo ocurrió en una región relativamente cercana al terreno de Precordillera, proveyendo los depósitos de caída de ceniza mientras que la subsidencia ya había sido iniciada. La inundación diacrónica y los espesores contrastantes de las lutitas negras a través y a lo largo de la cuenca, implican una subsidencia local como el principal mecanismo impulsor para un cambio de facies en lugar de eustacia.

Una importante cuña clástica comenzó a formarse cuando areniscas y conglomerados progradaron encima de las lutitas negras, y se registra en el área de Guandacol y en la Sierra de Villicum. A lo largo de esta región, unidades clásticas gruesas

fueron definidas y agrupadas dentro del Grupo Trapiche (Furque, 1963, Hoja Guandacol) y en la Formación La Cantera (Baldis et al., 1982), respectivamente. El Grupo Trapiche está compuesto por las Formaciones Las Vacas, Las Plantas y Trapiche, de base a techo. La Formación Las Vacas es una unidad conglomerádica con varias facies que van desde gruesos conglomerados portadores de bloques desorganizados en capas gruesas, a conglomerados arenosos con clastos redondeados bien organizados y estratificación entrecruzada (Astini, 1991). Desde la composición, se interpretan dos fuentes mayores: una intracuencial, representada por calizas angulares y bloques de lutitas negras y olistolitos derivados de la estratigrafía subyacente; y una extracuencial, representada por clastos redondeados (<25cm) de composición variada ígnea, metamórfica y sedimentaria (Astini, 1991, 1998b; Thomas et al., 2002). La Formación Las Plantas consiste en varias cuñas de lutitas fangosas de grano fino ricas en graptolitos con lentes de calizas fosilíferas, que se presentan interdigitadas dentro de intervalos de grano grueso, reflejando climas relativamente cálidos. La Formación Trapiche es rítmica con proporciones similares de capas arenosas gradadas interestratificadas con lutitas negras fangosas, y distintivas intercalaciones de gruesos paquetes arenosos lenticulares y megacapas de clastos limosos (Astini, 1994d). Bloques de caliza aislados (olistolitos) localmente alcanzan un largo máximo de 70 m cerca del tope de la unidad en afloramientos a lo largo de la Sierra de Trapiche. Las megacapas fueron interpretadas como sismitas y además dan pruebas a favor de una marcada inestabilidad depositacional.

En la Sierra de Villicum (parte más oriental de la Precordillera) la Formación La Cantera representa el equivalente lateral del Grupo Trapiche. Esta unidad además porta conglomerados polimícticos compuestos en la base, que se afinan hacia el tope (estrato decreciente); la edad sugerida es Sandbiano temprano en base a hallazgos de *N. gracilis* (Peralta, 1986) dentro de lutitas fangosas cerca del tope de la unidad. Por encima de la Formación La Cantera, yace en discordancia la Formación Don Braulio (Baldis et al., 1982). Sin embargo en la sección de la Quebrada La Pola, se hace presente un intervalo rincipalmente conglomerádico. Esta unidad fue definida como Formación La Pola (Astini, 2001), que muestra superficies erosivas en la base y en el techo, y constituye un relicto local que prevaleció a la fuerte erosión ocurrida durante la glaciación del Ordovícico Tardío. La Formación La Pola tiene un espesor máximo de aprox. 47.5m y una edad

sandbiana media-tardía restringida por las unidades infra y supra yacentes. Está compuesta de una sucesión de gruesas capas de flujos de detritos de grano grueso (oscilando de fango a clasto soportados), con intercalaciones de argilitas, areniscas cuarzosas lenticulares amalgamadas ricas en bioclastos, y algunas turbiditas y lutitas fangosas. Tanto graptolitos como conodontes fueron recuperados de varios clastos con edades más antiguas, pero siendo la más joven asignada a las Zonas *N. gracilis/D. clingani*. Esta unidad posee una importancia particular, tanto desde el punto de vista lito-paleontológico como del paleogeográfico. Una asociación de facies de desprendimiento, canales de paso y la pendiente de base, permiten interpretar el ambiente depositacional como un fondo marino proximal. Datos de paleocorrientes indican transporte hacia el oeste-noroeste. Los sedimentos provenientes de una plataforma con alta energía rica en cuarzo coetánea con construcciones carbonáticas similares a arrecifes, provistos por la abundante re sedimentación de restos de tallos de *Solenopora*, briozoos, corales y *Girvanella*, y sumado a una fauna rica en braquiópodos, constituyen una asociación que no se conocía para el Ordovícico Tardío de la Precordillera argentina. Se infiere que la proveniencia de dichos bloques, indicaría una extensión más larga en sentido este-oeste (coordenadas actuales) de la estratigrafía de la Precordillera, compatible con la interpretación para los carbonatos de margen pasivo.

Tanto la Formación La Cantera como La Pola son sucedidas por las diamictitas glaciales de la Formación Don Braulio. Esta unidad se asigna al Hirnantiano mediante su abundante fauna conchífera (Benedetto, 1986), que representa el registro de la glaciación del Ordovícico Tardío en la Precordillera argentina (Peralta y Carter, 1990; Astini, 1991, 1993; Buggisch y Astini, 1993). Discontinuidades erosivas, pavimentos estriados y otras características sedimentológicas adicionales registradas en la Formación Don Braulio (Astini y Buggisch, 1993; Astini, 1999b) indican la existencia de al menos tres estadios de avance y retroceso del hielo (Astini, 2001). Una base fuertemente erosiva y una discordancia regional con las unidades infrayacentes, permiten sugerir una exposición subaérea, ambas relacionadas a la rápida expansión de la fase de derretimiento del hielo y a tectónica; estas últimas, relacionadas al plegamiento y clastos estriados a escala métrica de las unidades infrayacentes, registran el primer avance glacial. Los pavimentos de tipo intra e intertill registran dos estadios adicionales de avance, mientras que dos diamictitas

macizas matriz-soportadas (Dmm) con abundantes gravas redondeadas estriadas finas y gruesas, interpretadas como tills subglaciales depositados en estados de regresión. Unas capas de conglomerados cubiertos tapan las Dmm glaciales, que a su vez, están localmente estriadas como consecuencia del último avance glacial. La regresión final durante el estadio de ablación glacial, coetáneo con una transgresión marina, está registrada por algunas dropstones embebidas en la parte más baja de las lutitas de mar abierto (Miembro Superior de la Formación Don Braulio), que regionalmente se vuelca sobre el horizonte glacial de la región Andina. Los primeros representantes de la fauna de *Hirnantia* aparecen en los conglomerados cubiertos (interpretados como una superficie de abarrancamiento), algunos metros debajo del primer hallazgo de *Normalograptus persculptus*. Previo a esto no hay fauna autóctona en las Dmm glaciales, sugiriendo ambientes glaci-marinos abiertos. Cambios laterales de facies y variaciones en el espesor permiten considerar al horizonte glacial como representativo de ambientes subglaciales proximales y proglaciales restringidos.

En el área al sudoeste del Río Jáchal en la Precordillera Central, calizas de aguas profundas se desarrollan por encima de la Formación San Juan, y más localmente por encima de las calizas de la Formación Las Chacritas. Estas calizas laminadas con abundante residuo insoluble, algunas brechas llamativas y horizontes de deslizamiento se conocen como la Formación Las Aguaditas (Baldis et al., 1982). Su máximo espesor (aprox. 320 m) está expuesto a lo largo del Cordón de Los Blanquitos (Keller et al., 1993; Astini, 1995a). Esta unidad se compone de tres ciclos separados por superficies de inundación, que internamente describen transiciones graduales desde un medio ciclo predominantemente pelítico en la base a predominantemente fango-limoso en el techo. Hacia arriba, los tres ciclos implican una creciente evidencia de deslizamiento y formación de brechas sindepositacionales, como originalmente señaló Borrello (1969), quien relacionó estas características a inestabilidad tectónica. Keller et al. (1993) infirieron un origen puramente eustático para las capas más grandes de deslizamiento/brechas, y definieron un conjunto de características de menor escala compensatorio luego de la depositación de cada megacapa. Es interesante notar que el registro sedimentario de la Formación Las Aguaditas, presenta semejanzas con lo que actualmente se observa como un entorno no expuesto en aguas someras, donde se desarrollaron comunidades arrecifales. Ejemplos de estos arrecifes

fueron parcialmente retrabajados pendiente debajo de la formación, y transportados hacia el ambiente de aguas profundas por delante del arrecife. Más importante aún, esta unidad se correlaciona con intervalos elásticos (e.g.: Formaciones La Cantera, Las Vacas), algunos de estos extremadamente gruesos, implicando una posición restringida dentro de la cuenca (Astini, 1995b, 1997). Por lo tanto, estos son interpretados como altos estructurales dentro de la cuenca, que sirvieron para nuclear remanentes de plataforma carbonática más tarde en el Ordovícico Medio, cuando el ahogamiento regional ya había ocurrido (Astini, 1997, 1998a, Thomas y Astini, 2003).

Hacia el extremo sur del terreno Precordillera, aprox. 60 km al sur de San Rafael (Mendoza), y a más de 200 km al sur de los principales afloramientos, el basamento Precámbrico y los estratos que lo cubren del Paleozoico Inferior están expuestos en dos bloques con corrimientos hacia el norte; dentro de la cubierta han sido mapeadas dos unidades: Formaciones Ponón Trehué y Lindero. Sus afloramientos se excluyen mutuamente, pero ambos son constantes por kilómetros y yacen sobre rocas del basamento Grenviliano (1063 ± 106 m.a. con dataciones de roca total Rb/Sr, Cingolani y Varela, 1999). La Formación Lindero (Nuñez, 1979; Bordonaro et al., 1996) es una unidad inusual, rica en carbonatos del Ordovícico Medio y Superior que yace en discontinuidad sobre un granito ligeramente foliado de edad Grenviliana (1204 ± 2 y $1205 \pm$ m.a. datado en zircones con U/Pb, Thomas et al., 2000) en el bloque cabalgado oriental. Una bioestratigrafía detallada de conodontes ha sugerido una edad darriwiliana a sandbiana temprana (Lehnert et al., 1998a) para la sección inferior rica en carbonatos, y una posible edad sandbiana media para la sección superior silicoclástica (Astini, 2002a). Esta unidad describe una sucesión que profundiza hacia arriba con una fuerte influencia de arena rica en feldespatos en su base, por encima de un grueso conglomerado fluvial/estuarial transgresivo. Una superficie de máxima inundación registra la abrupta transición a carbonatos marinos (Miembro Peletay), sucedidos por condiciones estacionarias del nivel del mar. Otro incremento en el espacio de acomodación, está registrado en la transición al miembro superior enteramente silicoclástico (Miembro La Leona). Debido a la falta de correlación de varios límites dentro de esta unidad, los cambios abruptos de facies y el espacio de acomodación, puede ser inferida una fuerte tectónica con comportamiento en “yo-yo” del sustrato.

En el bloque cabalgado occidental en Ponón Trehué, grandes bloques de calizas sin orientación componen la Formación Ponón Trehué (Bordonaro et al., 1996). Esta unidad ha sido interpretada como una capa de bloques/olistolitos y podría presentar correlación con la Formación Lindero. Ésta contiene bloques (casi del tamaño de olistolitos) del Cámbrico Tardío y Ordovícico Temprano (Bordonaro et al., 1996), dentro de una matriz de grano fino en un conglomerado arenoso. Los olistolitos son comparables a estratos de la Formación La Silla y la parte más baja de la Formación San Juan, y son interpretados como una acumulación local de bloques carbonáticos alóctonos (resedimentados) en los tramos proximales de un graben. Los olistostromas fueron luego desmembrados tectónicamente y cabalgados encima de un bloque de basamento. Los olistolitos carbonáticos son el único registro de una plataforma carbonática del Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior preservada en el área (Astini, 2002a). Datos sedimentológicos (Heredia, 1996; Astini, 1998a, 2002a) permiten interpretar a las Formaciones Ponón Trehué y Lindero como correlativas.

En la Precordillera central, aprox. 45 km al oeste de San Juan y a lo largo del valle del Río San Juan, un remanente aislado de carbonatos ha sido datado como del Ordovícico Medio tardío-Ordovícico Superior (Lehnert, 1995; Astini y Cañas, 1995); éste se describió como la Formación Sassito (Astini y Cañas, 1995), una sección de 24.5m de espesor de carbonatos atípicos que cubren en discontinuidad el Ordovícico Inferior de la Formación San Juan y está truncada erosivamente por estratos del Silúrico. Entre la mayoría de los carbonatos del Ordovícico Temprano y Tardío, es evidente un gap de más de 10 m.a. [entre las Zonas de *Histiodela sinuosa* (~*L. variabilis*) y parte superior de *Amorphognathus tvaerensis*-*A. superbis*], evidenciado además por un conglomerado de clastos limosos y cherts, localizado en la base de la Formación Sassito. Este conglomerado incluye detritos silicoclásticos y fue interpretado como una transgresión luego de exposición subaérea (Astini, 1998a). Por encima, una lutita fangosa indica inanición en ambientes de aguas profundas y baja energía, luego de la cual hay una repentina progradación de calcarenitas (mayormente grainstones peloidales arenosos) apilados en estratos tabulares de capas delgadas y medias con estructuras de alta energía (HCS), abundantes *hardgrounds* y marcas de oleaje en el tope, que permite interpretar como ambientes de rampa somera. Dos hechos son importantes: (1) que estos carbonatos registran cantidades inusuales de detritos

silicoclásticos, ausencia de oolitas, agregados de granos y algas verde-azuladas dentro de un cinturón de facies de alta energía; y (2) que los granos dominantes de carbonato son peloides y fragmentos esqueléticos, mayormente representados por briozoos. En conjunto, estas características han sido relacionadas a carbonatos de aguas frías (Astini y Cañas, 1995), los cuales difieren enormemente de los carbonatos del Cámbrico y Ordovícico Temprano que son característicos de bajas latitudes. Este punto permitió que Astini (1995c) sugiriera una diferente posición paleoclimática de la Precordillera en el Ordovícico Tardío, que independientemente ha sido testeado en regiones separadas hacia el sur considerando el registro de graptolitos (Mitchell et al., 1998) y conodontes (Lehnert et al., 1999).

Hacia el oeste de Mendoza en la Quebrada de San Isidro, una sucesión olistostrómica de más de 350 m de espesor es incluida en la Formación Empozada (Harrington, 1957), que se compone de capas de flujos de detritos y olistolitos aislados dentro de una lutita rica en graptolitos del Ordovícico Medio y Superior (Mitchell et al., 1998). Bordonaro et al. (1993) proponen que los olistolitos cerca de la base de la sección, originalmente considerados como formaciones cámbricas separadas, fueron incluidos como parte del Miembro Inferior definido por Gallardo y Heredia (1995). Sin embargo, hay olistolitos presentes en el Miembro Superior donde también fueron descritas megaturbiditas (Heredia y Gallardo, 1986). Los olistolitos cámbricos representan características de aguas profundas (Bordonaro, 1985), y se asemejan a aquellos expuestos en la parte baja de la tectofacies occidental (Formación Los Sombreros). Sin embargo, estudios de graptolitos permiten refinar la edad de la matriz (Mitchell et al., 1998), la cual fue acotada entre el Sandbiano temprano y Hirnantiano temprano (Zonas de *C. bicornis* y *D. ornatus*). Esto permite una correlación más cercana con el Grupo Trapiche en la Precordillera norte y con la Formación Alcaparrosa en la tectofacies occidental. Los datos de graptolitos de la matriz de la sección inferior, son consistentes con edades de conodontes del Ordovícico Tardío recuperados de megacapas en el Miembro Superior descritas por Heredia et al. (1990). Adicionalmente, los mismos conodontes están presentes en la Formación Trapiche (Albanesi et al., 1995). Mitchell et al. (1998) reasignaron hallazgos previos de graptolitos dapingianos y darriwilianos a olistolitos de lutitas negras comparables con las formaciones Gualcamayo y Los Azules. Esto es consistente con los datos provistos por Heredia (1995), donde interpretó los bloques del Miembro Inferior

como de edad tremadociana y floiana en base a conodontes. En el tope de esta unidad Astini (1997) describió algunas facies de capas finas heterolíticas ricas en carbonatos, comparables a aquellas registradas en la Formación Sassito en la Precordillera Central (Astini, 1998a). Afloramientos en la región de Canota (formalmente pertenecientes a la Formación Villavicencio) aprox. 35 km al norte, están incluidos en la misma unidad y tienen faunas de graptolitos comparables (Brussa et al., 2003). Es importante notar que Mitchell et al. (1998) señalaron que los graptolitos de la Formación Empozada indican afinidades no pacíficas, y sugieren que la Precordillera se habría movido más allá de latitudes bajas hacia aguas frías de característica peri-gondwánicas.

Formaciones estudiadas

Formación San Juan

La Formación San Juan corresponde a una unidad carbonática de 300-360 m de espesor, variando en edad desde el Tremadociano superior al Darriwiliano medio. Su contacto basal es una superficie de inundación asociada con un rápido cambio desde una plataforma restringida de dolomitas y calizas (Formación La Silla), a facies carbonáticas marinas abiertas subtidales (Keller et al., 1994; Cañas, 1999). Un intervalo inferior de arrecifes de esponjas microbialíticas es seguido por una variedad de litofacies que sugieren ambientes variables de rampa interna (Cap. V, Fig. 5.5), de banco de olas agitadas, incluso hasta de rampa profunda (Cañas y Carrera, 1993, 2003; Cañas, 1999). Las litologías más típicas de la Formación San Juan corresponden a wackestones esqueletales e intraclásticos, y packstones, ricos en faunas bentónicas depositados en ambientes de rampa media (Cañas, 1999). Entre los macrofósiles se incluyen esponjas, receptaculítidos, briozoos, braquiópodos, gastrópodos, rostroconchos, cefalópodos, trilobites, ostrácodos, equinodermos y algas (ver compilación hecha por Benedetto, 2003). Un rápido aumento del nivel del mar asociado a actividad tectónica, tuvo como consecuencia un ahogamiento diacrónico de la rampa carbonática. En la parte central de la cuenca, el evento tiene lugar durante la transición Dapingiano/Darriwiliano, dejando los depósitos caracterizados por la alternancia rítmica de lutitas negras graptolíticas y lutitas carbonáticas de la Formación Los

Azules (Astini, 2003; Carrera et al., 2013; Benedetto, 2015). La fauna aquí descripta fue colectada en los últimos 25m de la Formación San Juan en el Cerro Viejo, Cerro La Chilca y la Sierra de Villicum (fig. 2.2). Este intervalo consiste en wackestones y mudstones nodulares altamente fosilíferos, depositados en rampa media a externa, de baja energía y por debajo de la base de olas de tormenta (Cañas, 1999). Este tramo abarca la Biozona de *Ahtiella argentina*, la más alta de seis biozonas de braquiópodos reconocidas en la Formación San Juan (Herrera y Benedetto, 1991; Sánchez et al., 1996; Benedetto, 2002, 2007). La edad darriwiliana de esta biozona está bien delimitada por conodontes, abarcando la subzona de *Paroistodus horridus* dentro de la Zona *Lenodus variabilis* (Albanesi y Ortega, 2002; Ortega et al., 2007), y la parte inferior de la siguiente Zona de *Yangtseplacognathus crassus* (Mestre y Heredia, 2013; Serra et al., 2015). De acuerdo al esquema de escalas temporales propuesto por Bergström et al. (2009), el intervalo muestreado de la Formación San Juan se ajusta mayormente dentro del Dw1 (Zona de *L. variabilis*), pero puede alcanzar la parte inferior del Dw2. La Formación San Juan y su transición a las lutitas negras que yacen sobre ésta, están bien expuestas en el Cerro La Chilca, aproximadamente a 50 km al sur de la ciudad de Jáchal. Los 15 m superiores de la formación consisten en wackestones/mudstones nodulares, wackestones espiculíticos y grainstones/packstones crinoidales; los macrofósiles son muy abundantes a través de todo el intervalo. Entre los linguliformes, el sifonotrérido *Chilcatreta* y los obólidos *Glossella* y *Lingulasma?* son relativamente comunes, encontrándose los últimos dos generalmente en posición de vida. Las evidencias sedimentológicas y tafonómicas indican un ambiente de baja energía, dominado por depósitos de fangos de rampa abierta puntuados por esporádicos eventos de tormenta (Carrera et al., 2013). La sección está cubierta por un rudstone litoclástico seguido de capas amalgamadas de grainstones, interpretadas como bancos crinoidales retrabajados por acción de olas de buen tiempo. La segunda localidad muestreada es Cerro Viejo, una sierra con orientación Norte-Sur ubicada aproximadamente a 20 km de la ciudad de Jáchal. En esta sección, la Formación San Juan y las sucesivas lutitas negras referidas a la Formación Los Azules, forman una secuencia homoclinal con vergencia hacia el oeste que está profundamente atravesada por la Quebrada Los Gatos (Ottone et al., 1999; Sorrentino et al., 2009). Allí, los 24 m superiores de la Formación San Juan muestran una tendencia de profundización hacia arriba, desde packstones-wackestones

bioclásticos en la base, a mudstones nodulares bioturbados ricos en glauconita en la parte superior. La mayoría de estos niveles resultaron ricos en asociaciones de braquiópodos rinconelliformes, y algunos restos de obólidos y posiblemente crániidos. En la Sierra de Villicum, localizada al noreste de la ciudad de San Juan, el intervalo estratigráfico de la Formación San Juan que abarca la Zona de *Ahtiella argentina* alcanza alrededor de 15m de espesor, y consiste en wackestones bioclásticos y mudstones laminados portando conodontes de la Zona *Lenodus varibilis* (Sarmiento, 1985, 1991). Los linguliformes descritos aquí, provienen de los mudstones grises oscuros justo en la transición a la alternancia sucesiva de margas y lutitas negras de la Formación Los Azules, que marca el inicio de una rápida profundización de la cuenca.

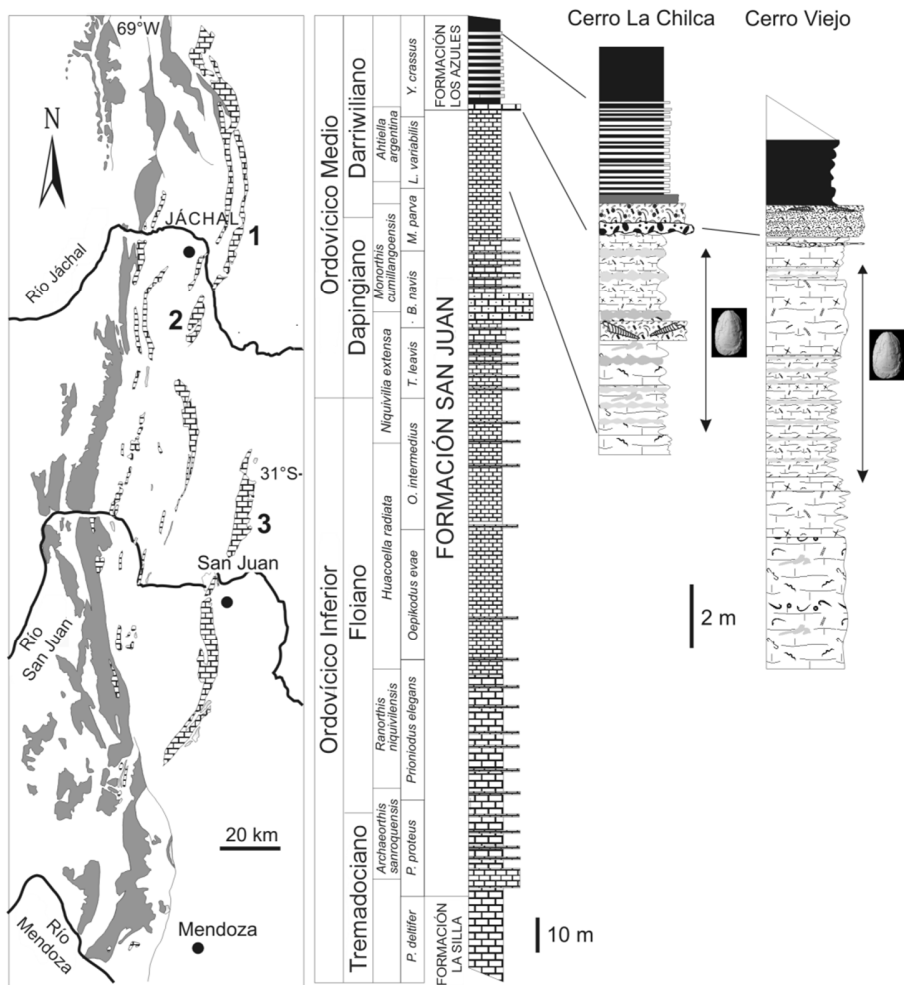


Figura 2.2. Afloramientos de las rocas del Ordovícico en la Cuenca de Precordillera central y norte (izquierda). Gris oscuro: depósitos clásticos de aguas profundas; patrón de ladrillos: carbonatos de plataforma Cambro-Ordovícicos. Ubicación de las localidades fosilíferas: (1) Cerro Viejo, (2) Cerro La Chilca, (3) Sierra de Villicum. Columna generalizada de la Formación San Juan en el área de estudio (centro) y detalles de los intervalos portadores de lingúlidos (derecha) (Tomado de Lavié y Benedetto, 2016).

Formación Las Aguaditas

La Formación Las Aguaditas fue definida formalmente por Baldis et al. (1982) en su localidad tipo de la Sierra Los Blanquitos (fig. 2.3). Sin embargo, en la descripción estratigráfica original de la unidad, Baldis y Blasco (1974) previamente habían reconocido

cuatro miembros; aquí sólo se han estudiado los miembros inferior y medio de la Formación las Aguaditas. Desde un punto de vista litológico, la formación consiste en margas, calizas y calizas arrecifales, con un característico color amarillento superficial. Esta unidad yace en paraconformidad sobre la Formación San Juan mediando una superficie de *hardground* regional entre ambas (Astini, 1995b), la cual es fácilmente distinguible de la Formación Las Aguaditas por sus calizas nodulares (Baldis et al., 1982). El intervalo transicional entre la parte más alta de la Formación San Juan y la suprayacente Formación Las Aguaditas, está caracterizado por depósitos calcáreo-pelíticos, que son interpretados como la causa de un evento de inundación de la plataforma (Keller et al., 1993; Carrera y Astini, 1998). La formación fue interpretada como depositada en altos (*horsts*) y bajos (*grabens*) estructurales dentro de la cuenca (Astini, 1995b).

La sección tipo de la Formación Las Aguaditas, de alrededor de 302m de espesor, está localizada en el flanco este de la Sierra Los Blanquitos en la Precordillera Central de la Provincia de San Juan, a 15 km al sudoeste de la ciudad de Jáchal. Esta formación además se encuentra expuesta en la sección de Mogotes Azules, situada en el extremo norte de la sierra homónima, a 20 km al sudoeste de Jáchal. En esta localidad, la unidad posee unos 55m de espesor y está principalmente compuesta por margas y mudstones (Salas, 2003) (fig.2.3, 2.4).

Las muestras de las cuales provienen los materiales estudiados de esta formación, se hallan como mudstones laminados pobremente expuestos, con abundantes fragmentos esqueletales intercalados con lutitas y limolitas del miembro inferior de la Formación Las Aguaditas, de aproximadamente 43 m de espesor (Feltés et al., 2016), y también del miembro superior que está caracterizado en su mayoría por mudstones de color gris oscuro (Feltés et al., 2018).

Formación Las Chacritas

La sección del Río Las Chacritas está localizada en la parte norte de la Sierra La Trampa, 50 km al sudoeste de la ciudad de Jáchal, donde se encuentran expuestas importantes rocas del Ordovícico Medio y Superior (fig. 2.3, 2.4). En esta localidad, la Formación Las Chacritas se halla superpuesta en paraconformidad sobre la Formación San

Juan (con edades del Ordovícico Inferior tardío-Ordovícico Medio temprano); la secuencia de calizas de aguas profundas que yace encima de la Formación Las Chacritas ha sido referida a la Formación Las Aguaditas por Peralta et al. (1999).

La Formación Las Chacritas es una sucesión de 60 m de espesor caracterizada por sedimentos silicoclásticos de grano fino y sedimentos carbonáticos, depositados sobre una plataforma (Carrera y Astini, 1998). Esta unidad se divide en dos miembros; el miembro inferior consiste en estratos fosilíferos finos a medianos tabulares, mudstones oscuros y wackestones; mientras que el miembro superior se compone de wackestones y packstones, sugiriendo una tendencia a hacerse menos profundo hacia el techo de la unidad (Carrera y Astini, 1998; Peralta et al., 1999). De acuerdo con Astini (1995) la Formación Las Chacritas está desarrollada sobre altos estructurales (*horsts*), que sirvieron como plataforma superficial para la depositación de los carbonatos remanentes dentro de la cuenca. La Formación Las Aguaditas que yace por encima (aproximadamente 10 m de espesor), está compuesta de mudstones de plataforma con una alteración amarillenta, intercalados con lutitas negras (Peralta y Baldis, 1994).

El registro fósil de conodontes ordovícico ha sido extensamente documentado en la Precordillera de Argentina, proveyendo una robusta base de datos para un esquema bioestratigráfico detallado (e.g. Heredia et al., 2005; Mestre, 2010; Albanesi y Ortega, 2016, y trabajos allí citados). Particularmente, los especímenes estudiados de estas dos formaciones, provienen de estratos del Darriwiliano medio al Sandbiano.

La presencia de *Yangtzeplacognathus crassus* es común en las secciones de Quebrada Las Aguaditas y Río Las Chacritas, con su rango restringido a la parte superior de la Formación San Juan y los estratos basales de las unidades que se encuentran por encima (Serra et al., 2015, 2017; Feltes et al., 2016). Además, la presencia de *H. holodentata* en asociación con los graptolitos de la Zona *L. dentatus* en el miembro inferior de la Formación Las Aguaditas y en la Formación Las Chacritas, permiten reconocer la Biozona de *Y. crassus* (Serra et al., 2017). Se reconocieron y describieron la Biozona de *Eoplacognathus pseudoplanus*, y las subzonas de *Microzarkodina hagetiana* y *M. ozarkodella* tanto para la parte superior del miembro inferior de la Formación Las Aguaditas (Feltes et al., 2016), como para la parte media de la Formación Las Chacritas

(Serra et al., 2015). En este último trabajo, fue reconocida la parte baja de la Biozona de *Eoplacognathus suecicus* para los estratos superiores de la Formación Las Chacritas.

Una edad sandbiana fue reconocida para los miembros medio y superior de la Formación Las Aguaditas en su localidad tipo (Sierra Los Blanquitos), y en las secciones de Mogotes Azules y Río Las Chacritas (Brussa, 1996). Diversas asociaciones de graptolitos que pertenecen a la Biozona de *N. gracilis* fueron documentadas en estos estratos (Brussa, 1996; Feltes et al., 2018). Recientemente, Feltes et al. (2018), realizaron una revisión sistemática y una actualización de acuerdo con la nueva información sistemática presentada por Chen et al. (2017).

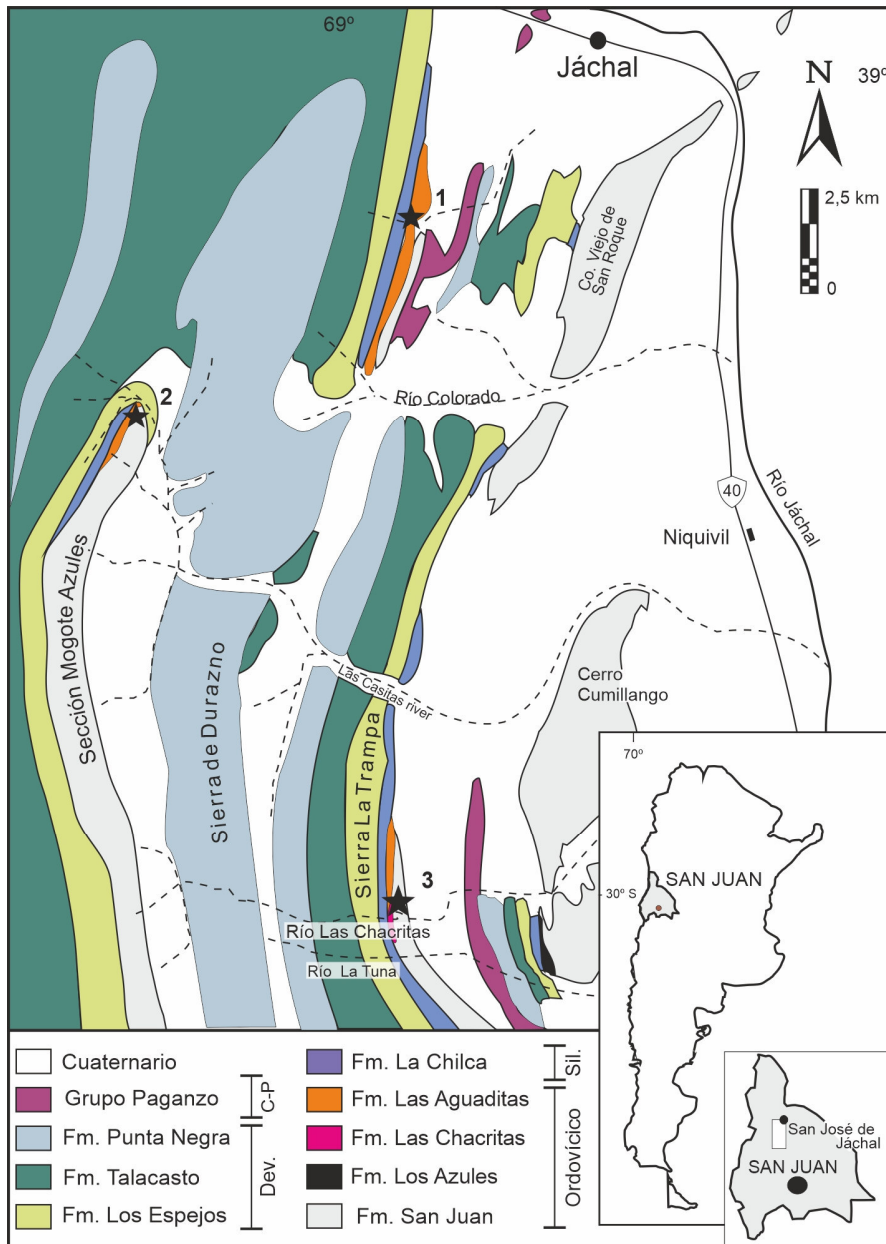


Figura 2.3. Mapa geológico mostrando la ubicación de las localidades estudiadas en la Precordillera Central argentina: secciones de (1) Quebrada Las Aguaditas, (2) Cordón de Mogotes Azules y (3) Río Las Chacritas. Abreviaturas: C-P = Carbonífero-Pérmico; Dev = Devónico; Sil = Silúrico; Fm = Formación. (Tomado de Lavié et al., 2019).

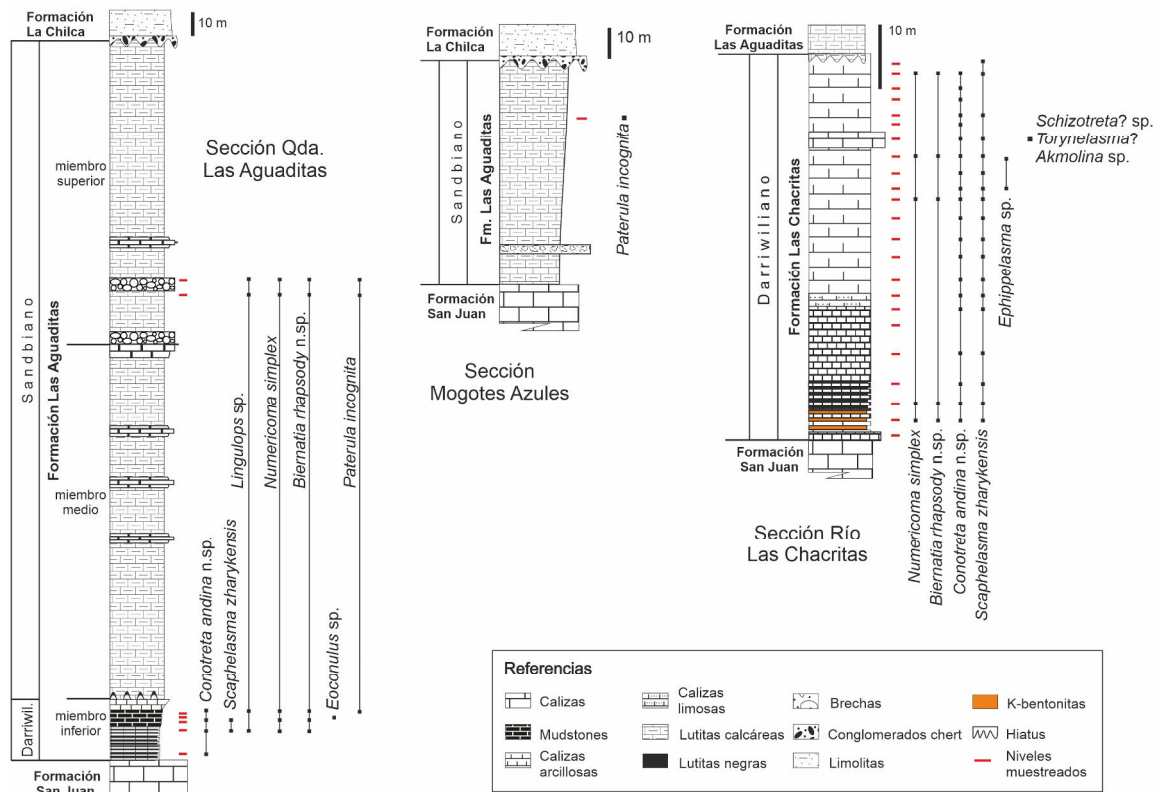


Figura 2.4. Columnas estratigráficas mostrando los rangos de las especies de la Formación Las Aguaditas en las secciones de la Quebrada Las Aguaditas y Mogotes Azules, y de la Formación Las Chacritas en la sección del Río Las Chacritas. Abreviatura: Darriwil. = Darriwiliano (Tomado de Lavié et al., 2019).

Formación Las Plantas

Harrington y Leanza (1957) denominaron “Las Plantas shales” a una sucesión de lutitas laminadas gris-azuladas con concreciones calcáreas fosilíferas expuesta al oeste de la localidad de Guandacol, en la Precordillera septentrional. Luego, Furque (1963) nominó formalmente esta unidad como Formación Las Plantas, quien a su vez la incluyó, junto con las Formaciones Las Vacas y Trapiche, en el Grupo Trapiche. El área que cubre esta unidad dentro de la cuenca es relativamente restringida, aflorando de forma interrumpida a lo largo de aproximadamente 60 km entre la localidad de Guandacol y algunos kilómetros al norte de Jáchal, en el flanco oeste de las sierras de La Batea, Potrerillos y Perico. La localidad

tipo, donde fue colectado la mayor parte del material que aquí se describe, está localizada en la Quebrada Las Plantas, en la Provincia de San Juan; también ha sido incluido el material recuperado de la sección Quebrada Potrerillos (fig. 2.5). El espesor de la Formación Las Plantas varía desde unas pocas decenas de metros en las secciones ubicadas más al sur, hasta aproximadamente 200 m en su localidad tipo. Principalmente la unidad consiste en mudstones arcillosos oscuros, con nódulos carbonáticos fosilíferos que contienen numerosos especímenes de braquiópodos articulados intercalados con calizas micríticas, arcillas calcáreas y lutitas negras graptolíticas. En la base de la unidad se encuentran clastos bien redondeados esparcidos, en su mayoría provenientes de la Formación Las Vacas infrayacente. Lo intervalos medio y superior contienen concreciones calcáreas altamente fosilíferas de color gris oscuro a negro, compuestas de mudstones y wackestones, que aparecen aisladas dentro de las lutitas grises oscuras o formando pequeños niveles de pobre continuidad lateral (Astini et al., 1986). En el tercio superior de la formación, aparecen capas margosas, las cuales portan la mayoría de los braquiópodos inarticulados descritos, junto con algunos trilobites (Harrington y Leanza, 1957; Benedetto et al., 1991), graptolitos (Turner, 1960; Cuerda, 1973; Ortega y Brussa, 1990), conodontes (Albanesi y Ortega, 1998; Heredia y Mestre, 2007), bivalvos (Sánchez, 1990; Benedetto et al., 2003, y referencias allí citadas), briozoos (Ernst y Carrera, 2012) y braquiópodos rinconelliformes (Benedetto, 1995; Benedetto et al., 1991, 2003). La significancia paleoambiental de estas litofacies fue analizada en detalle por Astini (1991, 1993, 1998b) y por Keller et al. (1998), quienes distinguieron una asociación de cuenca restringida, caracterizada principalmente por depósitos hemipelágicos de plataforma (Cap. V, Fig. 5.5) y flujos de detritos vinculados a la pendiente depositacional, y menos frecuente aparecen arcillitas calcáreas peloidales y lutitas negras que representan depósitos autóctonos. Estudios en la arquitectura y análisis de facies de la cuenca llevaron a Astini (1998b, 2003) a interpretar a la Formación Las Plantas como facies de grano fino interdigitada con depósitos de grano grueso en aguas relativamente poco profundas. Basados en estudios llevados a cabo por varios autores (Turner, 1960; Ortega y Brussa, 1990; Astini y Brussa, 1997; Albanesi y Ortega, 1998; Heredia y Mestre, 2007), la edad de la Formación Las Plantas es sandbiana, registrando elementos de la Biozona de conodontes *Amorphognathus*

vaerensis, y de las Biozonas de graptolitos *Nemagraptus gracilis* y *Climacograptus bicornis*.

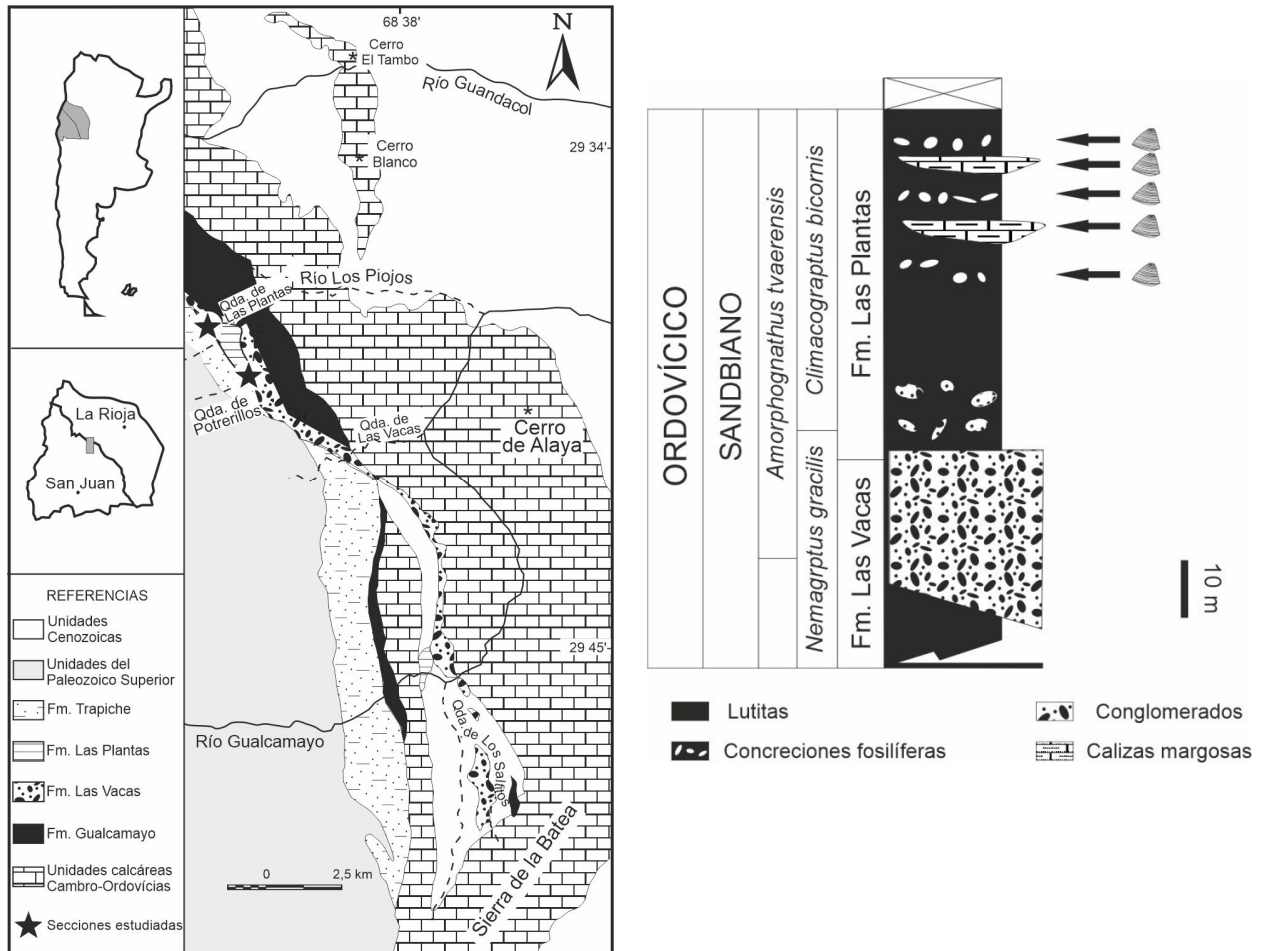


Figura 2.5. (1). Mapa general de las Provincias de La Rioja y San Juan; (2) mapa geológico del área estudiada mostrando con estrellas las localidades fosilíferas (izquierda). Columna estratigráfica generalizada de la Formación Las Plantas en el área de estudio; las flechas indican los niveles portadores de linguliformes (derecha) (Tomado de Lavié, 2018).

Formación Gualcamayo

Esta unidad constituye una sucesión de pelitas graptolíticas de edad ordovícica inferior a media, con afloramientos ampliamente distribuidos en el norte de la Precordillera, en las Provincias de San Juan y La Rioja (Fig. 2.5). Originalmente definida al sudoeste de

la localidad de Guandacol por Furque en 1951 como parte de la Hoja Geológica 17c (Guandacol); pero fue publicada posteriormente por Harrington y Leanza (1957) y Furque (1958, 1963) mostrando a la Formación Gualcamayo como un conjunto de pelitas negras de ambiente euxínico, con abundancia de graptolitos y un espesor máximo de alrededor de 700 m. Más adelante, la unidad fue registrada en el borde occidental de la Sierra de Perico-Potreriillo (Cuerda, 1965; Furque, 1979), en el flanco oriental de la Sierra de Villicum (Baldis y Beresi, 1981; Baldis et al., 1982) y en la localidad de Rinconada (Peralta, 1986). En el área al oeste y sudoeste de Guandacol, Astini (1986), subdivide la formación en tres miembros: el miembro inferior compuesto de calizas margosas y pelitas negras alternantes, el miembro medio compuesto de pelitas negras y el miembro superior compuesto de fangolitas laminadas intercaladas con bloques carbonáticos en el tramo superior.

Posteriormente, Astini (1994) realiza en detalle un análisis de secuencias de facies y paleoambientes de la Formación Gualcamayo, principalmente dominada por pelitas negras características de depocentros restringidos; el miembro inferior se interpreta como un paquete transgresivo depositado en una rampa calcárea distal; el miembro medio es considerado como depósitos en una cuenca restringida, con desarrollo de estratificación en la columna de agua y fondo anóxico durante niveles de mar alto; y el miembro superior es propio de sedimentación marina profunda al pie de escarpas (Cap. V, Fig. 5.5). Este último indica la finalización de un período de estabilidad, marcada por la irrupción de sedimentos clásticos gruesos y un reciclaje de depósitos de intracuenca, concluyendo con la depositación de la Formación Las Vacas en el norte de la Precordillera. El material descrito aquí, proviene del miembro inferior de la formación recolectado en la sección del Río Gualcamayo, en las cercanías de Guandacol.

En cuanto a la edad de la unidad, Ortega et al. (1993) dan a conocer registros de graptolitos de las Zonas de *Isograptus victorie maximus* y *Glyptograptus tertiusculus*, asignando una edad dapingiana inferior a darriwiliana superior.

CUENCA ANDINA CENTRAL

Formación Santa Rosita

Las rocas cambro-ordovícicas se encuentran ampliamente expuestas en la Cordillera Oriental del noroeste argentino, el cual representa el sector ubicado más al sur de la gran Cuenca Andina Central, localizada al oeste y sudoeste del escudo de Brasil. En el área de Santa Victoria, la sucesión clástica del Cámbrico superior-Ordovícico Medio abarca alrededor de 3800 m de espesor y fue referida por Turner (1960) como la sección tipo del Grupo Santa Victoria, el cual está sub-dividido en la Formación Santa Rosita (Furongiano-Tremadociano superior) y la Formación Acoite (Floiano-Dapingiano inferior). Este grupo yace en discordancia sobre las limolitas y areniscas rojizas dominadas por mareas de edad cámbrica media (con dudas) del Grupo Mesón (Mángano y Buatois, 1999, 2004). Una correlación regional más precisa del Grupo Santa Victoria se ve obstaculizada por la superposición de eventos tectónicos y eustáticos, que resultan de un complejo patrón de facies y algunos hiatos estratigráficos (Astini, 2003, 2008; Moya et al., 2003; Buatois et al., 2006). Por ejemplo, en la Sierra de Tilcara, en el lado este de la Quebrada de Humahuaca, la Formación Santa Rosita fue dividida en seis miembros nombrados de base a techo, Tilcara, Casa Colorada, Pico de Halcón, Alfarcito, Rupasca y Humacha. La sucesión completa registra la alternancia de facies *offshore* inferior a *shoreface* con escenarios deltaico, estuarial y fluvial (Buatois y Mángano, 2003; Buatois et al., 2006). Estas unidades fueron identificadas también en la región de Azul Pampa (Such et al., 2007), al norte de la Sierra de Tilcara, y en la Quebrada del Salto Alto, al sur de la misma; mientras que en el área de Santa Victoria, distante aproximadamente 150 km al norte de Tilcara, los miembros mencionados anteriormente no han sido reconocidos. Allí, la Formación Santa Rosita consiste en alrededor de 1400 m de depósitos clásticos desde ambientes fluvio-estuarinos a plataforma abierta. La sucesión del Tremadociano superior expuesta al oeste del pueblo de Purmamarca fue referida a las “Lutitas Coquena” (Harrington, en Harrington y Leanza, 1957), la cual es equivalente temporal de la parte superior de la Formación Santa Rosita.

Los lingúlidos del Cámbrico superior descritos en este trabajo provienen de los niveles basales de la Formación Santa Rosita expuesta en Azul Pampa y en Quebrada del Salto Alto, cerca de Purmamarca (fig. 2.6). En la primera localidad, las capas fosilíferas

están expuestas a lo largo del corte de la Ruta Nacional 9, a 2 km al sudeste de Azul Pampa. Harrington y Leanza (1957) refirieron esta sucesión ordovícica a la “Arenisca Casayoc” y a la Formación Azul Pampa, esta última dominada por mudstones verdosos laminados portadores de fósiles del Tremadociano superior. Such et al. (2007) correlacionaron la parte inferior de la sucesión de Azul Pampa con los miembros Pico de Halcón y Alfarcito de la Formación Santa Rosita. La asociación monotípica de *Lingulella* sp. nov. Benedetto y Lavié 2017, descrita en Benedetto et al., 2017, está asociada con el trilobite *Parabolina* (*Neoparabolina*) *frequens*, un marcador bioestratigráfico del Furongiano presente en toda la Cuenca Andina Central. La Biozona de *Parabolina* (*Neoparabolina*) *frequens* se correlaciona parcialmente con las Biozonas de Conodontes *Cordylodus proavus* y *C. intermedius* (Zeballo et al., 2008; Zeballo y Albanesi, 2013). Los materiales estudiados fueron recuperados de un intervalo de 10 m de espesor compuesto por mudstones amarillo-verdosos a grises con laminación paralela, intercalados con delgadas capas de areniscas limosas que yacen a 50-60 m por encima de la base fallada de la sección. A pesar de que Such et al. (2007) atribuyen estas capas al Miembro Alfarcito, aquí se considera que las mismas pueden referirse al Miembro Casa Colorada, que junto con el Miembro Tilcara, está en parte expuestos inmediatamente al oeste de la Falla Yagua, poniendo en contacto la Formación Santa Rosita con el Grupo Mesón. La otra sección del Furongiano portadora de similares asociaciones dominadas por olénidos-*Lingulella*, está expuesta a lo largo de las cabeceras de la Quebrada del Salto Alto, tributario del Río Grande, justo en frente de la vieja estación de ferrocarril de Purmamarca (fig. 2.6). Los especímenes de *Lingulella* fueron recuperados de lutitas grises oscuras y limolitas del Miembro Casa Colorada (parte inferior de la Formación Santa Rosita), el cual de acuerdo con Buatois et al. (2006) fue depositada en un ambiente marino abierto de baja energía, interrumpido por corrientes de tormenta distales y esporádicas. Esta unidad refleja la primera gran inundación marina hacia la cuenca registrada en el Grupo Santa Victoria (Buatois y Mángano, 2003).

Los lingúlidos del área de Santa Victoria provienen de la parte superior de la Formación Santa Rosita (Fig. 2.6) expuesta en el Río de La Huerta, inmediatamente al oeste del pueblo de Santa Victoria. En esta localidad, las areniscas ricas en coquinas intercaladas con mudstones grises y marrones (nivel SVO-11, Toro et al., 2015, fig. 2.6),

contienen trilobites de la Biozona *Notopeltis orthometopa* del Tremadociano superior, *Palaeoglossa elongata* (Harrington), *Leptembolon argentinum* Benedetto y Muñoz, y algunos especímenes de *Broeggeria omaguaca* Benedetto y Lavié. El área de Nazareno está localizada aproximadamente a 30 km al sudoeste de la población de Santa Victoria. En dicha área, la parte superior de la Formación Santa Rosita está compuesta principalmente por lutitas negras y mudstones grises intercalados con finas capas de areniscas granulosas que presentan ondulaciones simétricas en el techo (Tortello y Esteban, 2014). Los intervalos de mudstones portan faunas diversas de trilobites y braquiópodos rinconelliformes (Benedetto, 2007; Tortello y Esteban, 2014), y contienen a la especie *B. omaguaca*. En base a la presencia de trilobites de la Zona *N. orthometopa* y conodontes de la Zona *Paltodus deltifer* hacia el tercio superior de la sucesión, la fauna es referida al Tremadociano superior (Manca et al., 1995; Giuliano et al., 2013).

Un espécimen bien preservado referido a *Leptembolon* sp. fue recuperado de areniscas del Tremadociano superior expuestas en la quebrada del Río San Alejo, en el Cordón de Lesser, aproximadamente a 35 km al noroeste de la ciudad de Salta. Estos niveles consisten en concentraciones de conchillas dominadas por el braquiópodo *Lesserorthis havliceki* Benedetto. Aunque la fauna de trilobites asociada sugiere una edad tremadociana superior, no se hallaron datos de graptolitos o conodontes que confirmen esta edad (Benedetto, 2007).

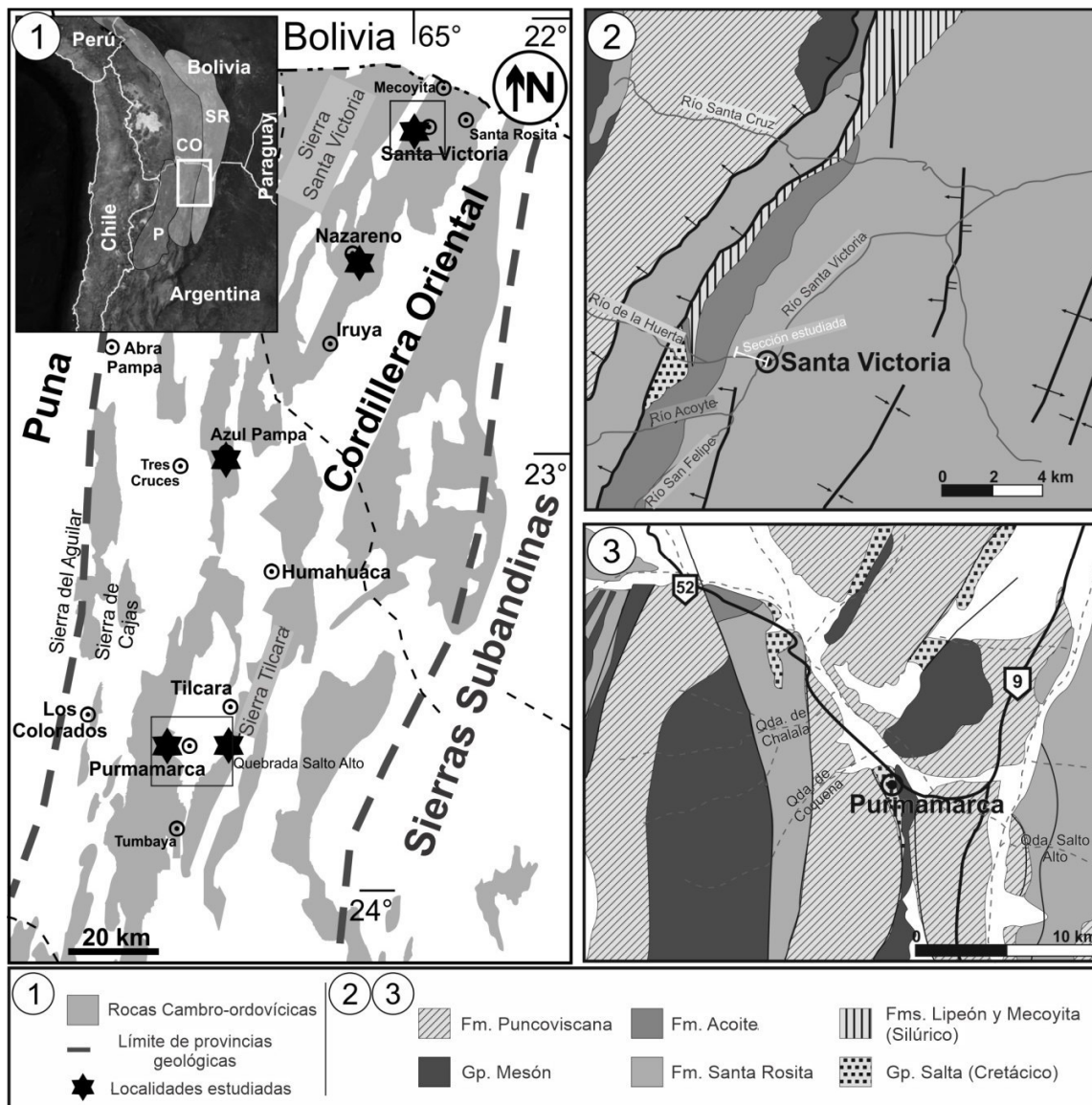


Fig. 2.6. (1) Localización general de las provincias geológicas de Cordillera Oriental (CO), Puna (P) y las Sierras Sub-Andinas (SR) (rectángulo superior izquierdo), y mapa de las rocas Cambro-Ordovícicas expuestas (gris), mostrando la ubicación de las localidades fosilíferas mencionadas en el texto (estrellas negras) y el mapa geológico (rectángulos negros) (modificado de Astini, 2003). (2) Mapa geológico del área de Santa Victoria (modificado de Toro et al., 2015). (3) Mapa geológico del área de Purmamarca (modificado de Coira y Zappettini, 2008).

SIERRA DE FAMATINA

Formación Suri

La Sierra de Famatina es una cadena montañosa que supera los 6000 m de altura localizada al oeste de las Sierras Pampeanas, y al nor-noreste del cinturón plegado de la Precordillera, la cual fue parte del terreno Cuyania, derivado de Laurentia en el Paleozoico temprano (Benedetto, 2004, y referencias allí citadas). El basamento de la cuenca de Famatina consiste en rocas metasedimentarias de bajo grado del Cámbrico medio-tardío, depositadas en la periferia del cinturón orogénico Pampeano (Collo et al., 2009). La sucesión volcano-sedimentaria superpuesta está ampliamente expuesta en el núcleo de la Sierra de Famatina en la Provincia de La Rioja, haciéndose menos continua y más deformada hacia el norte de la cuenca en el área de Chaschuil en la Provincia de Catamarca. Las rocas sedimentarias, volcano-sedimentarias y volcánicas famatinianas han sido interpretadas como un depósito de retroarco casi sincrónico con el emplazamiento del magmatismo derivado de la corteza a lo largo del margen pre-andino (Pankhurst et al., 1998; Dahlquist et al., 2005; Cisterna et al., 2017). En el área de los ríos Cachiyuyo-Saladillo de la Sierra de Famatina central, la sucesión de rocas marinas alcanza hasta 2000 m de espesor (Benedetto, 2003). Fue referida por Harrington y Leanza (1957) al Grupo Famatina, el cual se subdivide en las Formaciones Suri y Molles (fig. 2.7). La sucesión completa refleja una depositación de un alto gradiente, de plataforma mezclada silicoclástica y volcaniclástica (Mángano y Buatois, 1996, 1997; Astini y Benedetto, 1996; Astini, 1999; 2003; Mángano et al., 2002). En general, la Formación Suri muestra una tendencia a hacerse menos profunda hacia el techo; abarca desde lutitas oscuras depositadas en plataforma abierta de aguas deficientes en oxígeno a facies de plataforma somera. De base a techo se han reconocido las siguientes unidades informales (Astini y Benedetto, 1996): a) lutitas negras silicificadas; b) lutitas laminadas gris-azuladas; c) limolitas arenosas grises bioturbadas con nódulos calcáreos; d) areniscas verdosas y limolitas bioturbadas, de las cuales fueron colectados los braquiópodos que se describen en este trabajo (fig. 2.7). La Formación Molles se encuentra por encima de la anterior unidad, está compuesta de mudstones grises fosilíferos, tufas silicificadas y areniscas volcanogénicas. Ambas formaciones son muy fosilíferas y contienen braquiópodos rinconelliformes (Levy y

Nulló, 1980; Benedetto, 1994, 2003, 2013, 2018), bivalvos (Sánchez y Babin, 1993; Sánchez, 1997), trilobites (Harrington y Leanza, 1957; Vaccari et al., 1993; Vaccari y Waisfeld, 1994; Waisfeld y Vaccari, 2003), graptolitos (Toro y Brussa, 1997) y conodontes (Albanesi y Vaccari, 1994; Albanesi y Astini, 2000b). En lo que concierne a la edad, los graptolitos de las lutitas negras laminadas de la Formación Suri corresponden al Floiano medio a tardío registrando las Biozonas *Baltograptus deflexus* y *Didymograptellus bifidus* (Toro y Brussa, 1997), mientras que las capas de conchillas del techo de la Formación Suri, que contienen la fauna de lingúlidos que se describe, así como la base de la Formación Molles que se encuentra por encima, contienen conodontes referidos a la parte superior de la Biozona de *Oepikodus evae* de edad floiana tardía (Albanesi y Astini, 2000b). Albanesi y Vaccari (1994) reportaron conodontes de edad dapingiana en rocas expuestas en la zona más al norte de la cuenca en el área de Chaschuil (Miembro Loma del Kilómetro de la Formación “Suri”), pero su correlación con la localidad tipo de la Formación Suri aún permanece incierta.

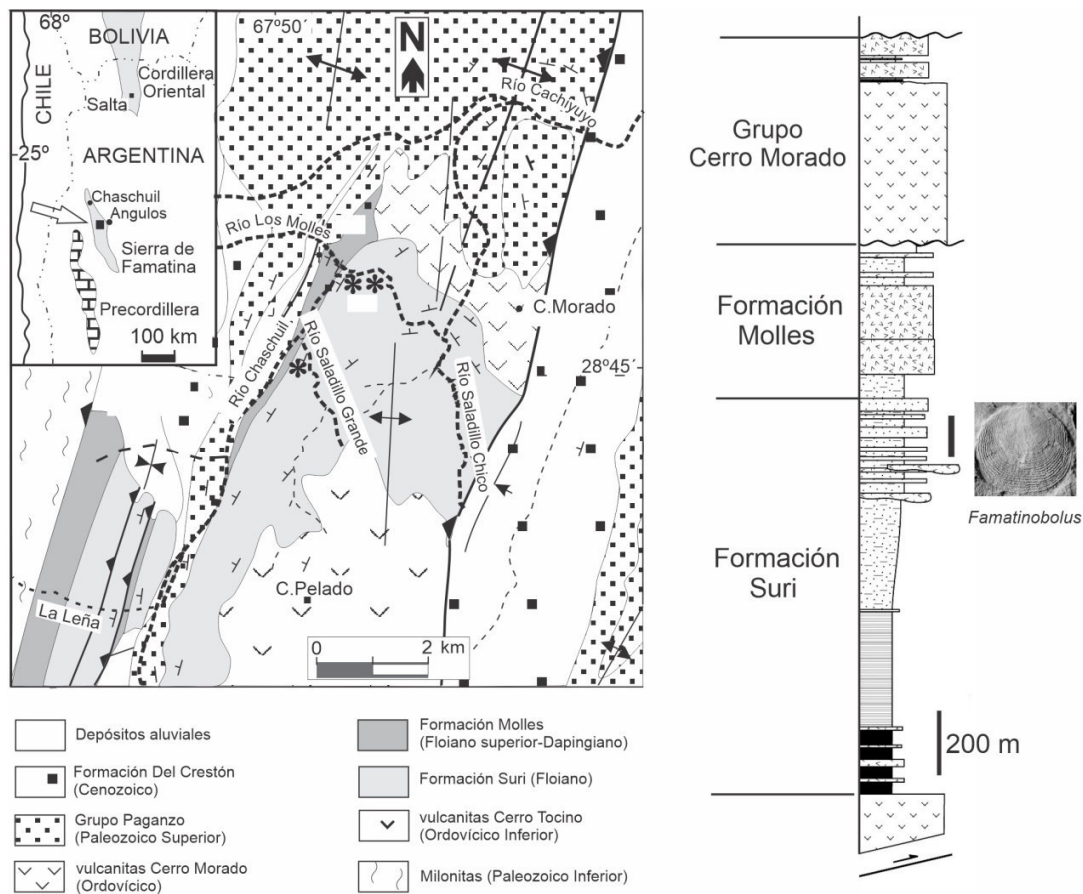


Fig. 2.7. Ubicación de la Sierra de Famatina y mapa geológico del área de estudio, mostrando las áreas de muestreo (asteriscos); la columna estratigráfica generalizada indicando el intervalo fosilífero con la distribución vertical de los taxones descritos (braquiópodo) en la parte superior de la Formación Suri (Tomado de Lavié y Benedetto, 2019).

CAPÍTULO III - METODOLOGÍAS

El material macroscópico estudiado (aquel cuyos caracteres diagnósticos pueden observarse a simple vista o utilizando lupa binocular), fue obtenido tanto en campañas realizadas durante el desarrollo de la presente tesis doctoral como en campañas previas, este último perteneciente a colecciones alojadas en el Centro de Investigaciones en Ciencias de La Tierra (CICTERRA), numeradas y conservadas bajo la sigla CEGH-UNC (Cátedra de Estratigrafía y Geología Histórica de la Universidad Nacional de Córdoba). El material considerado como “microbraquiópodos”, se recuperó en parte colecciones previas, que fueron procesadas en laboratorios del exterior. Otra parte, se recuperó de colecciones provistas por colegas del CICTERRA obtenidas del residuo de estudios realizados para conodontes; y se completó la colección estudiada con muestras obtenidas en distintos viajes de campo y procesadas en el marco de esta Tesis Doctoral.

Para la obtención de los “microbraquiópodos”, se procesaron muestras de rocas carbonáticas de entre 0.5 y 1kg (preferentemente obtenidas en niveles con evidencias de macrofauna) las cuales se disolvieron en ácido acético al 10% de concentración, siguiendo el procedimiento detallado por Jeppsson et al. (1985). Una vez disuelta la roca, los microfósiles se separaron del residuo insoluble (previamente tamizado) mediante el uso de pinceles (*picking*).

Las determinaciones genéricas y específicas del material, se llevaron a cabo con sus respectivas descripciones y posterior fotografiado e ilustrado; los macrofósiles fueron observados bajo lupa binocular Leica MZ75, que posee adosada una cámara digital Canon PowerShot S50, mientras que los microfósiles fueron fotografiados con microscopio electrónico de barrido Carl Zeiss - Sigma. Este último equipo se encuentra en el Laboratorio de Microscopía Electrónica y Análisis por Rayos X, que forma parte del Instituto de Física Enrique Gaviola (LAMARX – IFEG–UNC).

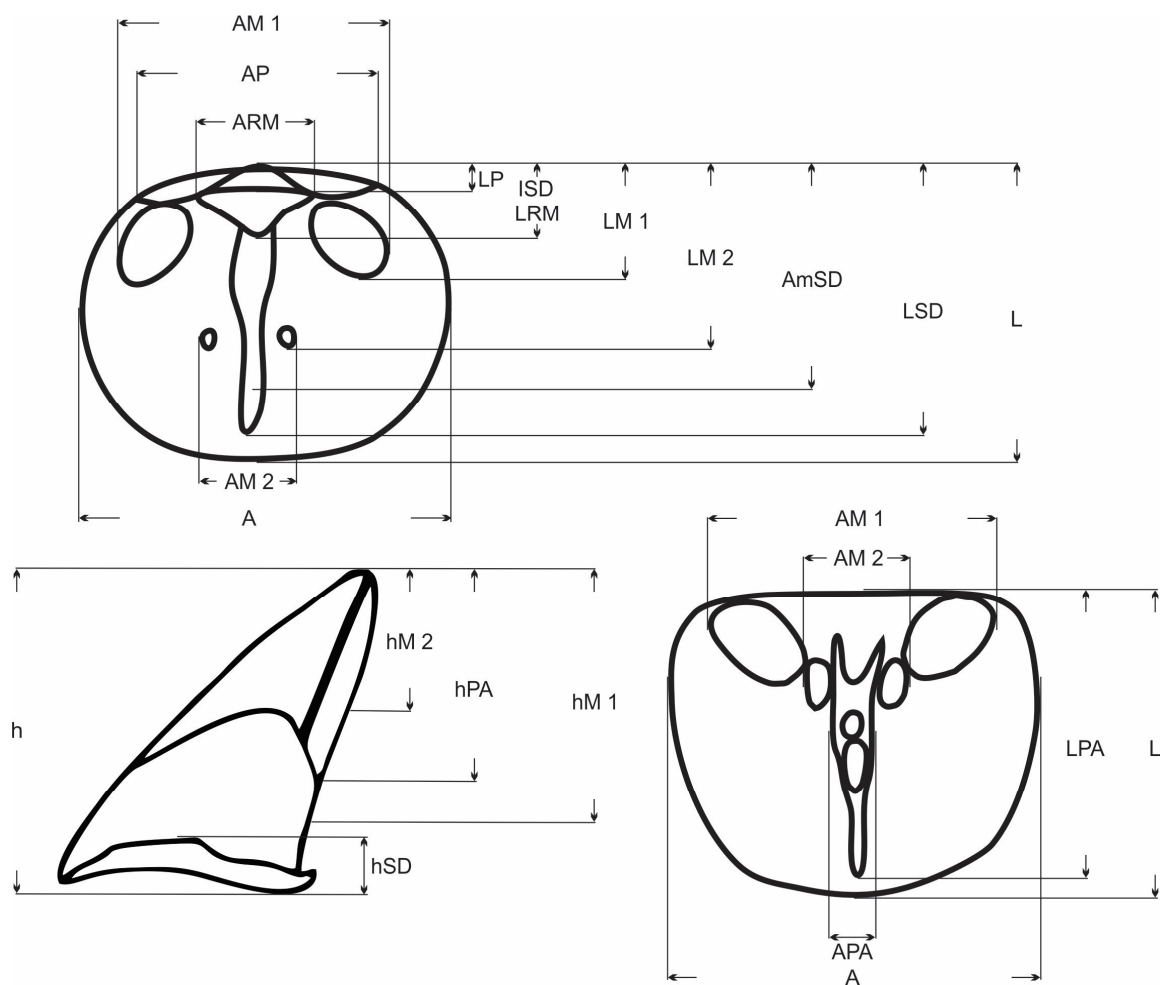


Figura 3.1: Ilustración esquemáticas de las de los interiores de las valvas dorsal y ventral, y una sección sagital a través de la conchilla completa de *Acrotreta subconica* Kutorga, señalando la localización de las principales medidas (Tomado y modificado de Holmer y Popov, 1994).

A-L-h= ancho, largo y altura máximos de la valva.

AP-LP= ancho y largo de la pseudointerárea dorsal.

APA-LPA-hPA= ancho, largo y altura del proceso apical.

LSD-hSD-ISD= largo, altura e inicio del septo medio dorsal.

AmSD= distancia a la que se encuentra la altura máxima del septo medio dorsal.

ARM-LRM= ancho y largo del refuerzo mediano.

AM 1-LM 1-hM 1= ancho, largo (dorsal) y altura (ventral) del campo muscular cardinal.

AM 2-LM 2-hM2= ancho, largo (dorsal) y altura (ventral) del campo muscular antero-central.

Glosario

A continuación, se describen algunos de los términos que serán utilizados en su mayor parte en la sección de sistemática, que forman parte del uso común en las descripciones de los braquiópodos linguliformes y craniiformes (Bassett, 2000, 2007; Holmer y Popov, 2000, 2007). También se explican términos que se mantuvieron con la gramática anglosajona, y los cuales resulta dificultosa su traducción al castellano.

Ápice: Primera parte que se forma de la valva, alrededor de la cual subsecuentemente crecerá la conchilla (término usualmente restringido a las valvas que tienen este punto ubicado central o subcentralmente).

Bastones septales: Proyecciones diminutas de número variable, presentes en el margen anterior del septo medio dorsal de algunos acrotrétidos.

Borde sub-periférico (subperipheral rim): Elevación de la capa secundaria de la conchilla, dispuesta dentro y concéntrica al margen de la valva.

Costa: Cresta radial que se forma por primera vez en la superficie externa de la conchilla, más comúnmente originándose desde la unión entre la conchilla bréfica y neánica.

Costellae: Crestas radiales en la superficie externa de la conchilla que se originan después de la *costa*, por bifurcación de *costa* o *costellae* existentes, o por intercalación entre costillas formadas más tempranamente.

Fila: Crestas finas concéntricas de persistencia variable que ornamentan la superficie externa de la conchilla.

Foramen peduncular: Perforación subcircular a circular de la conchilla por la cual el pedúnculo sale al exterior.

Inclinación de las pseudointeráreas (Fig.3.2).

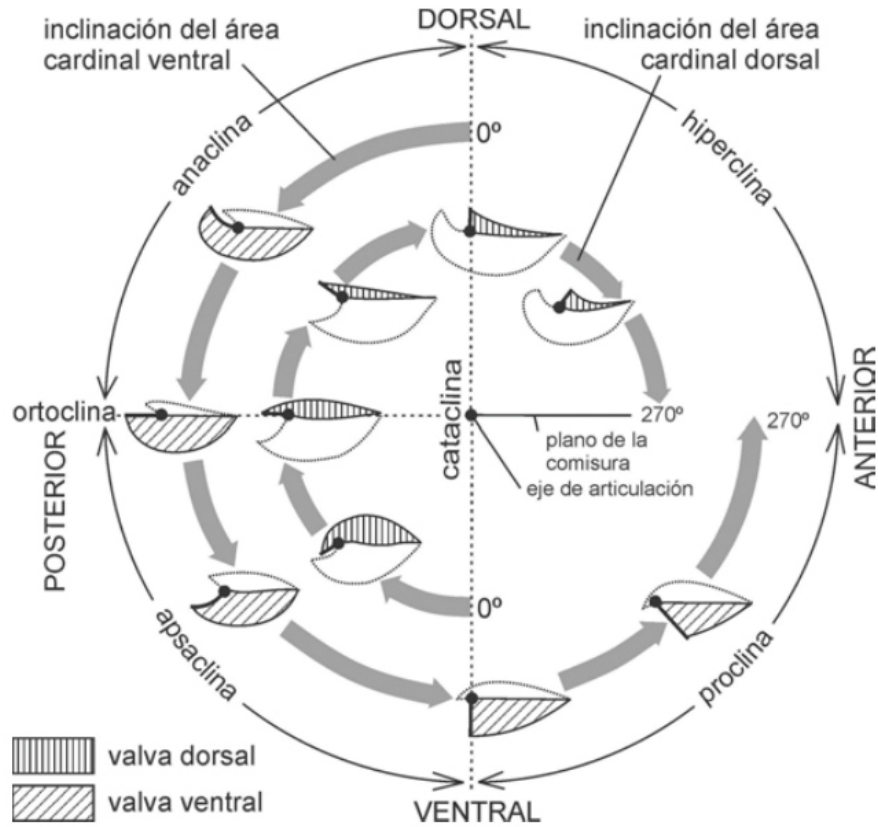


Figura 3.2. Diagrama representando las diversas inclinaciones de la pseudointerárea con respecto al plano comisural, para cada valva (tomado y modificado de Williams et al., 1997; Camacho y Longobucco, 2008).

Intercrecimiento (*intertrough*): Surco mediano, triangular y estrecho que divide la pseudointerárea ventral de algunos acrotretidos.

Intercresta (*interridge*): Cresta externa mediana presente en la pseudointerárea ventral de algunos acrotretidos.

Lamelas (de crecimiento): Excrecencias concéntricas de la conchilla depositadas por los márgenes retráctiles del manto.

Limbus: Margen aplanado interno de las valvas de inarticulados.

Líneas de flexura: Línea extendida desde el ápice hasta el borde anterior de ambas propáreas ventrales en algunos lingúlidos, marcada por una flexión de las líneas de crecimiento.

Median buttress: Proyección similar a una protuberancia en el extremo posterior del septo medio dorsal en algunos acrotrétidos, el cual puede haber sido el área de fijación del músculo umbonal.

Muesca peduncular (*pedicle notch*): Depresión pequeña y subtriangular, ubicada postero-medialmente en el *limbus* de paterúlidos; probablemente con función similar al surco peduncular.

Pits y micropits: depresiones y micro-depresiones cóncavas en la superficie de la conchilla, (entre 0.1µm y 0.1mm), caracterizándose por formar distintos tipos de disposiciones en la ornamentación de la conchilla, generalmente en número elevado y cubriendo toda la superficie de las valvas o sólo la conchilla metamórfica.

Proceso apical: Protuberancia variablemente desarrollada en la región umbonal de la valva ventral de algunos acrotrétidos, la cual probablemente servía como plataforma muscular y podía contener la parte interna del tubo peduncular.

Propáreas: Par de mitades subtrinagulares de la pseudointerárea dividido medialmente por distintas estructuras (e.g.: intercrecimiento, surco peduncular) de braquiópodos inarticulados.

Pseudointerárea: Parte posterior de la conchilla, a veces aplanado, de algunos braquiópodos inarticulados, secretado por el sector posterior del manto que no está fusionado a la valva opuesta.

Rastro peduncular: Engrosamiento localizado de la capa secundaria de la conchilla en el ápice de la valva ventral, que representa el rastro de migración anterior de la unión entre el epitelio peduncular y el externo.

Septo medio: Elevación estrecha y relativamente larga de la capa secundaria de la conchilla, comúnmente en forma de hoja de cuchillo; ubicado subyacente al piso de la

valva por flexiones persistentes altas y estrechas de la fábrica de la conchilla, originándose cerca de la capa primaria.

Sulco medio: Depresión mayor de la superficie de la valva dorsal, externamente cóncava en perfil transversal y radiando desde el umbón.

Surco peduncular: Surco subtriangular que divide la pseudointerárea ventral medialmente y proporciona un pasaje para el pedúnculo en muchos linguliformes.

Surmounting platform: Plataforma variablemente desarrollada a lo largo del margen postero-ventral del septo medio dorsal de algunos acrotrétidos.

Umbón: Porción apical de ambas valvas que contiene al ápice.

Vascula lateralia: Par de canales del manto localizado lateralmente desarrollado en ambas valvas de braquiópodos inarticulados.

Vascula media: Par de canales del manto en cualquiera de las valvas, localizado medialmente y proyectado anteriormente desde la pared del cuerpo.

Análisis paleobiogeográficos

La base de datos de braquiópodos inarticulados para el análisis aquí descripto incluye 74 géneros presentes en el Ordovícico Medio y Superior. La mayoría de los datos se obtuvieron de la PaleoBiology Data Base (<http://paleobiodb.org>) y se complementó con la base propuesta y utilizada por Popov et al. (2013) y Holmer et al. (2016); a su vez, se actualizó en base a reinterpretaciones sistemáticas y nuevas descripciones según varios autores (Benedetto, 2015; Mergl et al., 2015; Lavié y Benedetto, 2016, en prensa; Benedetto et al., 2017; Lavié et al. 2017, 2018, 2019; Lavié, 2018, Holmer et al., 2016, Benedetto y Muñoz, 2015). También se verificó la distribución espacio-temporal de cada género de acuerdo a la versión revisada y actualizada del *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Williams et al., 2000, 2007) y bibliografía más reciente.

Se analizó la información disponible mediante análisis multivariado (análisis de agrupamiento o *cluster analysis* y análisis de coordenadas principales PCoA) utilizando el

programa PAST 3.05 (Hammer et al., 2001). Para comparar las asociaciones, en el análisis de agrupamiento se eligieron índices que han sido utilizados anteriormente por otros autores. El índice Dice, también conocido como el coeficiente de Sorensen es utilizado para información binaria (ausencia –presencia) codificada como 0-1 y le da más peso a las apariciones conjuntas que a los desajustes; el índice Raup-Crick (Harper et al., 2013), que utiliza también información de presencia-ausencia con el procedimiento de Monte Carlo, compara el número observado de ocurrencias en las asociaciones con la distribución de co-ocurrencias de 1000 réplicas aleatorias de todas las muestras. Ambos análisis se realizaron mediante UPGMA (*unweighted pair group linkage*). Tal como otros índices, los utilizados aquí van de 0 (nula similitud) a 1 (idéntico). El análisis de coordenadas principales es un método de ordenación que busca los *eigenvalues* y los *eigenvectors* de una matriz que contiene la distancia entre todos los puntos de la base de datos. Los *eigenvalues* se obtienen para el primer y el segundo *eigenvector*, y estos valores se grafican en un sistema de coordenadas que muestra las relaciones (afinidad) entre los diferentes puntos (asociaciones faunísticas). Como es usual (cf. Benedetto et al., 2009; Harper et al., 2013), para determinar las afinidades paleobiogeográficas se excluyeron de los análisis estadísticos los taxones endémicos (presentes en una sola región).

Como información adicional, a continuación se muestran las matrices de distancia arrojadas por el análisis de componentes principales (Tablas 3.1-3.6).

	Coord 1	Coord 2	Coord 3	Coord 4	Coord 5	Coord 6	Coord 7
Bl. San Rafael	0.061112	-0.39473	-0.12999	-0.013924	0.17326	-0.78293	0.031443
Precordillera	0.23056	-0.039618	0.20791	-0.43117	-0.6508	-0.066598	0.23041
Nueva Zelanda	0.45662	0.56996	-0.17287	0.22088	-0.1657	-0.15036	-0.43767
Sur de China	-0.012155	0.21296	0.80875	0.19527	0.33121	-0.061633	0.19931
Perúnica	-0.45549	-0.15331	-0.089622	0.42802	-0.46049	0.064004	0.18872
Avalonia	-0.44326	0.53925	-0.28551	-0.31285	0.15554	0.035743	0.27774
Alborz	-0.44947	-0.1443	0.071347	-0.16936	0.090282	0.025789	-0.69077
Laurentia	0.25003	-0.15135	-0.26364	-0.34312	0.37527	0.20418	0.21979
Kazakhstania	0.16643	-0.12433	-0.27451	0.53611	0.15508	0.22329	0.18576
Báltica	0.19564	-0.31452	0.12813	-0.10987	-0.0036536	0.50851	-0.20473

Tabla 3.1. Matriz de distancias obtenida del PCoA con índice Dice, en base a taxones del Ordovícico Medio, utilizando la Precordillera y el Bloque San Rafael como regiones separadas.

	Coord 1	Coord 2	Coord 3	Coord 4	Coord 5	Coord 6
Bl. San Rafael	-0.31298	-0.075045	-0.14589	-0.025311	-0.63628	0.31623
Precordillera	0.018216	-0.31177	0.64142	0.05083	-0.31072	0.31623
Nueva Zelanda	0.70773	-0.14147	0.045343	-0.2749	-0.063049	0.31623
Sur de China	0.060615	-0.015713	0.2327	-0.19741	0.48505	0.31623
Perúnic	-0.19464	0.61099	0.078935	-0.22191	-0.20121	0.31623
Avalonia	0.33365	0.36399	-0.011456	0.55344	-0.002952	0.31623
Alborz	-0.26569	0.24974	0.093945	0.29972	0.3503	0.31623
Laurentia	-0.013496	-0.44248	-0.44268	0.45738	0.031144	0.31623
Kazakhstania	0.079882	0.086503	-0.54512	-0.42508	0.042093	0.31623
Báltica	-0.41328	-0.32475	0.0528	-0.21677	0.30563	0.31623

Tabla 3.2. Matriz de distancias obtenida del PCoA con índice Raup-Crick, en base a taxones del Ordovícico Medio, utilizando la Precordillera y el Bloque San Rafael como regiones separadas.

	Coord 1	Coord 2	Coord 3	Coord 4	Coord 5	Coord 6	Coord 7
Cuyania	0.30632	-0.26031	-0.083378	-0.19684	0.62566	0.40935	-0.24138
Nueva Zelanda	0.38597	0.6477	-0.062529	0.22408	0.29903	-0.37523	0.032733
Sur de China	-0.077034	0.16755	0.87401	-0.062271	-0.13822	0.23587	-0.092468
Perúnic	-0.41482	-0.24458	-0.10122	0.56197	0.21927	0.20647	0.2498
Avalonia	-0.48468	0.47762	-0.32854	-0.31151	-0.10814	0.26377	0.19775
Alborz	-0.41948	-0.23975	0.010619	-0.2082	0.10515	-0.63832	-0.43954
Laurentia	0.27841	-0.11996	-0.26695	-0.3928	-0.4146	0.14768	-0.10489
Kazakhstania	0.19942	-0.085457	-0.15294	0.52621	-0.49943	0.053222	-0.32408
Báltica	0.22588	-0.34283	0.11092	-0.14065	-0.088716	-0.30282	0.72207

Tabla 3.3. Matriz de distancias obtenida del PCoA con índice Dice, en base a taxones del Ordovícico Medio, utilizando el terreno Cuyania (Precordillera+Bloque San Rafael).

	Coord 1	Coord 2	Coord 3	Coord 4	Coord 5
Cuyania	-0.36728	0.36027	-0.15324	-0.52621	-0.45606
Nueva Zelanda	0.60823	0.33409	-0.33752	-0.12928	0.030867
Sur de China	0.029341	-0.037921	-0.26329	-0.23772	0.645
Perúnic	-0.078068	-0.59915	-0.25029	0.035669	-0.43882
Avalonia	0.42554	-0.26623	0.48385	-0.20643	-0.11245
Alborz	-0.19806	-0.34918	0.2975	-0.11641	0.30001
Laurentia	-0.080967	0.44436	0.58339	0.24264	-0.055983
Kazakhstania	0.14998	0.030013	-0.21712	0.68554	-0.14716
Báltica	-0.48872	0.083753	-0.14327	0.2522	0.23459

Tabla 3.4. Matriz de distancias obtenida del PCoA con índice Raup-Crick, en base a taxones del Ordovícico Medio, utilizando el terreno Cuyania (Precordillera+Bloque San Rafael).

	Coord 1	Coord 2	Coord 3	Coord 4	Coord 5	Coord 6
Báltica	0.033418	-0.44222	-0.19648	0.39429	0.37827	0.33333
Australia (NSW)	0.011947	0.56551	0.43025	0.33823	-0.064348	0.33333
Bohemia	-0.364	-0.24693	0.032192	0.09989	-0.23737	0.33333
Precordillera	0.78579	0.012774	0.17933	-0.29435	-0.046216	0.33333
Laurentia	-0.030249	-0.5219	0.49585	-0.032362	-0.097563	0.33333
Oeste de Gondwana	0.096317	0.020214	-0.51506	-0.3506	0.24511	0.33333
Sur de China	-0.36133	0.31044	0.16223	-0.23549	0.60918	0.33333
Avalonia	-0.30189	0.085054	-0.16656	-0.4346	-0.5416	0.33333
Kazakhstania	0.12999	0.21705	-0.42175	0.51499	-0.24547	0.33333

Tabla 3.5. Matriz de distancias obtenida del PCoA con índice Dice, en base a taxones del Ordovícico Superior.

	Coord 1	Coord 2	Coord 3	Coord 4
Báltica	0.42903	-0.38969	-0.1165	0.39766
Australia (NSW)	-0.46133	0.19848	-0.030274	-0.45137
Bohemia	0.052484	0.4293	0.50966	0.13971
Precordillera	-0.1279	0.44189	-0.64857	0.29682
Laurentia	0.63145	0.17616	0.071385	-0.32531
Oeste de Gondwana	-0.0017698	-0.00081743	-0.22148	0.082914
Sur de China	-0.37561	-0.17112	0.43685	0.47517
Avalonia	0.056161	-0.082468	0.17286	-0.34342
Kazakhstania	-0.20251	-0.60172	-0.17393	-0.27218

Tabla 3.6. Matriz de distancias obtenida del PCoA con índice Raup-Crick, en base a taxones del Ordovícico Superior.

CAPÍTULO IV - Sistemática Paleontológica

La clasificación sistemática descrita a continuación se ordena en base a la propuesta en el *Treatise on Invertebrate Paleontology, part H: Brachiopoda* (Bassett, 2000, 2007; Holmer y Popov, 2000, 2007).

Phylum BRACHIOPODA Dumeril, 1806

Subphylum LINGULIFORMEA Williams y otros, 1996

Clase LINGULATA Gorjansky y Popov, 1985

Orden LINGULIDA Waagen, 1885

Superfamilia LINGULOIDEA Menke, 1828

Familia OBOLIDAE King, 1846

Subfamilia OBOLINAE King, 1846

Género *Anomaloglossa* Percival, 1978

Especie tipo: *Anomaloglossa porca* Percival, 1978. Goonumbla Volcanics, New South Wales, Australia; Ordovícico Superior (Eastoniano).

Anomaloglossa sp.

Lám. VII, Figs. A-B

Material: Un espécimen con las valvas unidas CEGH-UNC 27302; tres moldes fragmentados como material adicional, no ilustrados.

Procedencia y edad: Quebradas Potrerillos y Las Plantas, sudoeste de Guandacol, Provincia de San Juan. Formación Las Plantas, Ordovícico Superior (Sandbiano).

Descripción: Conchilla comprimida, de gran tamaño dentro de la familia (el espécimen más grande alcanza 49 mm de largo y 38 mm de ancho); posee un contorno oval elongado, promediando una relación de largo/ancho 1.29, donde el ancho máximo se encuentra aproximadamente 57% del largo total de la conchilla; margen posterior ligeramente redondeado a subacuminado; márgenes laterales levemente convexos a subparalelos;

margen anterior ampliamente convexo. La valva ventral es levemente convexa; la región interna posterior posee *pits* bien diferenciados, dispersos irregularmente; el área visceral es de forma lanceolada, elevada sobre el piso de la valva, ocupando un tercio del ancho total y extendido aproximadamente hasta la mitad del largo total, formando dos crestas transversales que poseen débiles arrugas perpendiculares. La valva dorsal es aplanada, sin caracteres internos preservados. Ambas valvas están ornamentadas con simples y finas líneas de crecimiento concéntricas, y ondulaciones gruesas ampliamente espaciadas.

Discusión: El material estudiado se asemeja a la especie tipo *A. porca* del Ordovícico Superior de Nueva Gales del Sur, Australia, en poseer relativamente gran tamaño dentro de la familia, el contorno oval elongado, las valvas aplanadas a ligeramente convexas, la ornamentación de finas líneas concéntricas y la forma lanceolada del área visceral ventral. Sin embargo, ante la ausencia de información adicional de características de la valva dorsal y detalles de las cicatrices musculares, el material de la Formación Las Plantas se ha dejado en nomenclatura abierta. Otros dos registros, uno proveniente de la Formación Yinpingshan (Katiano superior del noroeste de China; Zhan et al., 2014) y otro proveniente de la Formación Los Azules (Darriwiliano de la Precordillera Argentina; Benedetto, 2015), son asignados con dudas al género *Anomaloglossa* debido a la ausencia de valvas ventrales. Ambos son comparables con el material aquí descrito en su contorno, en poseer un área visceral ventral con dos crestas débiles y en presentar una ornamentación similar, pero el espécimen de la Formación Las Plantas es dos veces más grande que el ejemplar de Precordillera, y entre ocho y diez veces más grande que el espécimen de China.

Género *Famatinobolus* Lavié y Benedetto, 2019

Especie tipo: *Famatinobolus cancellatum* Lavié y Benedetto, 2019; Cabeceras del Río Cachiyuyo, pendiente este de la Sierra de Famatina, Provincia de La Rioja, Argentina. Parte superior de la Formación Suri (Grupo Famatina), Floiano superior.

Diagnosis: Conchilla de contorno subcircular, inequivalva; conchilla postlarval con *pits* de interior cóncavo, transversalmente ovalados a romboidales, cercanos entre sí y dispuestos en un patrón quincuncial, juntándose y gradualmente perdiendo el patrón en la mitad anterior por la superposición de arrugas concéntricas prominentes. La pseudointerárea

ventral posee un surco peduncular estrecho y profundo; propáreas elevadas con líneas de flexura. Morfología dorsal desconocida.

Discusión: En su contorno subcircular y su conchilla postlarval fuertemente ornamentada, este nuevo género de obólido es similar a *Foveola* Gorjansky 1969; sin embargo, puede ser diferenciado de éste en tener un perfil de las valvas dorsibiconvexo y una pseudointerárea ventral con líneas de flexura bien desarrolladas. Ya que los interiores de ambas valvas de la especie tipo *F. maarduensis* Gorjansky 1969, y de la segunda especie nombrada *F. ivari* Holmer et al. 2017b, permanecen desconocidos, no puede hacerse otra comparación con caracteres internos. Por otro lado, la ornamentación del nuevo género *Famatinobolus* Lavié y Benedetto, 2019 difiere de *Foveola* en varios aspectos. La conchilla larval no es lisa como en *Foveola* pero está finamente ornamentada con *pits*; la conchilla postlarval está ornamentada con un arreglo de *pits* en un patrón divaricado bien definido, el cual difiere del patrón irregular pobremente divaricado de *Foveola*; cada *pit* en *Famatinobolus* es interiormente cóncavo en lugar de plano, y tienden a ser de contorno romboidal a suboval; adicionalmente, los *pits* están cercanos y separados entre sí por bordes con forma de cresta, que claramente difieren de los bordes amplios y planos vistos en *Foveola* (Holmer et al., 2017b, fig. 3). Una característica distintiva de la ornamentación de *Famatinobolus* es la presencia de arrugas concéntricas cada vez más prominentes, regularmente espaciadas y superimpuestas al patrón quincuncial de los *pits*; el resultado de esta interferencia se caracteriza por la coalescencia de *pits* adyacentes formando depresiones elongadas más o menos onduladas, limitadas por crestas fuertemente dispuestas en un patrón de zigzag, el cual es claramente visible en el tercio anterior de la valva. Este tipo de ornamentación de crestas onduladas irregulares en zigzag se asemeja al patrón de líneas aterrazadas divaricadas visto en westónidos, y probablemente cumpliendo la misma función de enterramiento (Savazzi, 1986; Mergl 1997, 2002). Varios tipos de ornamentación de *pits* son una característica recurrente dentro del phylum Linguliformea, estando presentes en algunos obólidos, elkánidos, discínidos y paterínidos (Wright 1981; Holmer et al. 2017b). Dentro de la subfamilia Obolinae, sin embargo, la ornamentación de *pits* podría tener una significancia filogenética, y se puede especular que *Foveola* y *Famatinobolus* son géneros cercanamente relacionados.

Famatinobolus cancellatum Lavié y Benedetto, 2019

Lám. XII, Figs. A-K

Material: Molde interno y externo de una valva ventral (Holotipo), CEGH-UNC 27314a y 27314b. Dos moldes externos de valvas ventrales (Paratipos), CEGH-UNC 27313 y 27315.

Procedencia y edad: Cabeceras del Río Cachiyuyo, pendiente este de la Sierra de Famatina, Provincia de La Rioja, Argentina. Parte superior de la Formación Suri (Grupo Famatina), Floiano superior.

Descripción: Conchilla de contorno casi circular, ligeramente convexa a plana en perfil lateral, con un largo máximo de hasta 20 mm; márgenes anterior y laterales ampliamente redondeados y margen posterior levemente acuminado. Superficie ventral interior con una pseudointerárea amplia que ocupa alrededor del 63% del ancho total, y posee una relación largo/ancho de 0.19. El surco peduncular es ancho, profundo y de forma triangular, ocupando un 10% del ancho de la pseudointerárea. Las propáreas son ortoclinas y elevadas por encima de la superficie interna de la valva, con líneas de flexura sigmoidales bien definidas. Los campos musculares anterocentrales son elevados, de contorno oval elongado y convergiendo hacia la línea media. El patrón de los canales del manto es baculado, corto pero bien definido. La ornamentación postlarval consiste en *pits* de superficie interna cóncava, transversalmente ovalados a romboidales, entre 6-7 por milímetro medidos en la zona media de la valva, variando entre 0.07 y 0.40 mm de diámetro; los *pits* incrementan en tamaño y profundidad hacia los márgenes de la valva, con una disposición quincuncial en la mitad posterior, juntándose y volviéndose gradualmente desorganizadas en la mitad anterior, hasta que se entrelazan con arrugas prominentes concéntricas irregularmente espaciadas, generando un conspicuo patrón en zigzag hacia la periferia. La valva dorsal está ausente.

Famatinobolus? sp.

Lám. XII, Figs. L-M

Material: Molde externo de una valva dorsal (?) CEGH-UNC 27316a.

Procedencia y edad: Cabeceras del Río Cachiyuyo, pendiente este de la Sierra de Famatina, Provincia de La Rioja, Argentina. Parte superior de la Formación Suri (Grupo Famatina), Floiano superior.

Descripción: Conchilla de tamaño mediano relativo para la familia, con un ancho máximo de 11 mm (inferido); es ampliamente oval, ligeramente convexa vista en perfil lateral, con la máxima profundidad en el tercio posterior. La ornamentación externa consiste en fuertes crestas agudas, que formando un patrón en zigzag bien definido en la región central de la valva, pero haciéndose más discontinuo e irregular hacia los flancos y el área umbonal. La longitud de onda de las crestas es de alrededor de 0.1 mm. Al menos seis líneas de crecimiento irregularmente espaciadas en la mitad anterior de la valva, cada una de ellas coincidiendo con un intervalo de 0.2-0.3 mm de ancho, poseen muy poca o carecen totalmente de ornamentación.

Discusión: A pesar de que la ornamentación es semejante a la de obólidos como *Westonia*, verdaderas líneas aterrazadas se encuentran ausentes. En su lugar, la superficie completa de la valva está cubierta por crestas en zigzag bien definidas, mostrando un patrón comparable al que se observa en las conchillas previamente descritas de *Famatinobolus cancellatum* Lavié y Benedetto, 2019, de la cual difiere en carecer de verdaderos *pits*. Los intervalos casi regulares con ornamentación imperceptible a lo largo de las líneas de crecimiento, también está presente en el género *Famatinobolus*. Ya que el único espécimen disponible yace en las mismas capas que *F. cancellatum*, la posibilidad de que represente una variación extrema dentro de la misma especie no se puede descartar, pero es necesaria la información de caracteres internos para dar una asignación taxonómica más precisa.

Género *Foveola* Gorjansky, 1969

Especie tipo: *Foveola maarduensis* Gorjansky, 1969. Maardu Quarry, norte de Estonia; Formación Leetse, Ordovícico Inferior (Floiano, Piso Regional Hunneberg).

Foveola sp.

Lám. VII, Figs. C-D

Material: Molde externo de valva dorsal CEGH-UNC 27303, una valva dorsal fragmentada CEGH-UNC 27304, y ocho valvas incompletas como material adicional (no ilustrado).

Procedencia y edad: Quebradas Potrerillos y Las Plantas, sudoeste de Guandacol, Provincia de San Juan. Formación Las Plantas, Ordovícico Superior (Sandbiano).

Descripción: La valva dorsal alcanza los 18mm de largo, la mitad posterior es convexa y su máximo espesor se encuentra aproximadamente a 42% del largo total desde el margen posterior; algunos especímenes poseen la región anterior aplanada en vista lateral. La región umbonal generalmente es redondeada, aunque hay ejemplares donde es acuminada. El contorno es casi circular a sub-oval, ligeramente más largo que ancho (la relación largo/ancho promedia 1.1, medida en seis especímenes). La ornamentación consiste en pequeños *pits* circulares a sub-circulares oscilando entre 0.065-0.14mm de diámetro, en número de 7 a 9 por milímetro medido en la mitad posterior de la valva, decreciendo en cantidad pero aumentando en tamaño y profundidad hacia los márgenes. Los *pits* se disponen en un patrón quincuncial no delimitado por costillas radiales. Se observan líneas de crecimiento concéntricas espaciadas irregularmente, alrededor de 7 por milímetro. Los caracteres dorsales interiores y la valva ventral son desconocidos.

Discusión: Por su contorno, perfil de la valva, distribución y morfología de los *pits* restringidos a la conchilla postlarval, el material se asigna al género *Foveola*. Aun así, como las características internas permanecen desconocidas, una asignación más específica es difícil. Los ejemplares también tienen semejanzas con otro género ornamentado con *pits*, *Trematis* Sharpe, 1848, que ha sido registrado en la Formación Trapiche de la Precordillera Argentina (Benedetto, 1999), y que comparte un contorno similar y *pits* que incrementan en tamaño hacia los márgenes. Sin embargo, *Trematis* difiere de *Foveola* en tener valvas más altas y más convexas, un ápice ventral sub-central y una estrecha muesca peduncular. Además, posee *pits* en la conchilla larval, los cuales en general presenta patrones regulares (e.g.: quincuncial, hexagonal, otros; Wright, 1963). Por el contrario, los *pits* en *Foveola* se disponen en un patrón radial sólo en la mitad posterior, haciéndose difuso hacia los márgenes. La especie de la Formación Las Plantas se asemeja a *F. ivari* Holmer, Popov, Ghobadi Pour, Zhang y Zhang, 2017, descripta para el Sandbiano de Estonia, en tener un

contorno redondeado a ligeramente triangular transversalmente y un perfil levemente convexo, en tener *pits* bien marcados, dispuestos en un patrón apenas divaricado, y presentar líneas asimétricas elevadas en la región umbonal. Sin embargo, como se menciona anteriormente, una comparación más detallada resulta difícil debido a la ausencia de ejemplares más completos.

Género *Leptembolon* Mickwitz, 1896

Especie tipo: *Obolus (Leptembolon) lingulaeformis* Mickwitz, 1896, p. 130, por designación original. Alrededores de Paldiski, norte de Estonia; Formación Leetse, Floiano.

Leptembolon argentinum Benedetto y Muñoz, 2015

Lám. X, Figs. A-D

Material: Diez ejemplares de la sección del Río La Huerta, CEGH-UNC 27019, 27021-27025, 27027-27030.

Procedencia y edad: Parte superior de la Formación Santa Rosita, sección estratigráfica del Río La Huerta, Santa Victoria, Provincia de Salta, NO de Argentina. Tremadociano superior.

Discusión: Los especímenes de Santa Victoria son casi indistinguibles del material tipo de *L. argentinum* proveniente de la Quebrada Humacha, en la Provincia de Jujuy (Benedetto y Muñoz, 2015), tanto en tamaño como en contorno de la conchilla, tienen una pseudointerárea ventral socavada anteriormente y mostrando líneas de flexura bien definidas, y la plataforma visceral ventral es ampliamente romboidal y ligeramente elevada. Además, la valva dorsal muestra unas cicatrices del músculo central similares en el contorno sub-oval elongado y en estar profundamente impresas.

Leptembolon sp.

Lám. X, Figs. E-F

Material: Molde interno de una valva ventral CEGH-UNC 18930.

Procedencia y edad: Areniscas (innominadas) a lo largo del Río San Alejo, Sierras de Cordón de Lesser, aproximadamente a 35 km al NO de la ciudad de Salta, Provincia de Salta. Tremadociano superior.

Discusión: La única valva ventral disponible se diferencia rápidamente de *L. argentinum* Benedetto y Muñoz, 2015, en tener una conchilla de contorno sub-circular, un surco peduncular más ancho, y una plataforma visceral ventral más elevada cuyo margen anterior tiene una corta prolongación en forma de lengua ubicada medialmente. En todas estas características, se asemeja a *L. lingulaeformis* (Mickwitz, 1896), del Floiano del norte de Estonia, de la cual difiere en tener una valva ventral más elongada (relación largo/ancho 1.26), una plataforma visceral más corta y un surco peduncular más profundo. Los caracteres internos de esta única valva ventral son comprables con los de *L. insons* (Barrande, 1879), del Tremadociano superior de Bohemia, pero ésta posee un contorno sub-oval más elongado (relación largo/ancho 1.6), mostrando el ancho máximo ubicado cerca de la mitad de la valva. El presente registro de *Leptembolon* sp. cerca de la Ciudad de Salta, aproximadamente a 140 km hacia el sur de Huacalera (la localidad tipo de *L. argentinum*) y a 275 km al sur del área de Santa Victoria, indica una amplia dispersión del género dentro de la Cuenca Andina Central.

Género *Libecoviella* Mergl, 1997

Especie tipo: *Lingula arachne* Barrande, 1879. República Checa, cuenca de Praga; Formación Třenice, Tremadociano.

Libecoviella aff. *tilcarensis* Benedetto y Muñoz, 2015

Lám. VIII, Figs. M-O. Lám. IX, Figs. A-B

Material: Dos valvas ventrales y una valva dorsal CEGH-UNC 26984-26986 de la Quebrada Chalala; un molde interno dorsal CEGH-UNC 27026 de Río de la Huerta, Santa Victoria.

Procedencia y edad: Formación Coquena, 12 m inferiores del miembro superior expuesto en la Quebrada Chalala, oeste de Purmamarca, Provincia de Jujuy; parte superior de la

Formación Santa Rosita, Río de la Huerta, Santa Victoria, Provincia de Salta. Ordovícico Inferior (Tremadociano superior).

Discusión: En el tamaño, contorno y ornamentación de la conchilla, los especímenes de la Formación Coquena son estrechamente comparables con *L. tilcarensis* Benedetto y Muñoz, provenientes del nivel casi contemporáneo Miembro Rupasca de la Formación Santa Rosita, expuesta en el área de Huacalera (Benedetto y Muñoz, 2015). Sin embargo, una asignación conclusiva no es posible, debido a que caracteres internos de la valva ventral permanecen desconocidos. Como en *L. tilcarensis*, el único molde interno de la valva dorsal presenta una corta pseudointerárea arcuada y levemente elevada, una *vascula lateralia* recta y divergente, y un par de cicatrices del músculo central sub-ovales y medialmente adyacentes. Además, la superficie interna posterolateral aparece con un gran número de *pits* como en *L. tilcarensis*.

Género *Lingulella* Salter 1866

Especie tipo: *Lingula davisii* M'Coy, 1851, por designación subsecuente de Dall, 1870, p. 159. Gwynedd, Gales; Cámbrico Superior (Serie Merioneth).

Lingulella sp. nov.

Lám. VIII, Figs. A-L

Material: Ocho valvas ventrales y cuatro valvas dorsales CEGH-UNC 27032-27041, de la parte baja de la Formación Santa Rosita, Azul Pampa; tres valvas ventrales y numerosos especímenes incompletos preservados en dos bloques, CEGH-UNC 27042 y 27043, de la Quebrada del Salto Alto, Provincia de Jujuy.

Procedencia y edad: Lutitas grises oscuras y limolitas de la parte baja de la Formación Santa Rosita expuesta en la RN 9 en un corte de ruta a 2 km al sureste de Azul Pampa; Miembro Casa Colorada de la Formación Santa Rosita en la Quebrada del Salto Alto, tributario este del Río Grande, justo en frente de la vieja estación de tren de Purmamarca, Provincia de Jujuy. Cámbrico Superior (Furongiano), Zona de *Parabolina* (*Neoparabolina*) *frequens*.

Descripción: La conchilla está moderadamente engrosada en la región posterior, sub-igual y levemente biconvexa a dorsibiconvexa; el ejemplar de mayor tamaño alcanza los 13mm de largo. La ornamentación consiste en *fila* de crecimiento cercanas entre sí en número de 18-20 por milímetro, junto con fuertes lamelas de crecimiento irregularmente espaciadas. La valva ventral posee un espectro muy variable de contorno, desde sub-circular a oval y elongado, sub-acuminado, siendo entre 103-118% tan largo como ancho (esta variación en la relación largo/ancho puede deberse a deformaciones tectónicas, así como también a variabilidad intraespecífica); el ancho máximo se encuentra en o por delante de la mitad de la valva. La pseudointerárea ventral es apsaclina, proporcionalmente grande, alcanzando medialmente el 14% del largo total de la valva, y extendiéndose a través de los márgenes posterolaterales un 43% del ancho total. Está dividida por un estrecho y profundo surco peduncular sub-triangular, aproximadamente dos veces más largo que ancho, alcanzando en su parte anterior un 10% del ancho total; las propáreas están elevadas sobre el piso de la valva, finamente estriadas y con líneas de flexura bien definidas. Detalles del interior están pobremente preservados; en un ejemplar se observan rastros de las cicatrices del músculo umbonal por delante de las líneas de flexura. En la superficie interior usualmente los *pits* no están presentes, pero sí lo están, quedan confinados al tercio posterior. La valva dorsal es ligeramente convexa, con el máximo espesor en la región umbonal. El contorno es elongado y sub-oval; dos ejemplares juveniles son 115% tan largos como anchos. La pseudointerárea dorsal es apsaclina, en forma de media luna, sin estar elevada sobre el piso de la valva y está interrumpida en la zona media, alcanzando un 8% tan larga como la valva en esta zona, y extendiéndose por los márgenes posterolaterales un 13% del ancho total; las propáreas están fina y débilmente estriadas, con líneas de flexura bien definidas. El área visceral dorsal no está engrosada. Está presente una cresta media delgada que se extiende hasta dos tercios del largo total. La *vascula lateralia* está fuertemente impresa, dispuesta periféricamente en los márgenes de la valva, en un principio divergen una de la otra 65°, pero las terminaciones anteriores se observan muy recurvadas medialmente; el punto de mayor amplitud de la *vascula lateralia* alcanza un 69% del ancho total de la valva; la *vascula media* no es visible. La superficie interior posee *pits* irregulares dentro del área que encierra la *vascula lateralia*.

Discusión: A pesar de que algunos ejemplares estudiados presentan una moderada distorsión tectónica y las cicatrices musculares permaneces inadecuadamente conocidos, el material puede referirse con confianza al género *Lingulella* Salter, siguiendo la diagnosis enmendada por Sutton et al. (2000a, 2000b). La presente especie difiere de *L. davisii* (M'Coy, 1851) en su contorno sub-circular a sub-oval, incluso sub-rectangular, en la pseudointerárea ventral más grande, y la *vascula lateralia* ventral localizada cerca de los márgenes y con las terminaciones anteriores fuertemente recurvadas hacia adentro. Algunas conchillas oval elongadas de las muestras de Argentina son comparables con *L. nicholsoni* (Callaway, 1877), del Tremadociano de Shropshire, Inglaterra (Owens et al., 1982; Sutton et al., 2000b), con la cual comparte tener una pseudointerárea ventral relativamente grande y la *vascula lateralia* dorsal dispuesta periféricamente. A pesar de estas similitudes, el espécimen aquí descrito es de contorno más redondeado, teniendo una relación largo/ancho de 1.03-1.18, mientras que en la especie inglesa varía entre 1.26 y 1.42. Además, en *L. nicholsoni*, el surco peduncular es proporcionalmente más largo y estrecho, y las propáreas ventrales no están elevadas del piso de la valva. *L. agaue* (Mergl y Kordule, 2008), del Cámbrico Medio (Drumiano) de Bohemia central, claramente difiere de *Lingulella* sp. nov. en su contorno elíptico, una pseudointerárea ventral transversalmente más estrecha, y un área visceral ventral mejor definida. La especie bohémica más joven (Floiano) *L. lata* (Koliha, 1924), en la cual, según Mergl (2002) probablemente representa un nuevo género de obólido, difiere de la especie argentina en su pseudointerárea dorsal considerablemente más larga (alrededor de 17% del largo total), y el surco peduncular más largo y estrecho. *L. hesperia* (Williams y Curry, 1985), del Floiano de Irlanda, claramente difiere en poseer un contorno mucho más elongado. Recientemente, Mergl et al. (2015) describen un pequeño obólido de capas del Furongiano del Noroeste de Argentina (ver igualmente comentarios sobre la edad en Muñoz y Benedetto, 2016) referido a *L.? melonica* Mergl y Herrera. Además de ser de menor tamaño (hasta 5mm de largo), esta especie difiere con el material descrito en su contorno más ovalado y la superficie exterior casi lisa, sólo mostrando estriaciones radiales en forma de cinta, superimpuestas a *fila* de crecimiento concéntricas. De acuerdo con Mergl et al. (2015), *L.? melonica* es más comparable en tamaño y contorno con la especie norteamericana *L. similis* (Walcott, 1898), del Cámbrico Superior (Robson y Pratt, 2007). Algunos especímenes del Tremadociano

inferior del Noroeste Argentino fueron adscriptos como *L. cf. ferruginea* (Salter, 1866), por Kayser (1897) y subsecuentemente a *L. ferruginea* Salter, por Harrington (1938). Sin embargo, una asignación genérica confiable no es posible debido a la falta de información de caracteres internos. Haciendo un balance, es probable que los especímenes del Furongiano aquí descriptos sean una nueva especie de *Lingulella* cercana a *L. nicholsoni*, pero una nominación formal aún es retenida hasta que ejemplares adicionales den a conocer más información acerca de la morfología interna.

Género *Lingulobolus* Matthew, 1895

Especie tipo: *Lingulella? affinis* Billings, 1872. Terranova, Canadá; Ordovícico Inferior.

Lingulobolus gnaltaensis

Lám. XVII, Figs. D-H

Material: Cuatro valvas ventrales CEGH-UNC 27450a, 27450b, 27452a, 27453, una valva dorsal CEGH-UNC 27452b, conchilla en vista externa CEGH-UNC 27451, provenientes de las “transfacies” en la sección del Río Gualcamayo. Más de 100 ejemplares preservados en concentraciones fosilíferas carbonáticas como material adicional (no ilustrado).

Procedencia y edad: Formación Gualcamayo, niveles por encima de la Formación San Juan, en las informalmente llamadas “transfacies”, en la sección del Río Gualcamayo, cercanías de Guandacol, Provincia de San Juan; Darriwiliano.

Descripción: Conchilla equibiconvexa, con la máxima convexidad en la mitad anterior de las valvas; posee un contorno sub-triangular en forma de gota, con los márgenes anteriores bien redondeados y el margen posterior acuminado, con un ángulo apical de 85° aproximadamente; el promedio de la relación largo/ancho es 1.24, con el ancho máximo ubicado en el tercio anterior de la valva. La ornamentación de ambas valvas consiste en finas líneas de crecimiento, y observándose en los ejemplares más grandes, fuertes lamelas concéntricas desarrolladas anteriormente; la ornamentación radial está ausente. Ambas pseudointeráreas están reducidas y son casi vestigiales. El interior de la valva dorsal posee un área visceral pobremente delineada, mostrando un par de cicatrices del músculo central, destacándose con distinta coloración al resto de la superficie interna; estas cicatrices se

ubican a cada lado de línea media de la valva, y están restringidas al tercio posterior. En la superficie interna de la valva ventral el área visceral también se encuentra poco visible, y no se observan marcas de cicatrices musculares. Ambos interiores presentan diminutos *pits* irregularmente distribuidos, pero la mayoría concentrados en la mitad posterior.

Discusión: El material estudiado se asigna a la especie *Lingulobolus gnaltaensis* (Fletcher, 1964) descrita para el Ordovícico Inferior de New South Wales, Australia (ilustrada recientemente por Percival y Engelbresten, 2007, p. 230, fig. 5), debido a las semejanzas en contorno, convexidad de las valvas, ornamentación, disposición de las cicatrices musculares y en poseer las pseudointeráreas vestigiales. Aunque los ejemplares también presentan similitudes externas con el género *Lingulella*, éste rápidamente se diferencia por poseer pseudointeráreas bien definidas, y presentar una cresta media interna dorsal que se extiende hasta la mitad de la valva. De acuerdo con Percival y Engelbresten (2007), *L. gnaltaensis* presenta similitudes en el contorno, la forma y el perfil de las valvas con la especie canadiense *L. spissus* (Billings, 1872), del Ordovícico Inferior de Newfoundland (material recientemente ilustrado por Holmer y Popov, 2000, p. 47), pero difiere en tener una pseudointerárea ventral bien definida y la presencia de un distintivo surco peduncular.

Género *Lithobolus* Mergl, 1996

Especie tipo: *Lithobolus plebeius* Mergl, 1996. Bohemia; Formación Klabava, Arenigiano.

Lithobolus limbatum Lavié y Benedetto, 2019

Lám. XIII, Figs. H-M

Material: Molde externo dorsal y su correspondiente molde interno (Holotipo) CEGH-UNC 27323a, 27323b. Molde interno ventral CEGH-UNC 27319; un exterior de la valva dorsal parcialmente decorticado CEGH-UNC 27322.

Procedencia y edad: Cabeceras del Río Cachiyuyo, pendiente este de la Sierra de Famatina, Provincia de La Rioja, Argentina. Parte superior de la Formación Suri (Grupo Famatina), Floiano superior.

Diagnosis: Conchilla sub-oval, biconvexa sub-igual, con el ancho máximo en el tercio anterior; ancho surco peduncular cóncavo y carente de líneas de flexura. *Limbus* plano a ligeramente cóncavo a lo largo de la periferia de ambas valvas.

Descripción: La conchilla es de paredes gruesas, alcanzando los 16mm de largo, biconvexa sub-igual; el contorno es sub-oval elongado, ligeramente más largo que ancho, con la máxima amplitud cerca del tercio anterior; la relación largo/ancho promedia 1.19; el margen anterior es uniformemente redondeado. La superficie de la valva está cubierta por finas líneas de crecimiento concéntricas y por lamelas de crecimiento irregularmente espaciadas confinadas a la mitad anterior. La pseudointerárea ventral está elevada del piso de la valva y ocupa alrededor de un 15% del largo total; la propáreas carecen de líneas de flexura y sólo presentan algunas líneas de crecimiento; ancho surco peduncular profundamente cóncavo con líneas de crecimiento indistintas. La superficie ventral interior presenta un área visceral de forma sub-romboidal y débilmente impresa, extendiéndose un 25% del largo de la valva. Las marcas paliales y la cicatrices musculares no son discernibles. La superficie interna está cubierta de *pits* variables, más largos en la región posterior y haciéndose más pequeños e indistinguibles anteriormente; y a lo largo de toda la periferia interna está presente un *limbus* ancho y aplanado. La pseudointerárea dorsal es estrecha, en forma de media luna, ligeramente elevada del piso de la valva y posee un surco peduncular poco profundo y pobremente definido. El interior dorsal presenta una cresta mediana estrecha que se desvanece en la mitad de la valva; el *limbus* dorsal es plano, alrededor de un tercio del ancho del *limbus* ventral, extendiéndose desde la pseudointerárea a lo largo de toda la periferia. No se distinguen las cicatrices musculares.

Discusión: La nueva especie de Famatina es asignada al género *Lithobolus* Mergl en base a la ornamentación sólo formada por lamelas y líneas de crecimiento, la pseudointerárea central carente de líneas de flexura, el ancho surco peduncular, y el área visceral pobremente definida. *L. limbatum* Lavié y Benedetto, 2019, difiere de *L. plebeius* Mergl, 1996, de la Formación Klabava en Bohemia, en su tamaño mayor, la conchilla biconvexa sub-igual proporcionalmente más ancha, y con la máxima amplitud en el tercio anterior en lugar de en la mitad (relación largo/ancho en la especie de Bohemia es en promedio 1.35 medido en especímenes ilustrados por Mergl 2002, pl. 5, figs. 8-14), líneas de crecimiento indistintas en el surco peduncular, y una pseudointerárea proporcionalmente más estrecha.

Otra característica distintiva en la especie famatiniana es la presencia de un *limbus* marginal plano a ligeramente cóncavo en ambas valvas el cual, aunque menos marcado, es comparable al observado en *Elliptoglossa* Cooper, 1956. Este carácter también es visible en el margen anterior de un pequeño espécimen ilustrado por Mergl (2002, pl. 5, fig. 14). La presencia de una pseudointerárea ventral bien desarrollada y un área visceral corta, evita que el material estudiado sea asignado a la subfamilia Elliptoglossinae.

Género *Palaeoglossa* Cockerell, 1911

Especie tipo: *Lingula attenuata* J. de C. Sowerby en Murchinson, 1839, por designación original, p. 641. Shropshire, Inglaterra; Formación Meadowtown, Sandbiano inferior (“Llandelio”).

Palaeoglossa elongata (Harrington, 1938)

Lám. IX, Figs. C-O

1938. *Obolus* (*Bröggeria*?) *elongatus* Harrington, p. 120, pl. 1, figs. 6–10.

1963. *Bröggeria elongata* Harrington, Castellaró, p. 136.

Material, procedencia y edad: Seis valvas ventrales y tres valvas dorsales CEGH-UNC 26996-27004 colectadas de la misma localidad y capas portadoras de *Obolus* (*Bröggeria*?) *elongatus* Harrington, correspondientes al miembro superior de la Formación Coquena en la Quebrada Coquena, Purmamarca, Provincia de Jujuy. El material adicional consiste en ocho valvas ventrales y dos dorsales CEGH-UNC 26987-26995 del intervalo inferior de fangos del miembro superior de la Formación Coquena expuesta en la Quebrada Chalala, aproximadamente 3km al oeste de Purmamarca, Provincia de Jujuy; cuatro valvas ventrales y ocho valvas dorsales CEGH-UNC 27005-27013, 27017-27018 y 27020 de la parte superior de la Formación Santa Rosita en el Río de la Huerta, área de Santa Victoria, Provincia de Salta; Tremadociano.

Diagnosis: Conchilla oval elongada a sub-triangular; valva ventral con una pseudointerárea extendida alrededor de 16% del largo de la valva; cicatrices musculares umbonales grandes, bien impresas, sub-ovales; septo dorsal largo y delgado, ocupando casi un 40% de la longitud de la valva.

Descripción: La conchilla es delgada, sub-igual y ligeramente biconvexa; los especímenes más grandes alcanzan 12.5 mm de largo, de contorno oval elongado a sub-triangular (relación promedio largo/ancho de la valva ventral 1.48); el ancho máximo se encuentra ligeramente más allá de la mitad de la valva; el margen anterior es casi semicircular y los márgenes posteriores tienden a estar en un ángulo de 80-90°. La ornamentación consiste en finas *fila* concéntricas uniformemente espaciadas en número de 20 por milímetro. La pseudointerárea ventral es relativamente larga, anaclina, socavada a lo largo de su borde anterior, ocupando hasta un 16% del largo total en la parte media y representando un 53% del ancho máximo. El surco peduncular es estrecho y profundo, liso y apenas expandido anteriormente, dos a tres veces más largo que ancho; las propáreas son triangulares y están finamente estriadas, aunque carecen de líneas de flexura, delimitadas posterolateralmente por un surco poco profundo. Las cicatrices del músculo umbonal son grandes y están fuertemente marcadas, de contorno elongado y sub-oval con los ejes mayores divergiendo anteriormente hacia los costados, y están ubicadas en las esquinas anterolaterales del surco peduncular. Ninguna otra cicatriz muscular es discernible, y el sistema vascular no está impreso. La superficie interna ventral posee pequeños *pits* dispersos casi confinados a las regiones central y posterolaterales. La pseudointerárea dorsal no se eleva sobre el piso de la valva, tiene forma de media luna con su porción media apenas convexa anteriormente; su superficie se encuentra finamente estriada pero carente de líneas de flexura; el largo promedio de la pseudointerárea alcanza 7.5% de la longitud total de la valva, y se extiende a lo largo de los márgenes posterolaterales un 32% del ancho máximo. El septo dorsal es largo y delgado, se origina por delante de la pseudointerárea y se extiende hasta alrededor del 60-70% del largo total. Las cicatrices musculares no son discernibles, excepto por una pequeña impresión de las cicatrices del músculo anterior lateral, donde en la terminación de éstas, largos y estrechos rastros crecen adyacentes al septo medio. El área visceral dorsal no está engrosada, y el sistema vascular no está preservado. Regiones central y posterior de la valva con pequeños *pits* dispuestos de forma irregular.

Discusión: Harrington (1938) propone una nueva especie *Obolus (Bröeggeria?) elongatus*, basada en algunos exteriores recuperados de la Quebrada de Coquena. Estos fueron diferenciados de *Broeggeria salteri* (Holl) (asignado a *B. omaguaca* en Bendetto et al., 2017) hallados en capas contemporáneas expuestas en la quebrada de Chalala (adyacente a

Coquena), en tener una conchilla de contorno oval y elongado. Sin embargo, la especie no puede ser retenida dentro del género *Broeggeria*, ya que carece de caracteres diagnósticos como son los campos viscerales engrosados, la ornamentación postlarval compuesta de finos *pits*, y las propáreas ventrales con líneas de flexura bien definidas. Esto, junto con las características internas débilmente impresas, excepto por las cicatrices del músculo umbonal ventral y la presencia de un largo y estrecho septo dorsal, permite asignar estos especímenes al género *Palaeoglossa* como fue definido por Sutton et al. (1999). Tanto en el contorno y la relación largo/ancho, el presente espécimen es comparable a la especie tipo *P. attenuata* (J. de C. Sowerby, en Murchinson, 1839) del Darriwiliano tardío (piso regional Llandeilo) de Inglaterra, pero difiere en tener una pseudointerárea ventral proporcionalmente más larga, una cicatriz del músculo umbonal ventral más larga, un septo medio dorsal mejor definido y *fila* concéntricas más conspicuas. *P. elongata* (Harrington) también se asemeja a *P. petalon* (Davidson, 1868) (= *P. myttonensis* Williams, 1974, de acuerdo con Sutton et al., 1999) del Floiano-Dapingiano de Inglaterra, del cual difiere en su pseudointerárea ventral más corta, las cicatrices del músculo umbonal ventral más grandes y mejor definidas, y una ornamentación concéntrica más prominente. La especie australiana *P. yarrimbahensis* Percival and Engelbretsen, 2007, claramente difiere de *P. elongata* en el contorno de la conchilla ovoide y elongado, en la pseudointerárea ventral más corta, y la ausencia de un septo medio dorsal. El otro registro existente de *Palaeoglossa* en Argentina es *P. minima* Benedetto, 2015, presente en pelitas negras del Darriwiliano de la Precordillera. Esta última especie puede distinguirse de *P. elongata* en tener un tamaño considerablemente menor (largo máximo 4.7 mm), una ornamentación concéntrica menos conspicua, una pseudointerárea ventral ligeramente más corta con un surco peduncular de bordes paralelos, y las cicatrices del músculo umbonal ventral son más pequeñas.

Palaeoglossa minima Benedetto, 2015

Lám. XVII, Figs. A-C

Material: Una valva ventral CEGH-UNC 27448 y una valva dorsal CEGH-UNC 27449, ilustradas. 10 valvas dorsales y 12 ventrales como material adicional, no ilustradas. provenientes de las “transfacies” en la sección del Río Gualcamayo.

Procedencia y edad: Formación Gualcamayo, niveles por encima de la Formación San Juan, en las informalmente llamadas “transfacies”, en la sección del Río Gualcamayo, cercanías de Guandacol, Provincia de San Juan, Darriwiliano.

Descripción: La conchilla es equibiconvexa, presentando valvas de igual tamaño, que alcanzan un máximo de 3.5 mm de largo y 2.3 mm de ancho; posee un contorno oval elongado, ligeramente subtriangular, promediando un relación largo/ancho de 1.47, con el ancho máximo localizándose en la mitad de la valva; el margen anterior es redondeado, los márgenes laterales son ligeramente convexos y paralelos; el margen posterior es ligeramente acuminado. Las pseudointeráreas no son visibles. La ornamentación consiste en finas líneas de crecimiento concéntricas. Ambas valvas presentan internamente *pits* esparcidos en la superficie. La valva dorsal posee un área visceral poco delineada, mostrando una débil impresión de la cicatriz del músculo umbonal ubicada en el tercio posterior de la valva por delante del ápice, la cual se bifurca en dos delgadas proyecciones anteriores casi imperceptibles, hasta la ubicación medial de las cicatrices de los músculos centrales, localizadas una a cada lado de la línea media, presentando un contorno ovalado. No hay características visibles en la superficie interna de la valva ventral.

Discusión: A pesar de no poseer ejemplares donde se observe la pseudointerárea para una mejor comparación, el material de la Formación Gualcamayo es referido a *Palaeoglossa minima* Benedetto, 2015, debido a sus semejanzas en la relación largo/ancho, márgenes redondeados y contorno subtriangular, ornamentación de líneas concéntricas, *pits* en la superficie interna de ambas valvas y similar contorno de las cicatrices musculares. Adicionalmente, el material descrito por Benedetto (2015) proviene de la Formación Los Azules, que es correlacionada y parcialmente equivalente (Astini, 1994a, b) a la Formación Gualcamayo, depositadas hacia el este y norte de la cuenca de Precordillera, con una litología alternante entre calizas y lutitas negras en la base. De la misma manera que los especímenes de la Formación los Azules, los ejemplares descritos poseen similitudes con el género *Lingulella* Salter, 1866 en su contorno y presencia de *pits* en la superficie interna de la conchilla, pero, como sugiere Sutton et al. (1999), esta última característica no posee una significancia taxonómica muy clara.

Luthieria gen. nov.

Especie tipo: *Luthieria diminuta* sp. nov.

Etimología: Dedicado al grupo argentino musical-humorístico Les Luthiers.

Diagnosis: Obólido aproximadamente equibiconvexo, de contorno subcircular, valvas relativamente gruesas y de pequeño tamaño, nunca superando los 0.4 mm de largo; ambas pseudointeráreas ortoclinas, la ventral con propáreas poco delimitadas y la dorsal con propáreas vestigiales a ausentes; surco o rastro peduncular ausente. Cicatrices musculares y área visceral imperceptibles. Ornamentación postlarval formada por líneas de crecimiento concéntricas, microornamentación postlarval ausente.

Discusión: *Luthieria* gen. nov. se asemeja externamente en la forma general a gran parte de los miembros pertenecientes a la subfamilia Obolinae, pero posee la particular característica de tener un tamaño muy pequeño en los ejemplares adultos, lo cual lo diferencia claramente de géneros como *Lingulobolus* Matthew, 1895, *Anomaloglossa* Percival, 1978, *Agalatassia* Popov y Holmer, 1994, y otros obólidos de tamaño mediano a grande. *Obolus* von Eichwald, 1829, presenta un contorno y ornamentación similares a *Luthieria* gen. nov., pero puede diferenciarse en presentar la pared de la conchilla relativamente más delgada y un tamaño mucho más grande (Popov et al., 1989). Los géneros *Schmidtites* Schuchert y Le Vene, 1929, y *Ungula* Pander, 1830, además de presentar un tamaño mayor que los distingue rápidamente, se diferencian de *Luthieria* gen. nov. en poseer un campo visceral ventral fuertemente impreso. *Pidiobolus* Mergl, 1995, del Ordovícico Inferior y Medio de las Formaciones Mílina y Klavaba en la región de Bohemia Central, fue originalmente descrito a partir de moldes dentro de la subfamilia Obolinae, en base a sus características generales de un obólido típico, pero diferenciándolo del resto de los géneros por su pequeño tamaño, el cual no supera los 2mm en los adultos; *Pidiobolus* se asemeja a *Luthieria* gen. nov. en su contorno subcircular, en la ornamentación postlarval compuesta de finas líneas de crecimiento concéntricas, y en presentar una gruesa pared de la conchilla en relación al tamaño. Sin embargo, *Pidiobolus* es hasta cuatro veces más grande que *Luthieria* gen. nov., posee una pseudointerárea ventral con un surco peduncular y una pseudointerárea dorsal con un surco mediano bien marcados. Adicionalmente, aunque externamente ambos géneros son similares, Mergl (2001) describe nuevos especímenes

provenientes de las mismas formaciones de la única especie del género, *P. minimus* Mergl, 1995, reasignándolo a la familia Zhanatellidae debido al hallazgo de valvas libres, las cuales presentan una microornamentación de finos *pits* en la superficie externa, carácter diagnóstico de esta familia; *Luthieria* gen. nov. carece de este tipo de microornamentación, presentando una superficie externa lisa.

Luthieria diminuta sp. nov.

Lám. XVI, Figs. J-T

Etimología: Del latín *diminutus*, que significa “extremadamente pequeño”

Material: Una valva ventral CEGH-UNC 27441 (paratipo), una valva dorsal CEGH-UNC 27440 (paratipo) y cinco ejemplares con las valvas unidas ilustrados CEGH-UNC 27435-27437 (paratipos), CEGH-UNC 27438 (holotipo), 27439 (paratipo), provenientes de la sección Quebrada de la Brecha, provincia de San Juan . 35 valvas ventrales, 46 dorsales, y 50 ejemplares con las valvas unidas como material adicional, no ilustrado.

Procedencia y edad: Últimos 50 cm del techo de la Formación San Juan (Darriwiliano), en la sección Quebrada de la Brecha, Provincia de San Juan.

Diagnosis: Igual que para el género.

Descripción: Conchilla fuertemente biconvexa, de tamaño muy pequeño, nunca superando los 0.4mm de largo en ejemplares adultos, y con una pared gruesa en relación a su tamaño. Las valvas son de contorno subcircular, presentando una relación largo/ancho de aproximadamente 0.88, con el ancho máximo ubicado en la mitad de la valva. En perfil lateral, la conchilla es equibiconvexa, con la máxima curvatura ubicada hacia la mitad posterior. Los márgenes anterior y laterales son bien redondeados; el margen posterior contiene al ápice ligeramente recurvado hacia atrás, y forma un ángulo de alrededor de 130°. La pseudointerárea ventral es ortoclina a ligeramente apsaclina, con propáreas lisas y poco definidas; ocupa menos de un tercio del ancho total de la valva, y no hay evidencia de un surco peduncular. La pseudointerárea dorsal es relativamente más pequeña que la ventral, ortoclina, con las propáreas muy reducidas o ausentes, sin evidencia de un surco medio. La conchilla metamórfica se encuentra poco delineada, ubicada en el ápice, presentando un contorno subcircular, promediando un ancho de 40 μ m; la ornamentación

larval consiste en pequeños tubérculos dispuestos radialmente que se extienden hasta el borde donde comienza la ornamentación de la conchilla adulta; esta ornamentación consiste en líneas de crecimiento bajas y concéntricas de tamaño desigual, generalmente más distintivas en la región posterior, donde puede formar *fila* concéntricas, mientras que hacia la región anterior se hacen menos visibles. La superficie externa de la conchilla es lisa, sin presencia de microornamentación.

Subfamilia GLOSSELLINAE Cooper, 1956

Género *Glossella* Cooper, 1956

Especie tipo: *Glossella papillosa* Cooper, 1956, por designación original. Alabama, Estados Unidos; Formación Pratt Ferry, Ordovícico Medio (Darriwiliano tardío).

Glossella cuyanica Lavié y Benedetto, 2016

Lám. I, Figs. A-N

Material: Un ejemplar con las valvas unidas CEGH-UNC 26922 (Holotipo). Un ejemplar completo en posición de vida, dos valvas dorsales y cuatro valvas ventrales CEGH-UNC 26932-26929.

Procedencia y edad: parte superior de la Formación San Juan (Darriwiliano), en el Cerro Viejo (Quebrada de los Gatos) y el Cerro La Chilca, Provincia de San Juan, Precordillera del centro-oeste de Argentina.

Diagnosis: Conchilla dorsibiconvexa elongada, de contorno suboval; valva dorsal con un par de carenas redondeadas que se desvanecen anteriormente; pseudointerárea dorsal reducida o ausente. Ornamentación compuesta por diminutas papilas en forma gota o cuña, dispuestas en filas radiales número de cinco a ocho por milímetro, separándose entre sí hacia los márgenes laterales, no distinguibles en la región umbonal ni en el tercio anterior de la valva.

Descripción: La conchilla es dorsibiconvexa con un contorno suboval elongado (relación largo/ancho 1.80); el espécimen de mayor tamaño alcanza 14mm de largo y 9.3mm de ancho, ubicándose el ancho máximo ligeramente por delante de la mitad de la valva. El

margen anterior es redondeado, y los márgenes laterales levemente curvados. La pseudointerárea ventral es ortoclina con un surco peduncular ancho y de forma triangular. La valva dorsal tiene el margen posterior engrosado, y la pseudointerárea dorsal se encuentra casi ausente. Un par de carenas bajas y redondeadas se hallan variablemente desarrolladas en el tercio posterior, desvaneciéndose hacia la mitad de la valva. La superficie de la conchilla posee diminutos gránulos o papilas dispuestas en filas radiales, que se separan hacia los márgenes, oscilando entre cinco y ocho por milímetro. Los gránulos son pequeños, con forma de corazón y densamente agrupados en la sección media, tornándose en forma de gota o cuña hacia los márgenes, con la inclinación más pronunciada orientada hacia adelante y la más suave orientada hacia atrás, donde oscilan entre 20-24 por milímetro en los flancos laterales de la valva; los gránulos son poco distinguibles en la región umbonal y en el tercio anterior de la valva, donde sólo se distinguen finas líneas de crecimiento cercanamente espaciadas. La valva dorsal posee una débil cresta mediana relativamente larga.

Discusión: La especie de la Precordillera se asemeja a *Glossella livida* Krause y Rowell, 1975, del Darriwiliano de Nevada, en su perfil dorsibiconvexo, la valva dorsal con un margen posterior engrosado y carente de pseudointerárea, y el patrón de ornamentación de papilas dispuestas radialmente, las cuales están ausentes en la regiones umbonal y anteromedial. La principal diferencia con la especie norteamericana yace en el tamaño relativo de la valva, siendo la especie argentina de dos a tres veces más grande; asimismo, *G. livida* posee una conchilla más elongada y de contorno completamente ovalado, y una valva dorsal sin carenas. La especie *G. liumbona* Cooper, 1956 (Formación Bromide, del Sandbiano superior de Oklahoma), se asemeja a *G. cuyanica* en poseer una conchilla dorsibiconvexa y subovalada, pero difiere en que las filas radiales de gránulos se encuentran en toda la superficie de la valva, incluyendo el tercio anterior; adicionalmente, en *G. liumbona* el contorno tiende a ser subrectangular y más elongado (relación largo/ancho 1.98). La especie tipo *G. papillosa* Cooper (Formación Pratt Ferry, del Darriwiliano de Alabama), es bastante similar a *G. cuyanica* en el tamaño y contorno de la conchilla, pero los gránulos se encuentran presentes sobre toda la superficie, como en *G. liumbona* y, además, las filas radiales se encuentran más cercanas entre sí que en la especie argentina. *G. pulcherrima* (Reed, 1917) del Sandbiano de Escocia (Williams, 1962), puede

ser diferenciada de *G. cuyanica* por la disposición equidistante de las filas radiales de papilas (en lugar de separarse entre sí hacia los márgenes) y la ornamentación también está presente en la región anterior de la conchilla.

Glossella sp.

Lám. XIV, Figs. A-C

Material: Dos valvas dorsales parcialmente exfoliadas CEGH-UNC 27317 y CEGH-UNC27324.

Procedencia y edad: Cabeceras del Río Cachiyuyo, pendiente este de la Sierra de Famatina, Provincia de La Rioja, Argentina. Parte superior de la Formación Suri (Grupo Famatina), Floiano superior.

Descripción: La conchilla es pequeña (el ejemplar más largo alcanza los 9mm de largo y 6mm de ancho), de contorno oval elongado, con una relación largo/ancho promediando 1.63. El margen anterior es uniformemente redondeado; los márgenes laterales son ligeramente curvados, sub-paralelos. Las valvas son apenas convexas, con el máximo espesor en el tercio posterior, y el ancho máximo se encuentra por delante de la línea media. La pseudointerárea dorsal no se diferencia. La ornamentación consiste en diminutas papilas en forma de gota, en hileras radiales y concéntricas, la cuales están mejor definidas en los márgenes laterales, agrupándose más densamente y siendo más pequeñas en la región central de la valva; en los márgenes, las filas se encuentran en número de 23-25 por milímetro, cada una portando entre 20-22 papilas por milímetro. Las características internas son desconocidas.

Discusión: Esta rara forma se asigna al género *Glossella* principalmente por la distintiva ornamentación de papilas con forma de gota dispuestas en filas radiales, y por la ausencia de pseudointerárea dorsal. El único espécimen disponible, sin embargo, no es suficiente para hacer comparaciones detalladas a nivel de especie. La especie tipo *G. papillosa* Cooper, 1956, difiere en ser de mayor tamaño y presentar el ancho máxima ubicado más anteriormente. La especie famatiniana tiene semejanzas por su pequeño tamaño elongado y los márgenes laterales paralelos, con la especie *G. liumbona* Cooper, 1956, del Sandbiano

de Norteamérica. La especie *G. cuyanica* Lavié y Benedetto, 2016, del Darriviliano de la Precordillera Argentina, difiere en su mayor tamaño, valvas más convexas, la ornamentación indistinta en la región media, y las filas de papilas radiales se encuentran más espaciadas entre sí (hasta ocho por milímetro). *G. pulcherrima* (Reed, 1917), del Sandbiano de Escocia (Williams, 1962), se asemeja al presente material en su pequeño tamaño, la disposición equidistante de las filas de papilas junto con la superficie completamente ornamentada, pero difiere en tener dichas filas más cercanas entre sí (hasta 33 por milímetro).

Género *Rafanoglossa* Havlíček, 1980

Especie tipo: *Lingula impar* Barrande, 1879. República Checa; Formación Dobrotiva, Ordovícico Medio a Superior.

Rafanoglossa sp.

Lám. XIV, Figs. D-G

Material: Molde externo e interno de una valva dorsal CEGH-UNC 27321.

Procedencia y edad: Cabeceras del Río Cachiyuyo, pendiente este de la Sierra de Famatina, Provincia de La Rioja, Argentina. Parte superior de la Formación Suri (Grupo Famatina), Floiano superior.

Descripción: La valva dorsal es convexa, con un contorno elíptico y elongado; el único ejemplar disponible alcanza los 9 mm de ancho y 13 mm de largo (relación largo/ancho 1.43), con la máxima amplitud en la mitad de la valva; el margen anterior es semi-elíptico, y el posterior es débilmente curvado con un ángulo apical de 85°. La ornamentación se compone de uniformes líneas de crecimiento cercanas entre sí. El margen posterior de la valva está engrosado y carece de pseudointerárea, y se extiende anteriormente alrededor de un tercio del largo total. La cresta media dorsal es baja, alargada anteriormente pero desvaneciéndose en la mitad de la valva. La *vascula lateralia* es ancha, arcuada. No se distinguen las cicatrices musculares.

Discusión: El espécimen encontrado en Famatina carece de papilas y estrías radiales, y sólo presenta líneas de crecimiento concéntricas. En este aspecto es comparable con los

géneros *Tunisiglossa* Massa, Havlíček, y Bonnefous, 1977, y *Rafanoglossa* Havlíček, 1980. El único ejemplar disponible es referido a *Rafanoglossa* debido a la presencia de una cresta media dorsal, la cual está ausente en *Tunisiglossa* (cf. interiores dorsales bien preservados de *T. almalensis* Popov y Mambetov, en Popov et al. 2007). De las dos especies conocidas en Bohemia *R. platyglossa* Havlíček, 1982, del Ordovícico Inferior de la Formación Klabava, se asemeja al espécimen de Famatina en su baja cresta mediana, pero difiere en su conchilla de márgenes paralelos y el margen anterior truncado. *R. impar* (Barrande, 1879), es comparable a este material en su contorno ovalado con una región posterior acuminada, pero difiere en tener menor tamaño y un septo medio dorsal más prominente (cf. Mergl, 2002, pl. 12, fig. 13). Parece ser que el espécimen de Famatina pertenece a una nueva especie, pero una asignación específica más confiable no es posible sólo con este único material.

Subfamilia ELLIPTOGLOSSINAE Popov y Holmer, 1994

Género *Lingulops* Hall, 1872

Especie tipo: *Lingulops whitfieldi* Hall, 1872. Estados Unidos; Ordovícico Superior.

Lingulops sp.

Lám. IV, Figs. A-D

Material: Tres ejemplares ilustrados. Interior de una valva dorsal CEGH-UNC 27353; interior de una valva ventral CEGH-UNC 27354; fragmento de una valva ventral CEGH-UNC 27355.

Procedencia y edad: Formación Las Aguaditas, sección de la Quebrada Las Aguaditas, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio a Superior (Darriwiliano-Sandbiano).

Descripción: La conchilla es biconvexa, de contorno oval y elongado, con una relación largo/ancho de 1.46 (largo máximo 1.72 mm y ancho máximo 1.18 mm en un ejemplar), con la máxima amplitud anterior a la mitad de la valva. La valva ventral presenta un distintivo *limbus*, el umbón es sub-terminal, los márgenes anterior y laterales son bien redondeados, y el margen posterior es ligeramente acuminado; el interior de la valva ventral

carece de pseudointerárea, mientras que la región visceral y los campos musculares están pobremente definidos. La valva dorsal es ligeramente más ancha que la ventral, con el área visceral bien definida, en forma de “V” y extendida hacia adelante de la línea media, con el borde anterior elevado; las cicatrices del músculo lateral anterior apenas son distinguibles. La ornamentación de ambas valvas consiste en finas líneas de crecimiento concéntricas, en número de 4-5 cada 0.1 mm en la mitad posterior, intercaladas con estrías finas irregularmente espaciadas hasta 10-12 cada 0.05 mm. La conchilla larval es lisa, y está poco definida.

Discusión: Los especímenes de *Lingulops* son muy escasos en las muestras estudiadas, donde sólo se hallaron dos valvas completas y tres exteriores fragmentados. La presencia de la plataforma visceral elevada en la superficie interior, permite referir el material a este género, y distinguirlo de los otros dos géneros descritos para en la subfamilia, *Elliptoglossa* Cooper, 1956, y *Litoperata* Sutton en Sutton et al., 1999. Sin embargo, debido a la ausencia de información adicional de características internas de la valva ventral y de mayor cantidad de especímenes completos, el material de la Formación Las Aguaditas es dejado provisoriamente en nomenclatura abierta.

Familia ELKANIIDAE Walcott y Schuchert, en Walcott, 1908

Género *Broeggeria* Walcott, 1902

Especie tipo: *Obolella salteri* Holl, 1865. Herefordshire, South Wales; Cámbrico Superior (Furongiano).

Broeggeria omaguaca Benedetto y Lavié, en Benedetto et al. 2017

Lám.X, Figs. G-L; Lám.XI, Figs. A-K

1937. *Obolus (Bröggeria) cf. salteri* (Holl), Harrington, p. 103, pl. 5, fig. 4.

1938. *Obolus (Bröggeria?) salteri* (Holl), Harrington, p. 119, pl. 1, figs. 4 and 5.

1963. *Bröggeria salteri* (Holl), Castellaro, p. 136 (non Holl, 1865).

Material: una valva ventral (holotipo) CEGH-UNC 26949, ocho valvas ventrales y siete dorsales (paratipos) CEGH-UNC 26950-26952, 26954-26965; ocho valvas ventrales y diez

dorsales CEGH-UNC 26966-26983, una valva dorsal CEGH-UNC 26953 y tres valvas dorsales CEGH-UNC 27014-27016, como material adicional.

Procedencia y edad: Materiales tipo provienen de los 12 m inferiores del miembro superior de la Formación Coquena expuesta en la Quebrada Chalala, al oeste de la ciudad de Purmamarca, Provincia de Jujuy, NOA; Tremadociano superior. Material adicional proveniente en parte de los mismo horizontes de la localidad tipo, y otra parte de la parte superior de la Formación Santa Rosita expuesta cerca de la ciudad de Nazareno y a lo largo del Río de la Huerta, Santa Victoria, Provincia de Salta; Tremadociano superior.

Diagnosis: Conchilla grande y dorsibiconvexa, con la valva ventral acuminada y en forma de “pera”, promediando 81% tan larga como ancha; plataforma visceral ventral ligeramente elevada que se extiende anteriormente 45-50% del largo total. Valva dorsal transversalmente de contorno oval, con una relación largo/ancho de 74%.

Descripción: La conchilla es dorsibiconvexa e inequivalvada, relativamente grande para el género (hasta 11.5 mm de ancho). La valva ventral es ligeramente convexa en vista lateral, con la máxima convexidad ubicada en el tercio posterior, haciéndose deprimida anteriormente; el contorno posee forma de pera, es acuminada en la región posterior, y presenta una relación largo/ancho de 81%; el ancho máximo se encuentra alrededor del 70% de largo total. La pseudointerárea ventral es ortoclina, muy estriada, ocupando aproximadamente un 52% del ancho máximo de la valva; la propáreas están elevadas sobre el piso de la valva y poseen líneas de flexura fuertemente curvadas; el surco peduncular es profundo y triangular, apenas más largo que ancho, con pendientes laterales empinadas. El interior de la valva ventral posee una plataforma visceral ligeramente engrosada pero bien definida, que se extiende hasta un 45-50% del largo total y ocupa alrededor de un 45% del ancho; el contorno de esta plataforma es sub-trapezoidal con el margen anterior redondeado y corto en forma de lengua. La *vascula lateralia* es casi recta y diverge anteriormente cada rama entre sí 50-60°, extendiéndose hasta un 70% del largo total sin evidencia de bifurcación. La superficie interna de la valva posee *pits* redondeados, principalmente dispersos y confinados al área visceral. La valva dorsal es poco a moderadamente convexa en vista lateral (relación alto/ancho 0.11), con el máximo espesor en el tercio posterior, volviéndose deprimida anteriormente. El contorno es transversalmente ovalado, alrededor

de 74% tan largo como ancho. La pseudointerárea es apsaclina y corta, en forma de media luna, ocupando un 18-25% del ancho de la valva, y presenta una superficie estriada en dirección transversal carente de líneas de flexura, dividida por un estrecho surco peduncular de márgenes paralelos. El área visceral dorsal está ligeramente elevada sobre el piso de la valva y se extiende un 40-50% del largo total, dividida longitudinalmente por una cresta media baja. Las cicatrices del músculos laterales anteriores son ovales y elongadas, ubicadas en la parte distal de la cresta media y delimitadas lateralmente por un borde bajo; las cicatrices de los músculos centrales son más grandes que la de los laterales anteriores y se ubican a los lados de la cresta media. La *vascula lateralia* dorsal está fuertemente impresa, casi recta a ligeramente arcuada distalmente, divergiendo cada rama alrededor de 90° una de la otra, extendiéndose hasta la mitad de la valva; la *vascula media* está pobremente impresa y diverge anteriormente alrededor de 80°. La ornamentación postlarval se compone de *fila* de crecimiento dispuestas cercanas entre sí en número de 10-12 por milímetro y dispersas irregularmente entre espaciadas lamelas de crecimiento. La micro-ornamentación está oscurecida en general; cuando se observa, consiste en diminutos *pits* sub-circulares distribuidos irregularmente.

Discusión: Popov y Holmer (1994, p. 65) establecen que el espécimen de *B. salteri* registrado en Argentina está pobremente ilustrado, pero no presentaría diferencias con el material tipo. Sin embargo, dado que Harrington (1937, 1938) no describe o ilustra caracteres internos, la atribución específica de ese material es dificultosa. No obstante, Benedetto y Lavié (en Benedetto et al., 2017) incluyen la especie de Harrington (*Obolus* (*Bröggeria*) *cf. salteri* (Holl) y *Obolus* (*Bröggeria?*) *salteri* (Holl) en la lista sinonímica de *B. omaguaca*. Para esta revisión, se colectaron más de 100 especímenes provenientes de los mismo niveles portadores del material de Harrington. Debido a que en la mayoría de los especímenes el fosfato de la conchilla está adherido al molde interno y a su contraparte, el material fue tratado con ácido clorhídrico al 10%, con el objetivo de obtener moldes internos y externos limpios y sus respectivos moldes de caucho. Las características externas e internas generales permiten referir los especímenes argentinos a una nueva especie. Externamente, difiere de *B. salteri* (Holl, 1865), en poseer un contorno más transverso y casi circular. En los ejemplares estudiados, la relación largo/ancho de la valva ventral es 0.81 y 0.75 en la valva dorsal, mientras que en *B. salteri* la misma relación es 0.97 y 0.94,

respectivamente. Cabe destacar que las medidas provistas por Popov y Holmer (1994, tablas 13 y 14) están basadas principalmente en ejemplares de Baltoscandia y Kazajstán, y el material anglo-galés muchas veces se encuentra tectónicamente deformado y por ende no es posible usarlo para análisis biométricos (Sutton et al., 2000). Sin embargo, especímenes mejor preservados provenientes de Shineton Shale de edad tremadociana dieron valores de 0.90 (valvas ventrales) y 0.85 (valvas dorsales), mostrando que son ligeramente más transversos que aquellos de Escandinavia, los Urales del Sur y Kazajstán. La valva ventral de *B. omaguaca* puede distinguirse también por su contorno piriforme y acuminado, que tiende a ser sub-circular en la especie tipo. La plataforma visceral ventral de la especie argentina es más larga que en *B. salteri*, alcanzando a veces la mitad de la valva. En los ejemplares de *B. salteri* de Escandinavia y Kazajstán, se extienden aproximadamente hasta un 40% del largo total, pero en los ejemplares galeses, como indican Rushton y Bassett (en Owens et al., 1982, p. 24), la plataforma ventral alcanza anteriormente sólo hasta un cuarto del largo total. La superficie interior dorsal de *B. omaguaca* no presenta diferencias significativas con la morfología bastante variable de *B. salteri*. La diagnosis de la especie de Bohemia *B. ferraria* Mergl, 2002, de la Formación Třenice (Tremadociano superior), está basada esencialmente en caracteres de la valva dorsal, y puede ser diferenciada de *B. salteri* en tener una cresta media más conspicua y una *vascula lateralia* menos divergente. *B. ferraria* difiere de *B. omaguaca* en su valva dorsal menos transversa y una cresta media más marcada. *B. obscura* Hansen y Holmer, 2011, de la transición Floiano-Dapingiano en Spitsbergen (Noruega), comparte con la especie argentina el tener un contorno sub-triangular en la valva ventral, pero difiere en tener la conchilla equivalva y casi equidimensional, una pseudointerárea dorsal más grande, una surco peduncular ventral más estrecho y una plataforma visceral ventral pobremente definida. La especie de Kazajstán *B. putilla* (Tenjakova), de edad darriwiliana, originalmente fue referida al género *Elkania* Ford por Tenjakova (1989), pero Nikitina et al. (2006) consideran actualmente que pertenece a *Broeggeria*. De acuerdo con las ilustraciones provistas por Tenjakova (1989, text-fig. 2, pl. 1, figs. 1-3), *B. putilla* puede distinguirse de *B. omaguaca* en poseer una plataforma visceral ventral más elevada y más corta (alrededor de un 25% del largo total). La única valva ventral disponible referida por Nikitina et al. (2006, fig. 14.19) a *B. cf. putilla* (Tenjakova), posee una plataforma visceral ventral considerablemente más larga que en *B.*

putilla, comparable en tamaño con la de *B. omaguaca*, de la cual difiere en presentar el contorno de la conchilla casi sub-circular. La especie más joven del género, *B. fimbriatus* (Hadding, 1913), del Darriwiliano superior-Sandbiano inferior de Noruega y Suecia, puede distinguirse rápidamente de las demás especies de *Broeggeria* ya que posee espinas marginales. Adicionalmente, *B. fimbriatus* se distingue de *B. omaguaca* en su conchilla de contorno más elongado y su plataforma visceral ventral más estrecha (Candela y Hansen, 2010).

Género *Monobolina* Salter, 1866

Especie tipo: *Lingula plumbea* Salter en Murchinson, 1859. Mitton Flags, Shropshire, Inglaterra; Floiano.

Monobolina sp.nov.

Lám. XIII, Figs. A-G

Material: Exterior de una valva dorsal CEGH-UNC 27318, un molde interno de una valva dorsal CEGH-UNC 27312, y dos moldes externos incompletos CEGH-UNC 27314b y 27325b.

Procedencia y edad: Cabeceras del Río Cachiyuyo, pendiente este de la Sierra de Famatina, Provincia de La Rioja, Argentina. Parte superior de la Formación Suri (Grupo Famatina), Floiano superior.

Descripción: La conchilla es transversalmente sub-oval, alcanzando 15 mm de largo y 20 mm de ancho. La valva dorsal es moderadamente convexa, con un amplio sulco medio superficial en la mitad anterior. Los márgenes postero-laterales son uniformemente redondeados. El ancho máximo está ligeramente por delante de la mitad de la valva. La ornamentación reticulada externa se produce por la intersección de conspicuas *costellae* radiales y *fila* concéntricas. Las costillas radiales están en número de 8 por milímetro y los bordes concéntricos en número de 7 por milímetro, definiendo una grilla con un patrón casi sub-cuadrado. Algunas fuertes lamelas de crecimiento se evidencian en el tercio anterior de la valva. La pseudointerárea dorsal es apsaclina, estrecha, débilmente estriada, y se encuentra en contacto con el piso de la valva flanqueada por plataformas postero-laterales

engrosadas. El área visceral dorsal está fuertemente engrosada, es de contorno sub-oval y se prolonga anteriormente en forma de lengua alcanzando un 40% del largo total, y en un espécimen se encuentra bisectada por un bajo septo medio. Las cicatrices musculares y el sistema vascular no se distinguen. La superficie interna refleja la ornamentación externa, con débiles *costellae* radiales interceptadas por líneas concéntricas, y se observan discontinuidades de crecimiento bien definidas.

Discusión: Por su tamaño y contorno, la especie de Famatina es comparable con *M. plumbea* (Salter, 1859), pero de la cual difiere en tener un sulco dorsal más superficial. La ornamentación reticulada en el material descrito difiere en que los espacios entre las *costellae* radiales y las *fila* concéntricas son sub-iguales, definiendo así un patrón de *pits* sub-cuadrados, mientras que en *M. plumbea* la densidad de *costellae* radiales (7-8 por milímetro) es mayor que la de *fila* concéntricas (4-7 en promedio) resultando una grilla con un patrón sub-rectangular. La especie anglo-galesa *M. ramsayi* (Salter, 1859), es muy similar a *M. plumbea* la cual fue pasada a sinonimia por Lockley y Williams (1981). De hecho, las dos especies son estrechamente comparables en el contorno, el tamaño y patrón reticulado de la conchilla. Sin embargo, la revisión de una nueva colección muestra que en *M. ramsayi*, las áreas viscerales dorsal y ventral son más cortas, más anchas y más elevadas que en *M. plumbea* (Sutton et al., 2000), pero como los especímenes están distorsionados tectónicamente, las diferencias alegadas pueden no ser relevantes. La especie más joven *M. crassa* Lockley y Williams, 1981, de los Esquistos del Llandelio del sur de Gales, es muy similar a la especie galesa arriba mencionada, de la cual ha sido distinguida por su plataforma ventral más corta, pero de acuerdo con Sutton et al. (2000), su longitud real no puede ser discernida en el material original y entonces *M. crassa* fue puesto en sinonimia con *M. plumbea*. Mientras que las diferencias en la ornamentación del material de Famatina sugieren que éste representa una nueva especie, pero el hecho de que la valva ventral permanece desconocida sumado a la pobre preservación de los caracteres dorsales internos, imposibilita su nominación formal.

Familia LINGULELLOTRETIDAE Koneva y Popov, 1983

Lingulellotretidae gen. et sp. nov.

Lám. XV, Figs. A-C

Material: Un molde interno de una valva ventral CEGH-UNC 27320.

Procedencia y edad: Cabeceras del Río Cachiyuyo, pendiente este de la Sierra de Famatina, Provincia de La Rioja, Argentina. Parte superior de la Formación Suri (Grupo Famatina), Floiano superior.

Descripción: La conchilla es sub-elíptica y elongada, 14 mm de largo y aproximadamente 13mm de ancho (inferido), con el margen anterior redondeado y el posterior recto, con ángulo apical cercano a los 70°; ancho máximo ubicado en el tercio anterior. La valva ventral es moderadamente e incluso convexa en vista longitudinal y transversal. La pseudointerárea es larga y engrosada, aparentemente no soportada a la que se encuentra anquilosado un corto tubo peduncular cilíndrico. El área visceral está elevada anteriormente formando una plataforma sub-romboidal estriada, y se extiende hasta un tercio del largo total. Las cicatrices del músculo central son pequeñas, sub-ovales y elongadas, adyacentes entre sí, situadas al final de alargados rastros musculares. La *vascula media* inicia anterior a las cicatrices de los músculos centrales, inicialmente son rectas y sub-paralelas, divergiendo anteriormente, y desapareciendo alrededor del tercio del largo total. La *vascula lateralia* es arcuada, sub-marginal. Los márgenes de la valva están engrosados. La valva dorsal permanece desconocida.

Discusión: La única valva ventral disponible es virtualmente indistinguible del espécimen ilustrado por Neuman y Bates (1978, pl. 63, figs. 3, 4) de la Formación Treiorwerth de Gales. Dado que el ejemplar galés está reemplazado por sílice amorfa de una manera similar a las conchillas de gastrópodos de las mismas capas, los autores infieren que la composición original era aragonítica y por ende fue referida al Orden Kutorginida. En el único molde interno de la Formación Suri, la conchilla original fosfática está preservada a lo largo de los márgenes y rellenando la gruesa pseudointerárea, la cual es claramente visible en sección transversal en vista posterior, confirmando que indudablemente pertenece al Phylum Linguliformea. Dentro del mismo, la presencia de una pseudointerárea ventral parcialmente no soportada y libre anteriormente, perforada por el foramen peduncular, continuado con la presencia de un tubo interno, permite referir los especímenes de Famatina y de Gales a la familia Lingulellotretidae. El material aquí descrito se

asemeja a *Vaculina* Koneva, 1992, del Cámbrico de Kazajstán en el contorno oval y elongado, las propáreas altas, y el área visceral sub-romboidal elevada anteriormente, pero difiere en tener un tubo peduncular cilíndrico más corto y rastros musculares fuertemente impresos. *Mirilingula* Popov (en Koneva y Popov, 1983), del Cámbrico Superior-Tremadociano de Kazajstán, difiere del ejemplar de Famatina en carecer de área visceral. La precisa asignación genérica no puede ser definida debido a la falta de información morfológica de la valva dorsal, y el no ser posible reconstruir la pseudointerárea ventral junto con el foramen peduncular. El tubo peduncular, sin embargo, parece ser más corto y grueso que en los demás géneros de la familia. Al parecer las dos valvas ventrales, tanto la de Famatina como la ilustrada por Neuman y Bates (1978) proveniente de Gales, podrían pertenecer a un nuevo género de lingulellotrétido, el cual sería el registro más joven de esta típica familia del Cámbrico.

Familia LINGULASMATIDAE Winchell y Schuchert, 1893

Género *Lingulasma* Ulrich, 1889

Especie tipo: *Lingulasma schucherti* Ulrich, 1889, por designación original; del Ordovícico Superior (Richmondiano) de Illinois, Estados Unidos.

*Lingulasma?*sp.

Lám.I, Figs.O-R

Material: Tres ejemplares incompletos con las valvas unidas CEGH-UNC 26931, 26934-26935

Procedencia y edad: Parte superior de la Formación San Juan en el Cerro La Chilca y capas transicionales entre la Formación San Juan y la Formación Los Azules en la Quebrada La Pola, Sierra de Villicum, Provincia de San Juan; Darriwiliano.

Descripción: La conchilla es robusta, relativamente grande (ancho máximo de 16.2 mm), de contorno sub-rectangular con márgenes laterales sub-paralelos; el margen anterior es casi recto, con los extremos antero-laterales estrechamente redondeados. La región posterior de la conchilla no está preservada. La ornamentación está bien desarrollada en toda la superficie de la conchilla, y consiste en diminutas pústulas en número de 13-15 por

milímetro, dispuestas en filas radiales que se intersectan con las líneas de crecimiento. Las filas radiales se disponen cercanas entre sí en la región media, oscilando entre 8-9 por milímetro, separándose y haciéndose menos definidas hacia los márgenes de la valva, donde prevalecen las líneas de crecimiento. Los caracteres internos no están preservados.

Discusión: A pesar de que los especímenes de San Juan se asemejan en gran medida al género *Lingulasma* en la forma y convexidad de la conchilla, y exhibe la distintiva ornamentación de pústulas dispuestas en filas radiales, la asignación genérica no es definitiva debido a la ausencia de información sobre caracteres internos. Cabe destacar que la ornamentación de pústulas alineadas radialmente también está presente en géneros como *Leontiella* y *Glossella*, así que este carácter por sí solo es insuficiente para atribuir con certeza los especímenes a *Lingulasma*. En todas las conchillas que están disponibles, la mitad posterior se halla rota y aplastada, y en consecuencia las plataformas elevadas internas distintivas del género no se encuentran preservadas. Cooper (1956) señaló que la mayoría de los especímenes de *Lingulasma* se hallan preservados con el ápice y las prominentes plataformas internas rotas o aplastadas. De acuerdo con Savazzi (1986), este tipo peculiar de preservación puede ser atribuido al modo de vida infaunal de posición vertical. En general, *Lingulasma* ha sido descrito en posición de vida dentro de excavaciones en sedimentos arenosos (Cooper, 1956; Pickerill, 1973), lo cual no permite observar el tercio posterior de la conchilla, incluyendo la morfología de la pseudointerárea; una preservación muy similar se observa en los ejemplares de San Juan. Entre las numerosas especies descritas por Cooper (1956) del Ordovícico de Norteamérica, el material aquí descrito se asemeja a *L. occidentale* Cooper, 1956, en tener un tamaño mediano para el género, y en los márgenes laterales rectos y sub-paralelos, con los extremos antero-laterales redondeados; además, la ornamentación en ambas especies es muy similar, con pústulas redondeadas dispuestas en filas radiales de 9 a 10 por milímetro. Los ejemplares aquí descritos difieren con *L. schucherti* Cooper, 1956, y *L. galanensis* Cooper, 1956, en tener un tamaño considerablemente más chico, diferente forma de la conchilla y disposición de la ornamentación radial. *L. compactum* Cooper, 1956, difiere en tener poco desarrollada la ornamentación radial en los flancos y a lo largo de los márgenes, sumado a que las filas radiales de pústulas están más espaciadas entre sí (aproximadamente

siete por milímetro); mientras que *L. matutinum* Cooper, 1956, difiere de la especie argentina en tener menos filas radiales de pústulas y más espaciadas entre sí.

Familia PATERULIDAE Cooper, 1956

Género *Paterula* Barrande, 1879

Especie tipo: *Paterula bohemica* Barrande 1879, por designación original; Ordovícico Superior, Sandbiano, Formación Vinice, Bohemia.

Paterula incognita Mergl, 1999

Lám. IV, Figs. E-H

Material: Tres ejemplares ilustrados. Una valva ventral CEGH-UNC27356; interior de una valva dorsal CEGH-UNC 27357; interior de una valva ventral CEGH-UNC 27358. Material adicional: 36 valvas ventrales y 81 valvas dorsales, no ilustradas.

Procedencia y edad: Formación Las Aguaditas, secciones de la Quebrada Las Aguaditas y Mogotes Azules, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio a Superior (Darriwiliano-Sandbiano).

Descripción: La conchilla es de paredes delgadas, de perfil biconvexo y contorno sub-oval a sub-circular, promediando una relación largo/ancho 1.15 (rango observado 1.05-1.33, N=23). El ápice de ambas valvas se localiza cerca del margen posterior. La valva ventral alcanza los 1.4 mm de largo y 1.3 mm de ancho, con la máxima amplitud en la mitad de la valva; la máxima convexidad se encuentra en la mitad posterior; el margen anterior está curvado más agudo que los márgenes laterales, y el margen posterior es ligeramente truncado, interrumpido por una distintiva y estrecha muesca peduncular, continuada hacia adelante como un incipiente surco peduncular. En la superficie interna ventral se distingue la impresión del nervio peduncular con dos ramas que divergen ocupando un tercio del largo total de la valva; las cicatrices musculares y el área visceral están pobremente definidas. La valva dorsal es ligeramente más pequeña que la ventral, alcanzando 1.35 mm de largo y 1.2 mm de ancho; el área visceral dorsal apenas se distingue como más oscura que la superficie interna, y no se reconocen las cicatrices musculares. La periferia de ambas valvas está bordeada por un estrecho *limbus* aplanado y bien definido, internamente

delimitado por un elevado borde sub-periférico, que se hace más bajo hacia el margen anterior. La ornamentación consiste en finas líneas de crecimiento concéntricas.

Discusión: *P. incognita* fue descrita por Mergl (1999a) en el Darriwiliano de Bohemia Central, y se asemeja al material descrito en su contorno casi circular, el tamaño máximo de la conchilla adulta, el *limbus* estrecho y el ápice sub-marginal en ambas valvas, la distintiva muesca peduncular y el área visceral junto con las cicatrices musculares pobremente definidas. El material descrito por Holmer et al. (2016), referido a *P. perfecta* Cooper, 1956, difiere en tener un menor tamaño, un contorno más ancho que largo y carece de ornamentación postlarval. *P. incognita* además es similar a *P. bohémica* Barrande, 1876, *P. circina* Havlíček, 1982, y *P. linguata* Mergl, 1999. Como fue comentado por Sutton et al. (2000), *Paterula* es un género “difícil” taxonómicamente, debido a su rango estratigráfico considerablemente largo y su distribución geográfica muy amplia, sumado al alto grado conservador de caracteres y una similar morfología entre la mayoría de las especies.

Superfamilia DISCINOIDEA Gray, 1840

Familia DISCINIDAE Gray, 1840

Género *Schizotreta* Kutorga, 1848

Especie tipo: *Orbicula elliptica* Kutorga, 1846, por designación original; del Ordovícico Medio (Darriwiliano), pisos regionales Volkhov a Kunda, Región de San Petersburgo, noroeste de Rusia.

Schizotreta? sp.

Lám. XVI, Figs. H-I

Material: Exterior de una valva ventral CEGH-UNC 27359.

Procedencia y edad: Formación Las Chacritas, sección del Río Las Chacritas, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio (Darriwiliano).

Discusión: El único ejemplar disponible es una valva ventral fragmentada, de contorno aproximadamente sub-circular, presentando un perfil convexo en el tercio posterior y haciéndose aplanada hacia el margen anterior; la conchilla larval es lisa y de contorno

circular; la superficie postlarval posee una microornamentación compuesta por *pits* densamente dispuestos, superpuestos además sobre crestas concéntricas elevadas. El espécimen se asemeja en el contorno de la conchilla larval y la ornamentación postlarval a *Schizotreta* sp. descrita por Popov (2000a) para el Ordovícico Superior de la región centro-norte de Kazajstán. Sin embargo, el material es referido con dudas al género *Schizotreta* debido a la falta de información de valvas ventrales.

Familia TREMATIDAE Schuchert, 1893

Género *Trematis* Sharpe, 1848

Especie tipo: *Orbicula terminalis* Emmons, 1842, por designación original. Ordovícico Superior (Sandbiano), América del Norte.

Trematis sp.

Lám. II, Figs. A-F

Material: Un espécimen con las valvas unidas CEGH-UNC 26920, una valva dorsal incompleta CEGH-UNC 26921.

Procedencia y edad: Parte superior de la Formación San Juan, Cerro Viejo (Quebrada Los Gatos), y capas transicionales entre las Formaciones San Juan y Los Azules, Sierra de Villicum (Quebrada la Pola), Provincia de San Juan. Ordovícico Medio (Darriwiliano)

Descripción: La valva dorsal alcanza los 15 mm de largo, es ligeramente convexa en la región umbonal, haciéndose gradualmente plana anteriormente. La máxima convexidad se encuentra cerca del 20% del largo total desde el margen posterior. El contorno es casi sub-circular, un poco más larga que ancha (relación largo/ancho 0.90 medida en un espécimen). La ornamentación está compuesta de pequeños *pits* superficiales redondeados sub-ovales, oscilando entre 0.08-0.18 mm de diámetro, en número de 6 por milímetro en la región central de la valva, presentando una disposición en patrón quincuncial, no delimitado por costillas; los *pits* incrementan en tamaño y profundidad hacia los márgenes de la valva, y

están superpuestos sobre líneas de crecimiento irregularmente espaciadas. Los caracteres dorsales interiores y la valva ventral son desconocidos.

Discusión: En uno de los especímenes disponibles, las valvas se encuentran unidas y ligeramente desplazadas, pero los detalles de la valva ventral no son visibles. La forma general de la conchilla y el contorno, junto con la ornamentación característica de pequeños *pits* redondeados superficiales, permite referir los ejemplares de San Juan al ampliamente distribuido género *Trematis*. Sin embargo, debido a la ausencia de información de caracteres internos, el material de Precordillera permanece en nomenclatura abierta. Otros géneros de tremátidos como *Tethyrete* Havlíček, 1994, y *Drabodiscina* Havlíček, 1972, claramente difieren en que los *pits* en ambos géneros se disponen radialmente en lugar de quincuncialmente, y las filas se encuentran limitadas por finas costillas radiales y barras transversales. Además, los *pits* en *Drabodiscina* poseen un contorno redondeado subrectangular. Una de las especies que más se asemeja es *Trematis* sp. del Darriwiliano de Nueva Zelanda (Percival et al., 2009), que comparte con el ejemplar de Precordillera poseer una valva dorsal de contorno subcircular, casi plana en perfil, ornamentada con *pits* de disposición y tamaño similares. Entre las numerosas especies descritas para Norteamérica, el material aquí descrito se asemeja a *T. parva* Cooper, 1956 (Ordovícico Superior de Virginia) en el tamaño y disposición de los *pits*, pero se diferencia en poseer una conchilla de menor tamaño, tener contorno elíptico (más ancha que larga) y presentar superficialmente un sulco en la valva dorsal. La especie tipo *T. terminalis* (Emmons, 1842) puede distinguirse por su valva dorsal más deprimida y ligeramente elongada, y un menor tamaño de los *pits*. A la inversa, *T. elliptopora* Cooper, 1956, se diferencia claramente en poseer *pits* más grandes y subovales. Otra especie que presenta disposición quincuncial es *T. evansi* Lockley y Williams, 1981, de las calizas del Darriwiliano superior al sudoeste de Gales, la cual difiere con la especie de Precordillera en tener un contorno subcircular, la valva dorsal más convexa (sin embargo, el espécimen aquí descrito podría estar comprimido), y los *pits* ligeramente más finos.

Orden ACROTRETIDA Kuhn, 1949

Superfamilia ACROTRETOIDEA Schuchert, 1893

Familia ACROTRETIDAE Schuchert, 1893

Género *Acrotreta* Kutorga, 1848

Especie tipo: *Acrotreta subconica* Kutorga, 1848; Ordovícico, Arenigiano, alrededores de San Petersburgo, Rusia.

Acrotreta calabozoi Lavié, 2018

Lám. VII, Figs. E-L

Material: Una valva ventral CEGH-UNC 27305 (Holotipo). Tres valvas ventrales y tres valvas dorsales CEGH-UNC 27306–27311 (Paratipos). Material adicional: 120 valvas ventrales y 36 valvas dorsales.

Procedencia y edad: Quebradas Potrerillos y Las Plantas, sudoeste de Guandacol, Provincia de San Juan. Formación Las Plantas, Ordovícico Superior (Sandbiano).

Diagnosis: Valva ventral cónica, proclina a cataclina; interior ventral con canales del manto fuertemente engrosados y un proceso apical que encierra el tubo peduncular; valva dorsal convexa, apsaclina, con un sulco medio pobremente definido; interior dorsal con un septo medio bajo y un *median buttress* muy bien desarrollado.

Descripción: La conchilla es fuertemente ventribiconvexa, con ambas valvas transversalmente ovals, con una relación largo/ancho promediando 82.2% (rango observado 63.56-111.32%; N=9); la valva ventral es cónica, alrededor de 77% tan alta como ancha (rango observado 63.31-96.306%; N=4), con una pseudointerárea triangular proclina a cataclina; el ángulo apical de la valva oscila entre 80°-82° en vista frontal, el foramen peduncular es redondeado, se ubica ligeramente por detrás del ápice y carece de tubo peduncular exterior; el interior de la valva ventral posee un septo medio que promedia un ancho de 0.20 mm (N=3) y un proceso apical que encierra al tubo peduncular interno, ocupando un 10% del ancho total medido en un ejemplar; el campo muscular cardinal dorsal es apenas reconocible, ocupando el 65% del ancho total en un espécimen; las cicatrices musculares umbonales y el campo muscular septal no se encuentran preservados; el patrón pinnado de canales del manto está muy bien desarrollado, mostrando tres pares de ramas profundamente impresas que se extienden desde el proceso apical. La valva dorsal es ligeramente convexa, con un débil y poco definido sulco medio; la pseudointerárea dorsal

es levemente apsaclina, siendo 19% tan larga como ancha medida en un ejemplar, y ocupando un 38% del ancho total, con un surco mediano amplio que ocupa un poco menos de la mitad del ancho de la pseudointerárea; el *median buttress* es ancho y ocupa un 20-21% del ancho total, y se extiende hasta el campo muscular cardinal dorsal, que está elevado y es divergente anteriormente, siendo 43% tan largo como ancho y ocupa un 39% del ancho total un ejemplar; el septo medio es bajo y estrecho, originándose por delante de *median buttress*, y extendiéndose entre 74% y 87% del largo total de la valva (N=4). La ornamentación de la conchilla consiste en finas líneas de crecimiento concéntricas, alrededor de 5 a 6 cada 0.5 mm. La ornamentación radial está ausente.

Discusión: La especie tipo *A. subconica* es semejante a *A. calabozoi* en su contorno, en la ausencia de tubo peduncular externo, en la forma del proceso apical, y en poseer un septo medio dorsal bajo y estrecho, pero difiere en tener una valva ventral mucho más alta, con una pseudointerárea ventral apsaclina en individuos adultos y gerontes, el contorno del foramen peduncular es oval-elongado, la valva dorsal es aplanada a ligeramente cóncava, el campo muscular cardinal dorsal es más amplio y alargado anteriormente, y muestra una débil ornamentación radial. La especie *A. korynevskii* Holmer y Popov, 1994 (Ordovícico Inferior de los Urales del Sur, Formaciones Koagash y Akbulak-Sai), es comparable con *A. calabozoi* en su contorno, en la pseudointerárea ventral proclina a cataclina, en el foramen peduncular carente de tubo externo, en el patrón de canales del manto fuertemente engrosados, en la valva dorsal convexa casi carente de sulco medio y en el surco mediano formando menos de la mitad del ancho de la pseudointerárea, pero puede ser distinguida por el poco desarrollo del *median buttress*, el septo medio dorsal de forma triangular, la ornamentación con la presencia de finas pústulas, y un proceso apical más alto y engrosado en la valva ventral. *A. tallinensis* Holmer y Popov, 1994, del Ordovícico Inferior de Baltoscandia, y *A. cooperi* Holmer y Popov, 1994, del Ordovícico Medio de Alabama (Formación Pratt Ferry), ambas difieren en tener una valva dorsal cóncava con un marcado sulco medio extendido desde la conchilla larval, en el *median buttress* pobremente desarrollado o ausente, en la valva ventral con un foramen peduncular formando un corto tubo externo y en no poseer canales del manto engrosados y fuertemente impresos. *A. nobilis* Holmer y Popov, 1994, del Ordovícico Medio de Baltoscandia, se distingue de *A. calabozoi* por su contorno circular, en poseer un poco desarrollado tubo peduncular

exterior, en tener un proceso apical alto y estrecho, que se continúa como una cresta bifurcada a los largo de la superficie posterior, en tener una valva dorsal cóncava con un fuerte sulco medio, y en presentar una ornamentación con numerosas pústulas formando filas radiales irregularmente espaciadas. *A. orientalis* (Popov en Nazarov y Popov, 1980), del Ordovícico Superior de Kazajstán, difiere en tener una valva ventral más alta, una pseudointerárea dorsal más amplia, un sulco medio dorsal poco profundo que se origina desde el umbón, un septo medio dorsal de forma triangular y un *median buttress* menos desarrollado. *A. dissimilis* (Biernat, 1973) del Tremadociano de Polonia, se asemeja a *A. calabozoi* en su contorno, en la pseudointerárea ventral proclina a cataclina, en la ausencia de un tubo peduncular externo, en el proceso apical encerrando al tubo peduncular y en poseer un septo medio dorsal bajo y estrecho, pero difiere en el contorno del foramen peduncular, en los canales del manto débilmente impresos, en tener una valva dorsal cóncava, en tener el surco mediano más ancho y el *median buttress* se encuentra poco desarrollado o ausente. *A. grandis* Klouček, 1919 del Tremadociano superior de la región de Bohemia, posee muchas similitudes en cuanto a las características internas de la valva ventral, pero ésta es mucho más alta que larga y ancha, la valva dorsal carece totalmente de sulco medio, el *median buttress* está pobremente desarrollado y el septo medio dorsal es más ancho y largo que en *A. calabozoi*. Las dos especies descritas por Mergl (2002) del Arenigiano de Bohemia (Formación Klabava), *A. scabra* Mergl, 2002, y *A. foetida* Mergl, 2002, son muy similares a *A. grandis* y además pueden ser diferenciadas de *A. calabozoi* en tener una valva ventral más aguzada y alta, un contorno casi circular, una valva dorsal cóncava y un surco mediano ocupando más de la mitad del ancho de la pseudointerárea; adicionalmente, en las dos especies bohémicas las líneas concéntricas son más numerosas y gruesas que en *A. calabozoi*.

Género *Conotreta* Walcott, 1889

Especie tipo: *Conotreta rustii* Walcott, 1889; por designación original. Ordovícico Superior (Katiano), Caliza Denley, Cascadas Trenton, Nueva York, Estados Unidos.

Conotreta andina Lavié, Serra y Feltes, 2019

Lám. IV, Figs. I-T

Material: Un ejemplar completo CEGH-UNC 27362 (Holotipo); cuatro valvas dorsales y dos valvas ventrales CEGH-UNC 27360-27361, 27363-27364 (Paratipos). Material adicional: 525 valvas ventrales y 250 valvas dorsales, no ilustrados.

Procedencia y edad: Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas, secciones de la Quebrada Las Aguaditas y Río Las Chacritas, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio (Darriwiliano).

Diagnosis: Valva ventral cónica con pseudointerárea proclina e intercresta bien definida; presencia de un tubo peduncular externo corto. Interior de la valva ventral con un proceso apical como una cresta baja y corta, y cicatrices musculares cardinales elevadas. Valva dorsal convexa, sin sulco medio. Interior de la valva dorsal con una pseudointerárea anaclina, cicatrices musculares cardinales elevadas y ovaladas, *median buttress* bien definido, septo medio alto y estrecho, de forma triangular con uno o dos bastones septales anteriores.

Descripción: Las valvas promedian un 87.6% tan largas como anchas (rango observado 77.4-93.3%; N=55). La valva ventral es cónica (ancho medio 1.49 mm, rango observado 1.15-1.9 mm; largo medio 1.28 mm, rango observado 1.01-1.61 mm; N=29), con 55% (rango observado 42.7-64.3%) tan alta como ancha (altura media 0.81 mm, rango observado 0.6-1.15 mm; N=29). La pseudointerárea ventral es proclina, con una intercresta bien definida y un margen posterior convexo. El foramen peduncular, encerrado dentro de la conchilla larval, promedia los 33 μ m de ancho y no se continúa internamente; en algunos especímenes se desarrolla un corto tubo peduncular externo. El interior de la valva ventral posee un proceso apical formando una cresta baja y corta a lo largo de la pendiente anterior, ocupando alrededor del 20% de la altura total de la valva en algunos ejemplares. El patrón pinnado de canales del manto está bien desarrollado. Está presente un par de cicatrices cardinales musculares ligeramente elevadas en la pared posterior. La valva dorsal (ancho medio 1.53 mm, rango observado 1.11-2.01 mm; largo medio 1.36 mm, rango observado 0.96-1.75 mm; N=26) principalmente es convexa, pero se hallan algunos ejemplares aplanados, siempre carentes de sulco medio. La pseudointerárea dorsal es corta y ancha, con una relación promedio largo/ancho de 20.3 (rango observado 14.7-32.8; ancho medio 0.71 mm, largo medio 0.14 mm; N=23); posee un surco mediano que ocupa

aproximadamente un tercio del ancho total de la pseudointerárea y presenta propáreas anaclinas. Las cicatrices cardinales musculares dorsales son ovaladas y elevadas, ligeramente más largas que anchas (media largo/ancho 1.18, N=10), y el campo muscular promedia 50.4% tan largo como ancho (rango observado 39.3-61.9%, N=23) y ocupa entre un 18-25% del largo total y un 35-48% del ancho total. El *median buttress* alcanza los 0.18mm de largo. El septo medio es alto y estrecho, e inicia directamente por delante del *median buttress*, presentando uno o dos bastones septales en la pendiente anterior; el septo ocupa alrededor de 87% (rango observado 81.2-91.3%) del largo total, alcanza un 42% tan alto como largo, y la máxima altura se encuentra en la mitad anterior de la valva. La ornamentación consiste en líneas de crecimiento concéntricas pobremente desarrolladas. La conchilla larval de ambas valvas está bien definida, alcanzando entre 0.19-0.23 mm de ancho y 0.17-0.19 mm de largo, con una micro-ornamentación que consiste en *pits* circulares de tamaño variable, oscilando entre 0.5 y 3.5 μm de diámetro.

Discusión: Holmer (2000) realizó una revisión de la especie tipo *Conotreta rustii* Walcott, 1889, del Katiano de Nueva York, aclarando la diagnosis del género y proveyendo una lista de especies incluidas en el mismo. *Conotreta andina* puede distinguirse de *C. rustii* en tener la valva ventral cónica más baja con una pseudointerárea más proclina, un proceso apical más corto, el sulco medio ausente, la pseudointerárea dorsal ocupando menos de un tercio del ancho total y las propáreas anaclinas. Las cuatro especies descritas por Cooper (1956) difieren de *C. andina* en las siguientes características: *C. apicalis* Cooper, 1956 del Ordovícico Superior de Alabama posee una valva ventral cónica mucho más alta, la valva dorsal más larga que ancha, la pseudointerárea dorsal ortoclina y un septo medio dorsal más bajo y carente de bastones septales; las otras tres especies provienen del Ordovícico Superior de Virginia, *C. multisinuata* Cooper, 1956 tiene una pseudointerárea ventral cataclina, un sulco medio estrecho y profundo, y un septo medio sin bastones septales en la cara anterior; *C.? plana* Cooper, 1956, posee un contorno subtriangular, una valva ventral con el margen posterior recto, la pseudointerárea ventral más amplia con la intercresta poco distinguible; *C.? cuspidata* Cooper, 1956, presenta una pseudointerárea ventral cataclina, una intrecresta pobremente desarrollada y presenta un sulco medio dorsal. *C. mica* Gorjansky, 1969, del Ordovícico Medio de Rusia, Suecia y Nevada, difiere de *C. andina* en presentar sulco medio, mayor número de bastones en el septo medio dorsal, la valva ventral

más alta, tubo peduncular exterior no desarrollado y un proceso apical más largo y elevado. *C. miboshaensis* Fu, 1982, del Ordovícico de China presenta una valva ventral mucho más baja que *C. andina* y un septo dorsal más bajo y corto. *C.? conoidea* Reed, 1917, del Ordovícico Superior del Distrito Girvan (Escocia) posee una valva ventral más alta, con el margen posterior recto y una intrecosta poco distinguible, además de presentar una ornamentación compuesta de gruesas estrías concéntricas en ambas valvas. *C. parva* Bednarczyk, 1986, del Tremadociano superior al Floiano inferior de Polonia, posee un grueso borde en la superficie interna de la valva dorsal, las cicatrices cardinales musculares dorsales no están elevadas y el septo medio dorsal es más bajo y corto, sin espinas ni bastones septales. *C.? orbicularis* Holmer, 1986, del Katiano de Suecia tiene una pseudointerárea ventral apsaclina, el tubo peduncular exterior más largo, la presencia de un tubo peduncular interno, el proceso apical está ausente y el *median buttress* no está engrosado. *C. siljanensis* Holmer, 1989, del Ordovícico Medio de Newfoundland y Suecia, difiere de *C. andina* en tener una valva ventral más alta presentando el margen posterior aplanado con una intercosta pobremente desarrollada, un tubo peduncular exterior más largo, la presencia de un tubo interno, y posee hasta cinco espinas en la cara anterior del septo medio dorsal. *C. lepton* Williams y Curry, 1985, del Ordovícico Medio de Irlanda, difiere de *C. andina* en tener una valva ventral más achatada con una pseudointerárea cataclina sin intercosta, un tubo peduncular exterior muy bien desarrollado, y un septo medio dorsal más corto y bajo carente de bastones septales. *C. chernovi* Popov, 2000a, del Katiano de Kazajstán, presenta una valva ventral más alta con una pseudointerárea casi cataclina carente de intercosta, un tubo externo peduncular ligeramente más desarrollado, un proceso apical más largo, la pseudointerárea dorsal apsaclina y el septo medio dorsal sólo presenta una espina septal. *C. millardensis* Popov et al., 2002, del Tremadociano de Utah, tiene una pseudointerárea ventral cataclina con una intercosta pobremente definida, el proceso apical presenta un surco anterior y el septo medio dorsal posee una única espina septal. *C. convexa* Hansen y Holmer, 2011, del Floiano superior al Dapingiano inferior de Noruega, posee un sulco medio dorsal, la pseudointerárea dorsal es ortoclina a anaclina, el septo medio es más bajo, la pseudointerárea ventral es cataclina a apsaclina en algunos especímenes y el proceso apical es más largo y ancho que en la especie precordillerana. El material descrito por Holmer et al. (2016) de la Formación Lindero (Darriwiliano-

Katiano) de Ponón Trehué (Provincia de Mendoza, Argentina) referido como *C. cf. multisinuata*, difiere de *C. andina* en tener la valva ventral más alta con una pseudointerárea cataclina, un campo muscular cardinal ventral más largo y ancho y presenta un sulco medio dorsal.

Familia SCAPHELASMATIDAE Rowell, 1965

Género *Scaphelasma* Cooper, 1956

Especie tipo: *Scaphelasma septatum* Cooper, 1956, p. 259; por designación original; del Ordovícico Medio (Biozona *Pygodus anserinus*), capas Pratt Ferry, Pratt Ferry, Alabama, Estados Unidos.

Scaphelasma zharykensis Popov, 2000

Lám. IV, Figs. U-X; Lám. V, Figs. A-I

Material: Tres valvas ventrales, cinco valvas dorsales y un ejemplar con las valvas unidas CEGH-UNC 27367-27375. Material adicional: 7 valvas ventrales y 30 valvas dorsales, no ilustradas

Procedencia y edad: Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas, secciones de la Quebrada Las Aguaditas y Río Las Chacritas, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio (Darriwiliano).

Descripción: La conchilla es ventribiconvexa, de contorno oval ensanchado, con valvas que promedian un 81.4% tan largas como anchas (rango observado 65-91%, N=24). La valva ventral es cónica y amplia, un 40% tan alta como ancha (rango observado 36-41%; N=4); el punto más alto se encuentra en posición sub-central, hacia el margen posterior. En vista dorsal, el margen posterior es ligeramente recto a cóncavo; la pseudointerárea es proclina y posee un intercrecimiento bien definido. El foramen peduncular es oval y elongado, promediando 69% tan ancho como largo (rango observado 54-88%) y atravesando el límite posterior de la conchilla larval. El interior de la valva ventral presenta un proceso apical ligeramente ensanchado y en forma de una cresta baja, que se ubica anterior al foramen, y se observa un par de cicatrices del músculo umbonal bien definidas, que poseen un contorno casi circular y se ubican hacia los lados posteriores del foramen,

ocupando un 16% del ancho total en un espécimen. La valva dorsal es convexa en la mitad posterior, con un ápice redondeado que se extiende más allá del margen posterior y está recurvado ligeramente hacia adentro; las superficies anterior y laterales son aplanadas; un débil sulco medio se origina a un tercio del largo total desde el ápice. La pseudointerárea dorsal es ortoclina y amplia, alcanzando un 25% tan larga como ancha y formando alrededor de dos tercios del ancho total de la valva; el surco mediano es ligeramente cóncavo y amplio, con propáreas pobremente definidas. El septo medio se origina alrededor de 0.3 mm desde el margen posterior, y se extiende hasta un 90% del largo total (rango observado 85-94%, N=12); es relativamente alto con una relación [altura septo/ancho total] promediando 48% (rango observado 34-59%, N=7), y tiene forma de cuchilla con el ápice redondeado, y la inclinación posterior casi recta y la anterior convexa. Las cicatrices del músculo cardinal dorsal están relativamente bien definidas, ocupando más de la mitad del ancho total en un ejemplar. La conchilla larval de ambas valvas es de contorno oval a sub-circular, oscilando entre 130-180 μm de largo y 155-220 μm de ancho, recubierta por *micropits* circulares densamente dispuestos, con un diámetro de hasta 4 μm , y que están separados por crestas bajas. La ornamentación postlarval está compuesta por filas concéntricas bien definidas en número de 8-9 cada 100 μm , y de 4 a 6 fuertes lamelas concéntricas a lo largo de la mitad anterior de la valva.

Discusión: El material recuperado de la Formación Las Aguaditas es estrechamente comparable en características principales con *S. zharykensis* Popov, 2000b, del Ordovícico Superior (Katiano) de la Formación Bestyube, en el centro-norte de Kazajstán, como poseer un contorno oval y ensanchado, una pseudointerárea ventral proclina con un intercrecimiento bien definido, un foramen peduncular de contorno ovalado, un débil sulco medio dorsal, una pseudointerárea dorsal ortoclina dividida por un amplio surco medio ligeramente cóncavo, el interior de la valva ventral con un proceso apical anterior al foramen y con forma de cresta baja, un septo medio dorsal alto y triangular, y la ornamentación postlarval compuesta de filas concéntricas y fuertes lamelas. Holmer et al. (2016) reportan dos especies del género *Scaphelasma* en la Formación Ponón Trehué (Ordovícico Inferior) de la Provincia de Mendoza: *S. septatum* (Cooper, 1956) y *S. cf. lamellosum* (Krause y Rowell, 1975). La primera difiere del material aquí estudiado en presentar un septo medio dorsal más bajo y en forma de cresta, un sulco medio más

profundo, el contorno de la conchilla más ensanchado y un arreglo distinto en la ornamentación postlarval; y *S. cf. lamellosum* se asemeja a *S. zharykensis* en el contorno de la valva dorsal, en tener un sulco medio débilmente impreso y una ornamentación postlarval similar, pero difiere en tener un septo medio dorsal más bajo y con el ápice acuminado, los campos musculares cardinales dorsales mejor definidos y más grandes y posee una pseudointerárea dorsal con un surco peduncular más ancho.

Familia TORYNELASMATIDAE Rowell, 1965

Género *Torynelasma* Cooper, 1956

Especie tipo: *Torynelasma toryniferum* Cooper, 1956, p. 258, por designación original; del Ordovícico Medio (Biozona *Pygodus anserinus*), capas Pratt Ferry, Pratt Ferry, Alabama, Estados Unidos.

Torynelasma? sp.

Lám. V, Fig. J

Material: Interior de una valva dorsal CEGH-UNC 27376.

Procedencia y edad: Formación Las Chacritas, sección del Río Las Chacritas, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio (Darriwiliano).

Discusión: Sólo se ha encontrado un espécimen en las muestras estudiadas, que corresponde a una valva dorsal convexa en vista lateral, con un contorno triangular redondeado de margen posterior amplio y recto, y presentando una relación largo/ancho de 0.72 (largo máximo 0.78 mm, ancho máximo 1.08 mm). La pseudointerárea está bien desarrollada, muy amplia y pobremente dividida, ocupando 64% del ancho total. Está presente un pequeño y elevado *median buttress*, ensanchado posteriormente y con forma de “T”, alcanzando los 0.11 mm de largo y 0.22 mm de ancho, y por delante del mismo se origina el septo medio dorsal, alrededor de los 0.21 mm desde el margen posterior, y extendiéndose hasta el 90% del largo total; desafortunadamente, la parte superior del septo no está preservada. Este espécimen se incluye dentro de la familia Torynelasmatidae por tener un amplio margen posterior recto y un *median buttress* ancho y elevado, pero se deja

con dudas la asignación al género *Torynelasma* debido a no poseer valvas dorsales más completas y carecer de valvas ventrales.

Familia EPHIPPELASMATIDAE Rowell, 1965

Género *Ehippelasma* Cooper, 1956

Especie tipo: *Ehippelasma minutum* Cooper, 1956, por designación original. Ordovícico (Darriwiliano superior a Sandbiano inferior), Formación Pratt Ferry, Alabama, Estados Unidos.

Ehippelasma sp.

Lám. V, Figs. N-S

Material: Interior de una valva dorsal, exterior de una valva ventral y fragmento de una valva ventral CEGH-UNC 27379-27381.

Procedencia y edad: Formación Las Chacritas, sección del Río Las Chacritas, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio (Darriwiliano).

Descripción: La conchilla es ventribiconvexa; la valva ventral posee un contorno sub-circular con una relación largo/ancho de 0.82 (hasta 0.6 mm de largo y 0.75 mm de ancho en un espécimen, alta y cónica, siendo un 120% tan alta como ancha (N=2); la pseudointerárea ventral es cataclina a ligeramente apsaclina con un intercrecimiento bien definido, el umbón es redondeado y el ápice se encuentra recurvado hacia atrás; el foramen apical es diminuto, de contorno circular, promediando un diámetro de 25.6 μm . Los caracteres internos están pobremente preservados. La conchilla larval ventral está finamente delineada, casi de contorno circular, hasta 180 μm de largo y 200 μm de ancho medida en un espécimen, ornamentada con *micropits* de tamaño variable entre 1-2 μm de diámetro. La ornamentación postlarval consiste en fuertes lamelas concéntricas en número de 6-7 cada 100 μm . La valva dorsal es ligeramente convexa, de contorno oval y ensanchado con una relación largo/ancho promediando 0.74 (hasta 0.7 mm de largo y 0.95 mm de ancho en un ejemplar). La pseudointerárea dorsal posee propáreas anaclinas, alrededor de 15% tan larga como ancha, ocupando un 45% del ancho total; el surco peduncular es ancho y ocupa un poco más de un tercio del ancho de la pseudointerárea; las

cicatrices del músculo cardinal dorsal son apenas distinguibles, alrededor de 38% tan largas como anchas. El septo medio dorsal está parcialmente roto en la parte superior, se origina a los 0.11 mm desde el margen posterior y se extiende hasta un 71% del largo total. El septo es relativamente bajo y posee de cinco a seis bastones septales en la pendiente anterior.

Discusión: La valva ventral altamente cónica con una pseudointerárea cataclina, la ornamentación postlarval con fuertes lamelas concéntricas, y la conchilla larval bien delineada ornamentada con *micropits*, permite referir el material al género *Ephippelasma*. Sin embargo, la única valva dorsal con un septo medio dorsal roto, hace que la atribución taxonómica de este material sea sólo tentativa, sumado a la ausencia de mayor cantidad de ejemplares y una mejor preservación. Existe la posibilidad de que la única valva dorsal referida a *Ephippelasma* sp., pertenezca al género *Numericoma* Popov en Nazarov y Popov, 1980; pero el material referido a *N. simplex* Holmer, 1989 (discutido más adelante), presenta una forma distinta y se encontró una gran cantidad de valvas dorsales con el septo medio completo, igualmente mostrando distinta configuración de espinas septales en la pendiente anterior.

Género *Akmolina* Popov y Holmer, 1994

Especie tipo: *Akmolina olentensis* Popov y Holmer, 1994; Cámbrico Superior de la Formación Kujandy, centro noreste de Kazajstán.

Akmolina sp.

Lám. V, Figs. K-M

Material: Dos valvas dorsales (vista interior y exterior) CEGH-UNC 27377, 27378.

Procedencia y edad: Formación Las Chacritas, sección del Río Las Chacritas, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio (Darriwiliano).

Descripción: La valva dorsal es plana a ligeramente convexa, con un contorno casi circular, promediando una relación largo/ancho de 0.97 (hasta 1.06 mm de largo y 1.12 mm de ancho); la ornamentación postlarval consiste en incipientes líneas de crecimiento, pero la mayor parte de la superficie de la valva es lisa. La conchilla larval es discoidal, aproximadamente de contorno circular (relación largo/ancho 0.96) y se encuentra

ligeramente elevada; posee una ornamentación compuesta de *micropits* densamente agrupados, con un diámetro aproximado de 2.5-3 μm . La pseudointerárea es amplia, ocupando alrededor del 50% del ancho total, y siendo un 25% tan larga como ancha, con propáreas levemente apsaclinas y un amplio surco peduncular de forma triangular. El campo muscular cardinal dorsal es apenas reconocible, ocupando más de la mitad del ancho total. El septo medio dorsal y el *median buttress* están ausentes.

Discusión: Estos dos ejemplares aquí descritos, son los únicos que carecen de septo medio dorsal dentro de todo el material recuperado de acrotrétidos en las muestras estudiadas. A pesar del hecho de sólo contar con valvas dorsales, el material se asemeja en varias características a *Akmolina olentensis* Popov y Holmer, 1994, en tener un contorno circular en la conchilla adulta y larval, un amplio surco mediano y la ausencia de septo medio dorsal y *median buttress*. Sin embargo, la ausencia de mayor número de especímenes y de valvas ventrales, hace que una determinación más específica se difícil.

Género *Numericoma* Popov en Nazarov y Popov, 1980

Especie tipo: *Numericoma ornata* Popov (en Nazarov y Popov, 1980), 9. 102; por designación original; del piso Llanvirn Kopalin, Karakan (Localidad 2033), Kazajstán.

Numericoma simplex Holmer, 1989

Lám. V, Figs. T-X; Lám. VI, Figs. A-H

Material: Tres valvas ventrales y cuatro valvas dorsales CEGH-UNC 27382-27388. Material adicional: 32 valvas ventrales y 25 valvas dorsales, no ilustradas.

Procedencia y edad: Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas, secciones de la Quebrada Las Aguaditas y Río Las Chacritas, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio a Superior (Darriwiliano-Sandbiano).

Descripción: La conchilla es ventribiconvexa; la valva ventral es cónica, alcanzado un 68% tan alta como ancha, de contorno oval con una relación largo/ancho de 0.76 (rango observado 0.64-0.88, N=3). La pseudointerárea ventral es apsaclina, curvada posteriormente en vista lateral, con intercrecimiento bien definido. El foramen peduncular es diminuto y redondeado, promediando 26 μm de diámetro, localizado al final de un

pequeño tubo peduncular externo. El interior de la valva ventral posee un pequeño tubo interno, ligeramente engrosado y apoyado sobre la superficie posterior, delimitado anteriormente por un bajo proceso apical en forma de cresta; no se distinguen otras características internas ventrales. La conchilla ventral larval está bien definida, de contorno oval, hasta 0.12 mm de largo y 0.15 mm de ancho. La valva dorsal presenta la máxima convexidad en la mitad; es de contorno oval, promediando una relación largo/ancho de 0.80 (rango observado 0.77-0.84, N=4); la pseudointerárea dorsal ocupa casi el 50% del ancho total, y es 17% tan larga como ancha, con unas propáreas anaclinas. El campo muscular cardinal dorsal está relativamente bien definido, siendo 35% tan largo como ancho, con cicatrices ovales y elongadas no elevadas. El septo medio dorsal se origina a los 0.14 mm desde el margen posterior, y se extiende hasta un 73% de largo total; la máxima altura está situada en el centro de la valva, y la relación [altura septo/ancho total] es de 0.35. La pendiente anterior es cóncava a ligeramente recta; en vista anterior es asimétrico, bifurcado en la parte superior y curvado casi 90° en algunos especímenes, portando un número variable de espinas septales, generalmente hasta 10. La conchilla larval dorsal está pobremente delineada, es de contorno circular y alcanza los 0.14 mm de diámetro. La ornamentación larval en ambas valvas consiste en *pits* más grandes, de hasta 2 µm de diámetro, separados por *clusters* de *pits* más pequeños de hasta 0.4 µm. La ornamentación postlarval está formada por finas líneas de crecimiento en número de 6 por 0.1 mm medidas en la mitad posterior.

Discusión: *N. simplex* Holmer, 1989 se distingue de otras especies del género en tener un simple septo mediano dorsal con una sola curvatura de 90°. Los especímenes que se describen aquí se asemejan en esta forma del septo mediano, con un número variable de espinas septales, y además son similares en tener una pseudointerárea ventral apsaclina, un intercrecimiento bien definido, poseen un corto tubo peduncular externo, una valva dorsal convexa en vista lateral, una pseudointerárea dorsal anaclina, las cicatrices del músculo cardinal bien definidas, la ornamentación de *micropits* en ambas conchillas larvales, y la ornamentación postlarval compuesta de *fila* de crecimiento concéntricas. Otra especie de *Numericoma* fue descrita en Argentina en el Darriwiliano de Ponón Trehué (provincia de Mendoza) por Holmer et al. (2016), *N. rowelli* Holmer, Popov, Lenhert y Pour, 2016, pero la principal diferencia con el material aquí descripto, es la de presentar un septo medio

dorsal asimétrico y fuertemente recurvado más de una vez, portando hasta 31 espinas septales, y teniendo una *surmounting platform* formada por la fuerte curvatura de la placa septal, además de tener una valva ventral con un intercrecimiento pobremente definido.

Numericoma rowelli Holmer, Popov, Lenhert y Ghobadi Pour, 2016

Lám. XVI, Figs. U-AB

Material: Cuatro valvas dorsales CEGH-UNC 27442-27445, y dos ventrales CEGH-UNC 27446-27447, ilustradas provenientes de la ección del Cerro La Chilca, provincia de San Juan. 15 valvas dorsales y 21 ventrales como material adicional, no ilustrado.

Procedencia y edad: Últimos 50cm del techo de la Formación San Juan (Darriwiliano), en la sección del Cerro la Chilca, Provincia de San Juan.

Descripción: Conchilla ventribiconvexa, presentando la valva ventral cónica y la valva dorsal aplanada a ligeramente convexa. El contorno es ovalado transversalmente, con una relación largo/ancho de aproximadamente de 0.86 (ancho máximo=460 μm ; largo máximo=400 μm). La pseudointerárea ventral es apsaclina y recurvada, y presenta un intercrecimiento estrecho e incipiente; el foramen peduncular es de contorno circular y se encuentra por detrás del ápice de la valva. La conchilla larval se encuentra poco delineada, y sólo se diferencia de la conchilla adulta en la ornamentación; la ornamentación larval se compone de *micropits* esparcidos densamente en toda la superficie, mientras que la ornamentación en la superficie de la conchilla adulta consiste en finas líneas de crecimiento concéntricas. Los caracteres internos no son visibles. La pseudointerárea dorsal es ortoclina a anaclina, baja, dividida por un ancho surco peduncular; la superficie externa se encuentra cubierta por finas líneas de crecimiento concéntricas, exceptuando la conchilla larval de contorno subcircular, que presenta *microptis* en toda su área. En la superficie interna pueden observarse las cicatrices musculares cardinales, de contorno suboval; el septo medio se encuentra fuertemente plegado y posee espinas septales en su cara anterior; la *surmounting platform* es asimétrica y plegada casi 90°, portando un variable número de espinas en su cara anterior. El refuerzo mediano se encuentra ausente.

Discusión: El material se asigna a la especie *N. rowelli* Holmer, Popov, Lenhert y Ghobadi Pour, 2016, descrita en niveles de edad similar en la Formación Ponón Trehué en el Bloque San Rafael; se asemeja en su contorno ovalado transversalmente, la pseudointerárea ventral apsaclina y recurvada posteriormente, el intercrecimiento estrecho e incipiente, la posición y contorno del foramen peduncular, presentan una valva dorsal aplanada, un amplio surco peduncular que divide la pseudointerárea dorsal y un septo medio dorsal fuertemente plegado, que posee numerosas espinas septales en la cara anterior y en la *surmounting platform*. Los ejemplares aquí recuperados también poseen semejanzas con la especie *N. simplex* Holmer, 1989 del Ordovícico Medio de Suecia, que adicionalmente fue registrada en el Ordovícico Medio y Superior de las Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas (Lavié et al., 2019), donde se observa similar contorno, perfil y pseudointerárea en la valva ventral, al igual que el contorno y la pseudointerárea de la valva dorsal; pero rápidamente se diferencian en la posición del foramen peduncular y el ápice de la valva ventral más acuminado, además de presentar un septo medio dorsal más plegado y con un número mayor de espinas septales en la cara anterior.

Familia BIERNATIDAE Holmer, 1989

Género *Biernatia* Holmer, 1989

Especie tipo: *Torynelasma minorrossicum* Gorjansky, 1969, por designación original; Ordovícico Medio (Darriwiliano, piso regional Kunda), distrito Pskov, noroeste de Rusia.

Biernatia rhapsody Lavié, Serra y Feltes, 2019

Lám. VI, Figs. I-U

Material: Interior de una valva dorsal CEGH-UNC 27393 (Holotipo). Dos valvas ventrales y tres valvas dorsales CEGH-UNC 27389-27392, 27394.

Procedencia y edad: Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas, secciones de la Quebrada Las Aguaditas y Río Las Chacritas, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio a Superior (Darriwiliano-Sandbianio).

Diagnosis: Valva ventral sumamente cónica con una pseudointerárea fuertemente apsaclina. Valva dorsal ligeramente convexa, sin sulco medio. Interior dorsal con

pseudointerárea anaclina a ortoclina, cicatrices musculares cardinales no delimitadas por crestas elevadas, septo medio con una *surmounting platform* sub-triangular y soportada anteriormente por una pendiente anterior (*anterior slope*), con un número variable de bastones septales.

Descripción: La conchilla es fuertemente ventribiconvexa; la valva ventral es de contorno sub-circular con una relación largo/ancho 0.82 (largo máximo: 0.5 mm; ancho máximo: 0.6 mm); es sumamente cónica, promediando 146% tan alta como ancha. En vista lateral, las superficies anterior y posterior están aplanadas, con un ápice muy acuminado; la pseudointerárea ventral está pobremente definida y es fuertemente apsaclina. El foramen peduncular tiene un contorno circular, promediando un diámetro de 30 μ m. No se reconocen características internas en valva ventral. La valva dorsal posee un contorno ovalado, promediando una relación largo/ancho 0.80 (largo máximo: 0.76 mm; ancho máximo: 0.93 mm; N=3); es ligeramente convexa en vista lateral, con la máxima convexidad situada un poco por detrás de la línea media, y carece de sulco medio. La pseudointerárea dorsal es anaclina a ortoclina, con un promedio de 18% tan larga como ancha, y ocupando alrededor de un 50% del ancho total de la valva. Las cicatrices musculares cardinales dorsales están poco definidas, ligeramente más largas que anchas (relación largo/ancho: 1.3), y el campo muscular es 38% tan largo como ancho y ocupa alrededor de un 22% del largo total y un 47% del ancho total. El surco peduncular es triangular y ocupa un poco más de la mitad del ancho de la pseudointerárea. El septo medio se origina a los 0.12mm desde el margen posterior, y se extiende hasta un 73% del largo total de la valva; el septo es bajo, con una relación [altura del septo/ancho de valva] alrededor de 0.35; posee una *surmounting platform* ligeramente convexa que alcanza los 0.09 mm de ancho, que en vista dorsal es de contorno triangular, ensanchada anteriormente y soportada por la inclinación anterior (*anterior slope*), la cual posee un número variable de bastones septales. La conchilla larval ventral es cónica, pobremente delineada, alcanzando un largo de 0.12 mm y un ancho de 0.08 mm en un ejemplar; la conchilla larval dorsal está finamente delineada, y alcanza un largo de 0.10 mm y un ancho de 0.14 mm en un ejemplar; ambas están ornamentadas con *micropits* que promedian 2.1 μ m en diámetro. La ornamentación postlarval de ambas valvas consiste en líneas concéntricas poco visibles.

Discusión: Holmer (1989) crea el género *Biernatia* agrupando especies que poseen una pseudointerárea dorsal corta, una *surmounting platform* con forma variable y ornamentación larval compuesta por *pits* grandes rodeados por *pits* más pequeños. La especie tipo *B. rossica* (Gorjansky, 1969) del Ordovícico Medio de Estonia y el Distrito de Leningrado, difiere de *B. rhapsody* en tener un tamaño menor en el estado adulto (alrededor de 0.4mm de ancho), una valva dorsal aplanada con la pseudointerárea casi rudimentaria, el septo medio con una *surmounting platform* más convexa y no soportada anteriormente. *B. minor* (Cooper, 1956) del Ordovícico Medio de la Formación Pratt Ferry en Alabama, difiere de *B. rhapsody* en tener conchilla de menor tamaño, la valva dorsal con un contorno circular, y una *surmounting platform* en forma de cuchara y sin soporte en la parte anterior. *B. rarum* (Biernat, 1973) del Katiano de Polonia difiere en tener una valva ventral cónica pero más ancha, la valva dorsal con una pseudointerárea más pequeña y sin división, un septo medio con paredes laterales de mayor tamaño y la ornamentación postlarval consiste en líneas más grandes y engrosadas por toda la superficie de la conchilla. *B. forte* (Popov, 1975) del Ordovícico Medio (Tselinograd Stage) de Kazajstán se distingue de la especie argentina en tener una pseudointerárea ventral con un surco medio estrecho, un sulco medio dorsal muy distintivo, la pseudointerárea dorsal casi enteramente reducida, y un septo medio más alto que posee una *surmounting platform* con una estructura más compleja, formada por dos placas separadas por un surco. Holmer (1986) describe dos especies para el Ordovícico Superior de Suecia, *B. curvata* (Holmer, 1986) y *B. planum* (Holmer, 1986), donde ambas difieren de *B. rhapsody* en tener la *surmounting platform* no soportada anteriormente, no se haya evidencia de las cicatrices musculares cardinales dorsales y la conchilla larval dorsal se encuentra dentro de una distintiva depresión. *B. holmi* Holmer, 1989 del Ordovícico Superior de Suecia, difiere de la especie precordillerana en tener una pseudointerárea ventral moderadamente apsaclina, la valva dorsal aplanada en vista lateral y con sulco medio presente, la *surmounting platform* con márgenes paralelos y fuertemente convexa, sin soporte anterior. La especie conocida más antigua proveniente del Ordovícico Inferior (Tremadociano) de Noruega, *B. circularis* Popov y Holmer, 1994, difiere de *B. rhapsody* en tener una conchilla adulta al menos dos veces más pequeña, una pseudointerárea ventral menos apsaclina, la pseudointerárea dorsal es diminuta y el campo muscular cardinal dorsal se encuentra delimitado por crestas elevadas. *B. prominens* Popov,

2000b, del Ordovícico Superior de Kazajstán, difiere en tener sulco medio en la valva dorsal, campo muscular cardinal dorsal delimitado posteriormente por elevadas placas oblicuas, una *surmounting platform* con un surco medio y la pendiente septal anterior posee una muesca semicircular. *B. maruiaensis* Percival et al., 2011, del Ordovícico Medio de Nueva Zelanda, difiere de *B. rhapsody* en tener una pseudointerárea ventral cataclina a ligeramente apsaclina, la ornamentación postlarval ventral compuesta de crestas dispuestas en espiral, una valva dorsal aplanada con una pseudointerárea extremadamente corta y estrecha, y un septo medio muy desarrollado posteriormente, elevado y proporcionando soporte al campo muscular cardinal lateralmente. Dos especies del Ordovícico Superior (Katiano) de Australia difieren de *B. rhapsody*; *B. wrighti* Engelbresten in Percival et al., 2016, posee una amplia *surmounting platform* con un estrecho surco medial y el septo medio sólo se extiende hasta la mitad del largo de la valva; y *B. pseudoplana* Engelbresten in Percival et al., 2016, posee un septo medio con forma de cuchilla y una valva ventral que presenta un distintivo tubo peduncular, además ambas especies poseen sulco medio dorsal y la parte anterior del septo medio no soportada. Existen dos especies más asignadas al género, con las que resulta difícil una comparación; se trata de *B. acuta* (Troedsson, 1918), del Ordovícico Superior de Suecia, donde los caracteres internos dorsales no se conocen en detalle y la asignación genérica es tentativa; y *B. magnum* (Gorjansky, 1969), del Ordovícico Inferior de Rusia y Estonia, en la cual la valva dorsal es desconocida y la inclusión de esta especie al género *Biernatia* es cuestionable.

Familia EOCONULIDAE Rowell, 1965

Género *Eoconulus* Cooper, 1956

Especie tipo: *Eoconulus rectangulatus* Cooper, 1956, p. 282, por designación original; del Ordovícico Medio (Biozona *Pygodus anserinus*), capas Pratt Ferry, Pratt Ferry, Alabama, Estados Unidos.

Eoconulus sp 1.

Lám. VI, Figs. V-W

Material: Cuatro valvas dorsales (vista exterior e interior) CEGH-UNC 27395, 27396, 27429, 27432-27434, dos valvas ventrales CEGH-UNC 27430, 27431. Material adicional: 83 valvas dorsales, no ilustradas.

Procedencia y edad: Formación Las Aguaditas, sección de la Quebrada Las Aguaditas, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio (Darriwiliano).

Discusión: Se encontraron muchos ejemplares que son referidos a la familia *Eoconulidae*. Asimismo, sólo se recuperaron valvas dorsales, la mayoría con forma de domo, con un contorno casi circular, promediando hasta 1.27 mm de largo y 1.26 mm de ancho; la altura máxima se encuentra ligeramente por detrás del centro del ápice, y alcanza los 0.75 mm en el espécimen de mayor tamaño. El margen posterior es casi recto, sin una pseudointerárea distinguible. La conchilla larval no se reconoce, y la ornamentación postlarval consiste en finas arrugas concéntricas irregularmente espaciadas. A pesar del hecho de contar con abundante material, las características internas están pobremente preservadas en todos los ejemplares, o en su defecto cubiertas por sedimento, haciendo que la determinación específica sea muy dificultosa. La morfología general de valva en domo, la ausencia de una pseudointerárea y la ornamentación con finas arrugas concéntricas, permite asignar el material con certeza al género *Eoconulus*. Los otros géneros dentro de la familia, *Otariconulus* Holmer y Popov, 2000, y *Undiferina* Cooper, 1956, fácilmente se distinguen del material estudiado por poseer una pseudointerárea dorsal muy bien definida.

Recientemente, se hallaron nuevos ejemplares provenientes del techo de la Formación San Juan, y se ilustran por primera vez en este trabajo (Lám. XVI, Figs. A-G), donde se registra material de valvas ventrales. Lamentablemente, aún no se ha podido describir correctamente el material, aunque es posible que sea de la misma especie que los registros de la Formación Las Aguaditas.

Orden SIPHONOTRETIDAE Kuhn, 1949

Superfamilia SIPHONOTRETOIDEA Kutorga, 1848

Familia SIPHONOTRETIDAE Kutorga, 1848

Género *Chilcatreta* Lavié y Benedetto, 2016

Especie tipo: *Chilcatreta tubulata* Lavié y Benedetto, 2016. Parte superior de la Formación San Juan, Darriwiliano temprano a medio, Provincia de San Juan, Argentina.

Diagnos: Conchilla ventribiconvexa con la valva ventral cónica y la valva dorsal ligeramente convexa y sulcada. Pseudointerárea ventral alta, proclina. Foramen peduncular diminuto, cerrado posteriormente por una pequeña placa, proyectada internamente en un tubo peduncular largo y cilíndrico. Ornamentación compuesta de hileras concéntricas de largas espinas huecas intercaladas con pústulas, alternando con hileras formadas exclusivamente por pequeñas pústulas. *Costa* medianas ligeramente alargadas flanqueadas por costillas radiales inconspicuas en la región apical de la valva ventral.

Discusión: Externamente, el género *Chilcatreta* Lavié y Benedetto, 2016, se asemeja a *Cyrbasiotreta* Williams y Curry, 1985, en tener una valva ventral cónica, la valva dorsal sulcada y espinas de dos tamaños dispuestas a lo largo del borde de las lamelas. A pesar de estas similitudes, los especímenes de la Precordillera no pueden ser atribuidos al género irlandés por tener un largo tubo peduncular interno. En *Cyrbasiotreta* está ausente, y la única estructura es un borde sub-circular originado por un engrosamiento de los márgenes internos del foramen peduncular. Además, aunque no se menciona en la diagnosis de este género, ambas valvas presentan costillas radiales (cf. Williams y Curry, 1985, Figs. 50a, 56a). Entre aquellos géneros que poseen un variable desarrollo del tubo peduncular, *Chilcatreta* se asemeja a *Multispinula* Rowell, 1962, en poseer un rastro peduncular que es cubierto por una pequeña placa cóncava, y tener ornamentación fuertemente lamelosa con pústulas y espinas huecas, pero rápidamente se puede distinguir del material aquí descrito en tener un contorno sub-oval y elongado, un perfil biconvexo sub-igual, y una valva ventral ligeramente convexa, no cónica. A pesar de que todas estas características están presentes en la especie tipo *M. macrothyris* (Cooper), en *M. hibernica* (Reed), de la Caliza Tourmakeady de Irlanda (Williams y Curry, 1985), la conchilla tiende a ser de contorno circular y la pseudointerárea ventral es relativamente alta para el género. La especie irlandesa puede ser vista como una variante ventribiconvexa dentro del género *Multispinula* y no puede ser asignada al género *Chilcatreta* por tener un foramen peduncular mucho más largo y en forma de lágrima, y por presentar un tubo peduncular más corto. *Siphonotreta* de

Verneuil, 1845, se diferencia claramente de *Chilcatreta* en tener el perfil de la conchilla casi equibiconvexo, la valva ventral ligeramente convexa con una pseudointerárea casi ortoclina, y el sulco dorsal está ausente. Además, la ornamentación en *Siphonotreta* consiste en cortas espinas de tamaño uniforme muy cercanas entre sí. El escaso material referido a *S. americana* Cooper, 1956, del Ordovícico Superior (Mohakiano) de Norteamérica, se asemeja externamente a *Chilcatreta* en tener una valva dorsal con un sulco que se ensancha gradualmente hacia adelante, un foramen peduncular pequeño y ovalado ubicado por delante del ápice, y posee una ornamentación de lamelas con una o dos hileras de espinas, pero claramente difiere en tener una valva ventral no cónica (Cooper 1956, pl. 41, fig. 10). Por otro lado, cabe destacar que en la especie norteamericana no hay evidencia de tubo peduncular, con lo cual la atribución genérica no es totalmente conclusiva. *Nushbiella* Popov en Kolobova y Popov, 1986, puede ser diferenciado de *Chilcatreta* por su característica ornamentación radial, una valva ventral cónica pero más baja, y un tubo peduncular más corto. En *N. neozalandica* Percival en Percival et al., 2009, la ornamentación radial está pobremente definida, como en *Chilcatreta*, y hay costillas radiales ligeramente engrosadas en la valva ventral. Sin embargo en otros caracteres, la especie neozelandesa concuerda con la diagnosis de *Nushbiella*. *Karnotreta* Williams y Curry, 1985, claramente difiere con *Chilcatreta* en tener un tamaño mucho más pequeño, una valva ventral cónica pero más baja, un rastro peduncular más grande y sub-circular, que continúa en un corto tubo peduncular más amplio y fusionado a la pared interna de la pseudointerárea (Williams y Curry, 1985, fig. 59), y una ornamentación de espinas aplanadas sub-iguales. *Eosiphonotreta* Havlíček, 1982, se asemeja a *Chilcatreta* en su largo tubo peduncular cilíndrico, pero difiere en tener un contorno oval y elongado de la conchilla, un foramen peduncular apical enteramente abierto y una pseudointerárea ventral más baja apsaclina a ortoclina. Más aún, *Eosiphonotreta* posee espinas dispuestas espaciadamente y no restringidas al borde de las lamelas, junto con pequeñas pústulas distribuidas al azar en toda la superficie de la conchilla. En conclusión, la combinación de los caracteres de una valva ventral sub-cónica, la ornamentación de largas espinas huecas alternando con hileras de diminutas pústulas, y la presencia de un conspicuo tubo peduncular, justificó la propuesta de erigir este nuevo género.

Chilcatreta tubulata Lavié y Benedetto, 2016

Lám. II, Figs. K-L; Lám. III, Figs. A-S

Material: Una valva dorsal CEGH-UNC 26940 (Holotipo). Un ejemplar con las valvas unidas, tres valvas ventrales y seis valvas dorsales CEGH-UNC 26937-26939, 26941-26947 (Paratipos).

Procedencia y edad: Parte superior de la Formación San Juan en el Cerro La Chilca, Provincia de San Juan, Precordillera centro-oeste de Argentina. Ordovícico Medio (Darriwiliano).

Descripción: La conchilla es ventribiconvexa, inequivalvada, de contorno sub-circular, alcanzando los 10 mm de largo, con una relación largo/ancho de 0.95. La valva ventral en vista lateral es alta y cónica, promediando un 42% tan alta como larga; el ápice está ligeramente inclinado hacia el margen posterior, localizado aproximadamente al 10% del largo de la valva desde el margen posterior. La pseudointerárea ventral es moderadamente larga, ampliamente triangular, aplanada a ligeramente convexa, abruptamente proclina, cubierta por lamelas de crecimiento fuertemente espinosas, y dividida por una débil cresta redondeada. El rastro peduncular es pequeño, entre 11-15% del largo de la valva, de contorno oval elongado a sub-triangular, localizado delante del ápice y cerrado posteriormente por una placa cóncava sub-triangular. La valva dorsal es sub-circular a ampliamente elíptica, con un pequeño ápice curvado hacia la pseudointerárea, que se encuentra pobremente definida. El sulco medio dorsal inicialmente es estrecho, ensanchándose y haciéndose menos profundo hacia adelante. Ambas valvas están ornamentadas por fuertes lamelas de crecimiento separadas por intervalos lisos, cada una portando una hilera de largas espinas huecas cónicas y tubulares, en número de 4 a 5 por milímetro, intercaladas entre sí por una o dos pequeñas pústulas redondeadas, las cuales además forman más o menos filas concéntricas continuas que alternan con filas de espinas más largas. El interior de la valva ventral posee un largo tubo peduncular cilíndrico, sub-oval en sección transversal, con un diámetro equivalente a aproximadamente el 10% del ancho total de la valva.

Chilcatreta lariojana Lavié y Benedetto, 2019

Lám. XIV, Figs. H-M; Lám. XV, Figs. D-N

Material: Holotipo: molde externo de una valva dorsal CEGH-UNC 27316b. Paratipos: CEGH-UNC 27325a, 27325b, 27327, 27333, 27336-27338. Material adicional: CEGH-UNC 27326, 27328-27332, 27334-27335, 27341.

Procedencia y edad: Cabeceras del Río Cachiyuyo, pendiente este de la Sierra de Famatina, Provincia de La Rioja, Argentina. Parte superior de la Formación Suri (Grupo Famatina), Floiano superior.

Diagnosis: Valva ventral cónica promediando 30% tan alta como larga. Pseudointerárea ventral triangular y aplanada, cataclina. Ornamentación de fuertes lamelas de crecimiento, separadas por intervalos cubiertos por microespinas densamente agrupadas, distribuidas al azar y en número de siete a nueve por milímetro, y largas macroespinas huecas tubulares y cónicas a lo largo del borde de las lamelas. Área visceral ventral amplia, en forma de corazón, elevada anteriormente y extendida casi hasta la mitad de la valva.

Descripción: La conchilla es ventribiconvexa, con un contorno casi circular, alcanzando los 9.25 mm de largo, con una relación largo/ancho 0.94 (rango observado 0.81-1.05, N=16). La valva ventral es cónica y baja en vista lateral, promediando un 30% tan alta como ancha. La pseudointerárea ventral es triangular y aplanada, moderadamente amplia y cataclina, ocupando aproximadamente un 31% del ancho total en un espécimen, sin división y cubierta por espinas espaciadas y líneas de crecimiento débilmente marcadas. Ambas valvas ornamentadas por fuertes lamelas de crecimiento separadas por intervalos cubiertos de tubérculos o microespinas densamente agrupadas, distribuidas azarosamente, en número de siete a nueve por milímetro; el borde de cada lamela posee una simple hilera de largas macroespinas huecas, tubulares y cónicas, en número de tres a cuatro por milímetro. En la superficie ventral interior se observa un largo y grueso tubo peduncular cilíndrico, en forma de lágrima o sub-oval en sección transversal, que posee un estrecho surco a lo largo de la superficie anterior. El rastro peduncular, aproximadamente 13% del largo de la valva, es de contorno oval elongado y se sitúa por delante del ápice. El área visceral ventral es amplia, con forma de corazón y engrosada anteriormente, y se extiende hasta casi la mitad del largo de la valva. Se observan dos pares de cicatrices musculares anteriores al tubo peduncular; el par posterior es más grande y converge hacia la línea

media inmediatamente delante del tubo; el par anterior es más pequeño y se localiza cerca de la línea media, anterior a los músculos centrales. La valva dorsal es de contorno sub-circular a ligeramente elongado antero-posteriormente, débilmente convexa en vista lateral, con un sulco medio estrecho y poco profundo, y una pseudointerárea pobremente definida; el umbón está curvado hacia el margen posterior. La superficie dorsal interna está recubierta por hileras de tubérculos, la mayoría de ellos carentes de aberturas internas, correspondiéndose con las macroespinas externas. Estos tubérculos están ausentes en la plataforma visceral.

Discusión: *Chilcatreta lariojana* es semejante a la única especie conocida del género *C. tubulata* Lavié y Benedetto, 2016, del Darriwiliano de la Precordillera argentina, en su contorno casi circular, la valva ventral cónica, un tubo peduncular cilíndrico bien definido, un rastro peduncular pequeño y en la valva dorsal sulcada. La nueva especie difiere en que la valva ventral es menos convexa y la pseudointerárea es más cataclina que proclina, el tubo peduncular tiene forma de lágrima en sección transversal y es un poco más corto, y posee un número mayor de tubérculos distribuidos sobre toda la superficie y las espinas huecas se encuentran más cercanas entre sí. Una característica distintiva de *C. lariojana* es el área visceral engrosada anteriormente y las impresiones musculares bien definidas, lo cual es relativamente inusual en los sifonotrétidos (Havliček, 1982; Mergl, 2002), incluso en especímenes excepcionalmente preservados de *Siphonobolus* Havliček, 1982, del Cámbrico-Orodvícico de China (Popov et al., 2009) en el cual sólo se observaron las cicatrices del músculo umbonal. Chuang (1971) y subsecuentemente Rowell (1977) propusieron una interpretación del sistema muscular de *Schizambon* Walcott, 1884, basados en la premisa de que el patrón del sistema muscular debe ser comparable con el visto en *Discinida*. Sin embargo, estudios hechos por Havliček (1982) de especímenes bien preservados de *Siphonobolus* y *Celdobolus* indican que el sistema muscular de los sifonotrétidos puede ser mejor interpretado como derivado de *Lingulida* del Paleozoico temprano (Holmer y Popov, 2000). Aquí se aceptaría esta última interpretación, aportando nuevos datos que sustentan esta hipótesis. *C. lariojana* posee dos pares de cicatrices musculares por delante del tubo peduncular. El par más grande que se sitúa cercano al tubo y converge hacia la línea media representaría las cicatrices de los músculos centrales, y posiblemente de los músculos laterales externos; mientras que el par más pequeño de

cicatrices casi circulares, que se localiza por delante del par más grande, representaría los músculos laterales medianos.

Subphylum CRANIIFORMEA Popov y otros, 1993

Clase CRANIATA Williams y otros, 1996

Orden CRANIIDA Waagen, 1885

Superfamilia CRANIOIDEA Menke, 1828

Familia CRANIIDAE Menke, 1828

Craniidae gen. et sp. indet.

Lám. II, Figs. G-J

Material: Una valva dorsal CEGH-UNC 26919, y una valva dorsal sin numerar.

Procedencia y edad: Niveles de la parte más alta de la Formación San Juan, en la Quebrada Los Gatos, Cerro Viejo, Provincia de San Juan; Darriwiliano.

Descripción: La valva dorsal es alta y sub-cónica, alrededor de 50% tan alta como ancha, alcanzando un ancho máximo de 6 mm; posee un contorno sub-trapezoidal redondeado, 89% tan ancho como largo, con un margen festoneado; el margen posterior es ligeramente curvado y el margen anterior es semi-elíptico. El ápice es excéntrico, localizado aproximadamente a un tercio del largo máximo de la valva, medido desde el margen posterior. En vista lateral, la superficie posterior está muy inclinada y es ligeramente cóncava, mientras que la superficie anterior es más plana, con una inclinación aproximada de 45° con respecto al plano comisural. La ornamentación radial se compone de diez amplias costillas simples que se originan en el umbón y se extienden hacia los márgenes; la cara posterior de la valva posee cinco costillas más pequeñas y redondeadas, dos de las cuales se elevan por interpolación, separadas por espacios de aproximadamente igual ancho que las costillas. En algunas de las costillas, apenas se observan débiles estrías radiales. Los caracteres internos son desconocidos.

Discusión: Esta conchilla calcárea sub-cónica con crecimiento holoperiférico, la cara posterior empinada en vista lateral y el patrón de ornamentación radial, permite que estos

dos ejemplares sean referidos a la orden Craniida, pero la ausencia de información sobre las cicatrices musculares hace que la atribución al orden sea provisional. Aunque la forma cónica de la conchilla (similar a las lapas) se presenta en algunos grupos de gastrópodos, y en el orden Tryblidiida (=monoplacóforos), la morfología general de los especímenes de San Juan no concuerda con estos grupos de moluscos. En muchos tryblidiidos del Paleozoico, por ejemplo, el ápice de la conchilla distintivamente sobresale por el margen anterior de la apertura, y la superficie de la conchilla usualmente está ornamentada con lamelas concéntricas co-marginales con la apertura. Dentro de los craniidos con ornamentación radial, los especímenes argentinos comparten con el género incrustante *Deliella* Halamski, 2004, poseer una valva dorsal pequeña y sub-cónica, la ausencia de espinas y la presencia de estriaciones radiales entre las costillas. Sin embargo, la especie tipo *Deliella deliae* Halamski, 2004, del Devónico de Polonia y Marruecos, claramente difiere en ser finamente multicostelada con numerosas costillas onduladas que incrementan en número por dicotomías. El género *Thulecrania* Holmer, Popov y Bassett, 2013, del Silúrico de Gotland (Suecia), difiere en tener un ápice de posición sub-marginal, y presentar costillas en forma de cuchilla que portan espinas macizas que se originan en la intersección de las costillas con las lamelas de crecimiento. El género ordovícico *Philhedra* Koken, 1889, claramente se distingue del material descrito por carecer de verdaderas costillas radiales y tener la superficie entera de la conchilla cubierta por largas espinas huecas, las cuales en la especie tipo de Estonia *P. baltica* Koken, 1889, se disponen radialmente (Bassett, 2000), pero en la especie de Precordillera *P. pauciradiata* Benedetto, 2015, tienden a estar irregularmente distribuidas (Benedetto, 2015). En conclusión, aunque estos dos ejemplares de la Provincia de San Juan pueden representar un nuevo género, la nominación formal aún queda pendiente hasta el hallazgo de materiales adicionales, preferentemente que en los que se puedan observar caracteres internos. En lo que concierne al modo de vida, los ejemplares disponibles han sido encontrados aislados en pelitas, sin conexión con otros organismos bentónicos de las mismas capas (principalmente braquiópodos rinconelliformes y esponjas cilíndricas), sugiriendo que probablemente no sean formas epizoicas.

LÁMINAS

Lámina I

Glossella cuyanica Lavié y Benedetto, 2016. Formación San Juan, Darriwiliano.

Fig. A, espécimen con las valvas unidas en vista dorsal; **fig. B**, vista ventral; **fig. C**, vista lateral; **fig. D**, detalle de la ornamentación. CEGH-UNC 26922.

Fig. E, molde externo de un espécimen con las valvas unidas y en posición de vida CEGH-UNC 26925.

Fig. F, detalle de la ornamentación en un flanco lateral; **fig. M**, valva ventral incompleta y parcialmente decorticada; **fig. N**, detalle de la ornamentación en la región anterior. CEGH-UNC 2692.

Fig. G, valva dorsal decorticada. CEGH-UNC 26924.

Fig. H, molde interno de la valva dorsal; **fig. I**, molde de látex. CEGH-UNC 26928

Fig. J, valva dorsal parcialmente decorticada; **fig. K**, detalle de la ornamentación; **fig. L**, vista de la región posterior. CEGH-UNC 26927.

Lingulasma? sp. Formación San Juan, Darriwiliano.

Fig. O, espécimen con las valvas unidas en vista ventral; **fig. P**, detalle de la ornamentación. CEGH-UNC 26935.

Fig. Q, espécimen fragmentado con las valvas unidas en vista anterior; **fig. R**, detalle de la ornamentación. CEGH-UNC 26934

Las escalas representan 3mm, excepto O y Q, la cual es 5mm; y D, F, K, y R, las cuales representan 1mm.

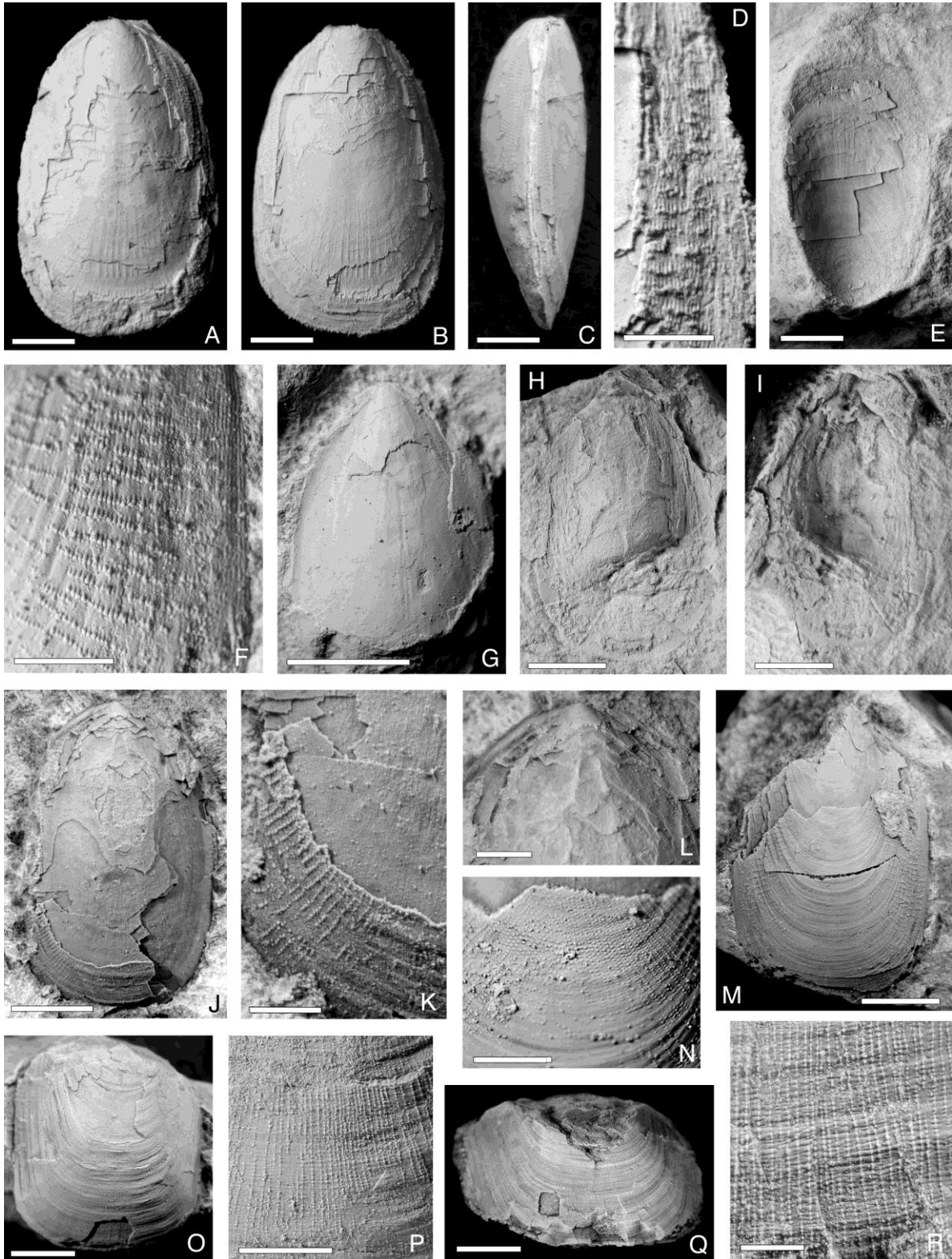


Lámina II

Trematis sp. Formación San Juan, Darriwiliano.

Fig. A, espécimen con las valvas unidas, molde externo de la valva dorsal; **fig. B**, molde de látex mostrando el desplazamiento de las valvas (flecha); **fig. C**, molde de látex detallando los *pits*; **fig. D**, detalle del molde externo mostrando los *pits* con relleno sedimentario. CEGH-UNC 26920.

Fig. E, valva dorsal incompleta; **fig. F**, detalle de la ornamentación. CEGH-UNC 26931.

Craniida gen. et sp. indet. Formación San Juan, Darriwiliano.

Fig. G, molde externo de la valva dorsal; **fig. H**, molde de caucho en vista dorsal; **fig. I**, vista en plano inclinado posterior; **fig. J**, vista lateral. CEGH-UNC 26919.

Chilcatreta tubulata Lavié y Benedetto, 2016. Formación San Juan, Darriwiliano.

Fig. K, valva dorsal. CEGH-UNC 26947.

Fig. L, valva dorsal; **fig. M**, vista lateral. CEGH-UNC 26946.

Todas las escalas representan 3mm.

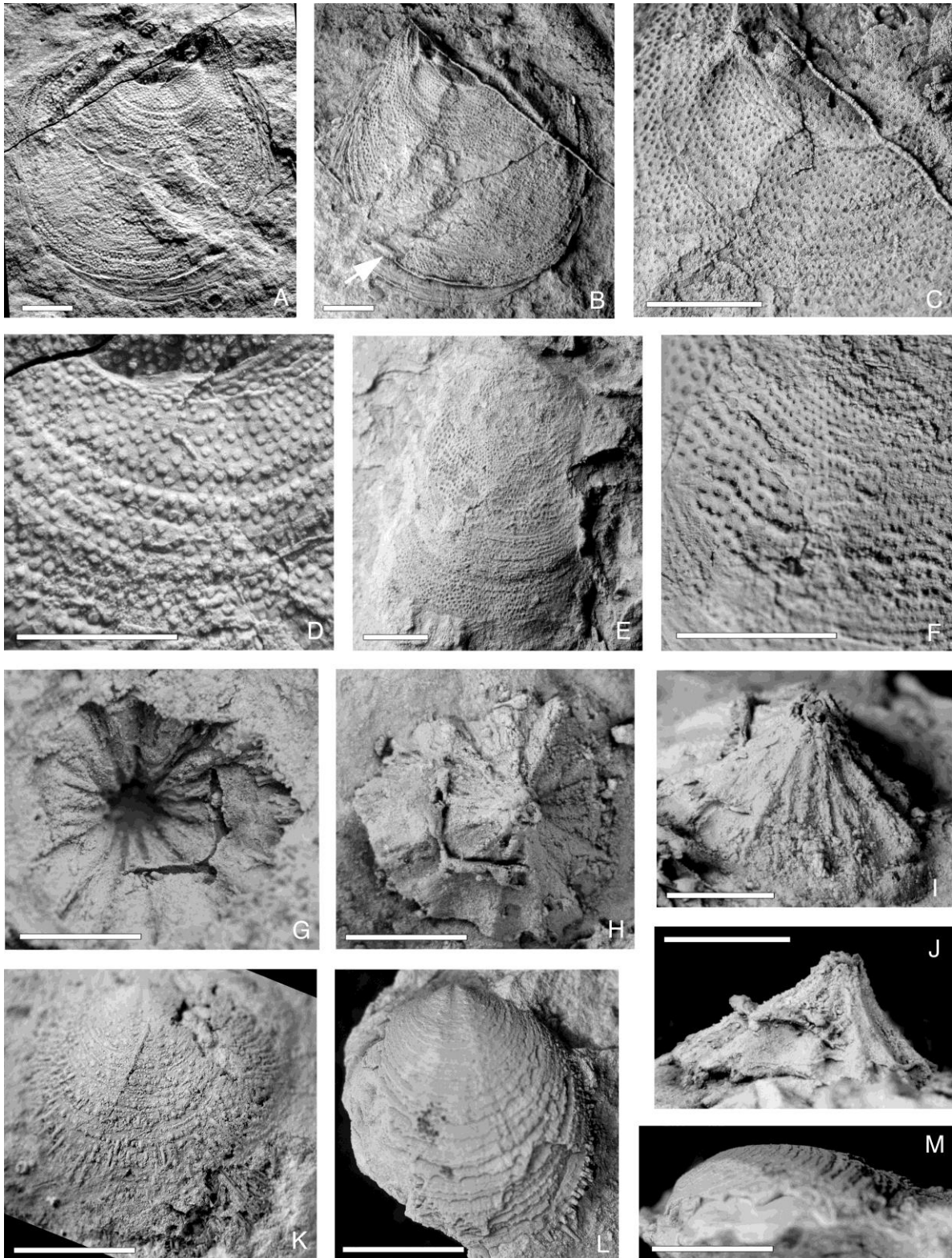


Lámina III

Chilcatreta tubulata Lavié y Benedetto, 2016. Formación San Juan, Darriwiliano.

Fig. A, exterior de una valva dorsal; **fig. B**, detalle de la ornamentación en la región marginal; **fig. C**, detalle de la ornamentación en la región central, mostrando filas de pequeñas pústulas alternando con espinas huecas más largas. CEGH-UNC 26940.

Fig. D, valva dorsal aplastada; **fig. E**, detalle de la ornamentación marginal; **fig. F**, detalle de la ornamentación en la región central. CEGH-UNC 26941.

Fig. G, vista oblicua anterior de una valva ventral; **fig. H**, vista anterior; **fig. I**, vista posterior; **fig. J**, vista lateral. CEGH-UNC 26939.

Fig. K, exterior de una valva dorsal. CEGH-UNC 26943.

Fig. L, valva ventral; **fig. M**, vista oblicua posterior; **fig. N**, detalle del foramen peduncular; **fig. O**, vista lateral. CEGH-UNC 26938.

Fig. P, valva ventral parcialmente decalcificada mostrando el tubo peduncular interno en vista oblicua lateral; **fig. Q**, vista oblicua posterior; **fig. R**, vista ventral; **fig. S**, detalle del tubo peduncular. CEGH-UNC 26937.

Todas las escalas representan 3mm, excepto C, E, F, O, y S, las cuales representan 1mm.

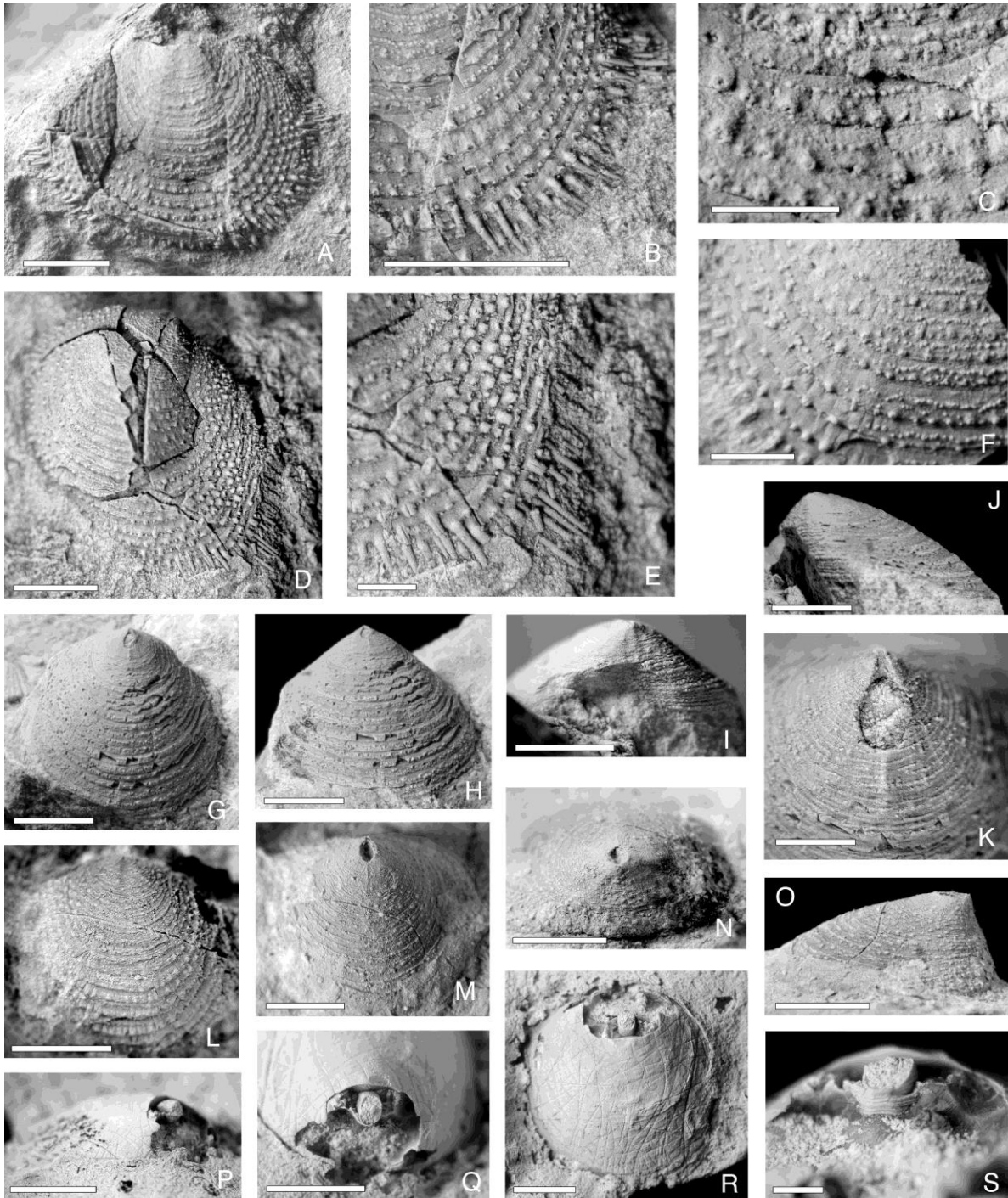


Lámina IV

Lingulops sp. Formación Las Aguaditas. Darriwiliano-Sandbiano.

Fig. A, interior de la valva dorsal. CEGH-UNC 27353.

Fig. B, interior de una valva ventral; **fig. C**, detalle de la pseudointerárea. CEGH-UNC 27354.

Fig. D, fragmento del exterior posterior de una valva ventral. CEGH-UNC 27355.

Paterula incognita Mergl, 1999. Formación Las Aguaditas. Darriwiliano-Sandbiano.

Fig. E, exterior de una valva ventral. CEGH-UNC 27356.

Fig. F, interior de una valva dorsal. CEGH-UNC 27357.

Fig. G, interior de una valva ventral; **fig. H**, detalle de la región posterior mostrando la muesca peduncular. CEGH-UNC 27358.

Conotreta andina Lavié, Serra y Feltes, 2019. Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas. Darriwiliano.

Fig. I, exterior de una valva ventral en vista anterior y parte de la región interior posterior. CEGH-UNC 27360.

Fig. J, exterior de una valva ventral en vista lateral; **fig. M**, vista superior; **fig. N**, detalle de la conchilla metamórfica. CEGH-UNC 27361.

Fig. K, conchilla con las valvas unidas, mostrando el interior de la valva ventral, parte del exterior de la valva dorsal y una vista lateral del septo medio dorsal. CEGH-UNC 27362.

Fig. L, exterior de una valva dorsal. CEGH-UNC 27365.

Fig. O, exterior de una valva dorsal; **fig. P**, detalle de la conchilla metamórfica. CEGH-UNC 27363.

Fig. Q, interior de una valva dorsal en vista superior; **fig. R**, vista lateral. CEGH-UNC 27364.

Fig. S, vista en detalle de las cicatrices musculares cardinales elevadas. CEGH-UNC 27397.

Fig. T, detalle del septo medio dorsal en vista lateral; CEGH-UNC 27366.

Scaphelasma zharykensis Popov, 2000. Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas. Darriwiliano.

Fig. U, exterior de una valva dorsal. CEGH-UNC 27367.

Fig. V, vista lateral del interior de una valva dorsal. CEGH-UNC 27368.

Fig. W, exterior de una valva dorsal. CEGH-UNC 27369.

Fig. X, interior de una valva dorsal. CEGH-UNC 27370.

Escalas representan 100 μm , excepto G, I, N y P la cual representa 30 μm .

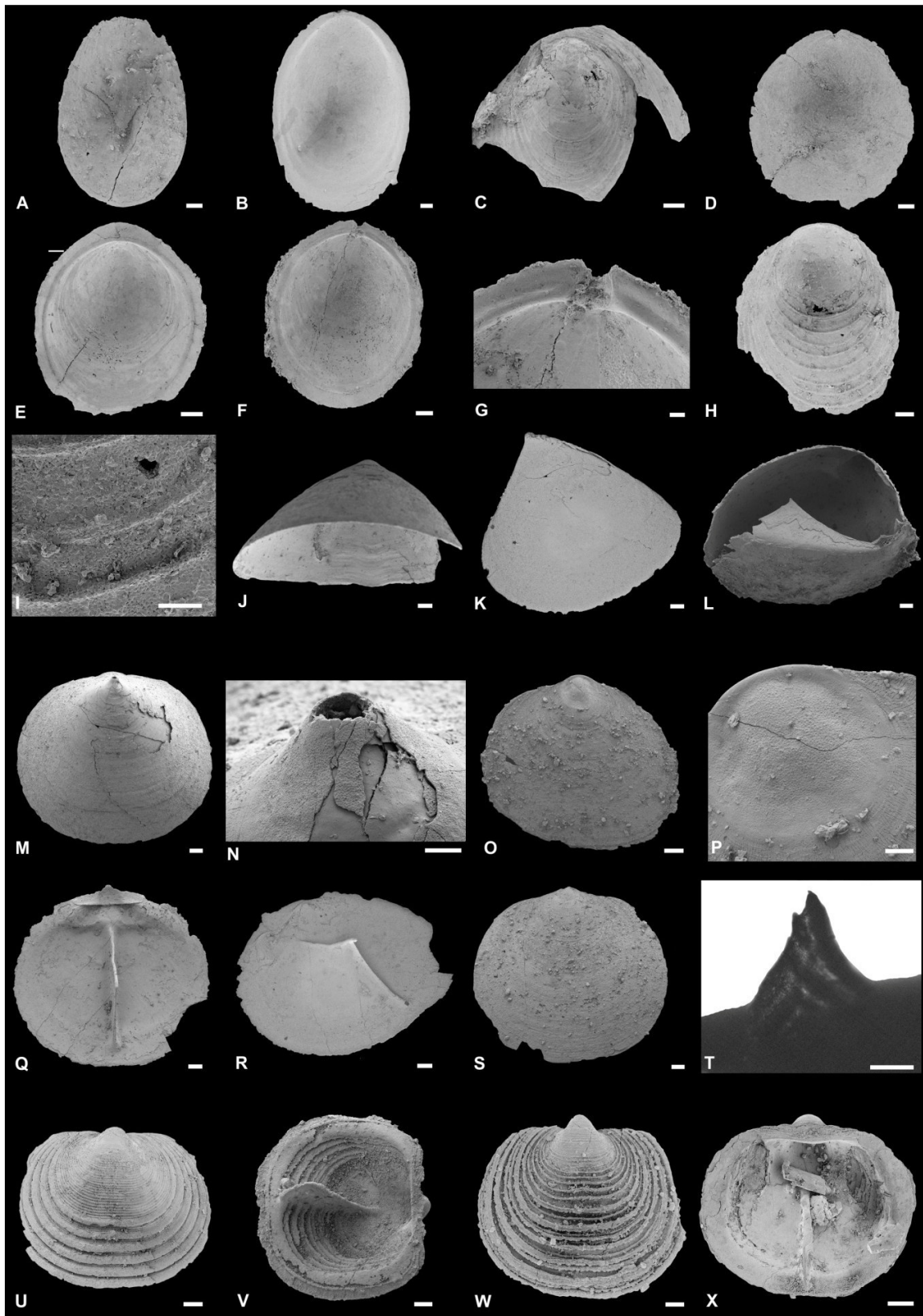


Lámina V

Scaphelasma zharykensis Popov, 2000. Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas. Darriwiliano.

Fig. A, exterior de una valva ventral en vista superior; **fig. B**, vista lateral. CEGH-UNC 2737.

Fig. C, valva ventral detallando los *micropits* en la conchilla metamórfica. CEGH-UNC 27398.

Fig. D, exterior de una valva ventral. CEGH-UNC 27372.

Fig. E, interior de una valva ventral, fragmentada. CEGH-UNC 27373.

Fig. F, ejemplar con las valvas unidas, mostrando parcialmente la superficie exterior ventral y la interior dorsal. CEGH-UNC 27374.

Fig. G, exterior de una valva dorsal; **fig. H**, detalle de la conchilla metamórfica. CEGH-UNC 27375.

Fig. I, interior de una valva dorsal en vista lateral CEGH-UNC 27370.

Torynelasma? sp. Formación Las Chacritas. Darriwiliano.

Fig. J, interior de una valva dorsal. CEGH-UNC 27376.

Akmolina sp. Formación Las Chacritas. Darriwiliano.

Fig. K, exterior de una valva dorsal; **fig. L**, detalle de la conchilla metamórfica. CEGH-UNC 27377.

Fig. M, interior de una valva dorsal. CEGH-UNC 27378.

Ephippelasma sp. Formación Las Chacritas. Darriwiliano.

Fig. N, interior de una valva dorsal en vista superior; **fig. O**, lateral. CEGH-UNC 27379.

Fig. P, detalle de la conchilla metamórfica; **fig. Q**, valva ventral en vista superior; **fig. R**, vista lateral. CEGH-UNC 27380.

Fig. S, exterior de una valva ventral fragmentada en vista lateral. CEGH-UNC 27381.

Numericoma simplex Holmer, 1989. Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas. Darriwiliano-Sandbiano.

Fig. T, exterior de una valva ventral en vista posterior. CEGH-UNC 27382.

Fig. U, exterior de una valva ventral en vista lateral; **fig. V**, detalle de la conchilla metamórfica. CEGH-UNC 27383.

Fig. W, exterior de una valva ventral en vista anterior; **fig. X**, detalle de la conchilla metamórfica. CEGH-UNC 27384.

Escalas representan 100 μm , excepto C, H, L, P, V y X las cuales representan 30 μm .

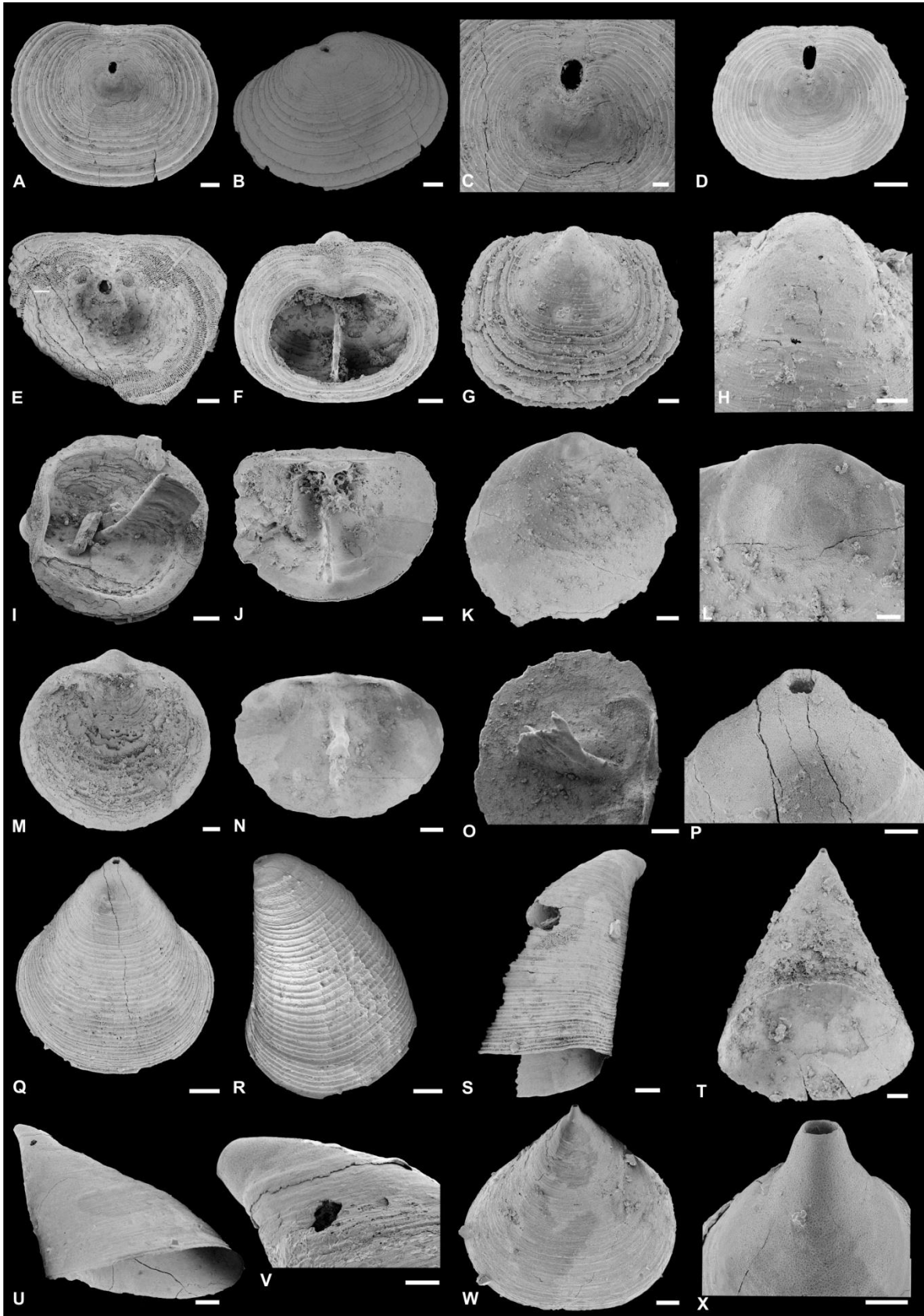


Lámina VI

Numericoma simplex Holmer, 1989. Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas. Darriwiliano-Sandbiano.

Fig. A, interior de una valva dorsal en vista superior; **fig. B**, vista lateral. CEGH-UNC 27385.

Fig. C, interior de una valva dorsal en vista lateral; **fig. D**, vista superior; **fig. E**, detalle de la pseudointerárea y los campos musculares cardinales. CEGH-UNC 27386.

Fig. F, exterior de una valva dorsal; **fig. G**, detalle de la conchilla metamórfica. CEGH-UNC 27387.

Fig. H, detalle del septo medio dorsal. CEGH-UNC 27388.

Biernatia rhapsody Lavié, Serra y Feltes, 2019. Formaciones Las Aguaditas y Las Chacritas. Darriwiliano-Sandbiano.

Fig. I, exterior de una valva ventral en vista anterior; **fig. J**, detalle del ápice acuminado. CEGH-UNC 27389.

Fig. K, valva ventral en vista lateral. CEGH-UNC 27390.

Fig. L, interior de una valva dorsal en vista superior; **fig. M**, detalle de la pseudointerárea y los campos musculares cardinales; **fig. N**, vista lateral. CEGH-UNC 27391.

Fig. O, exterior de una valva dorsal en vista lateral; **fig. P**, detalle de la conchilla metamórfica. CEGH-UNC 27392.

Fig. Q, valva dorsal en vista lateral; **fig. R**, vista superior; **fig. S**, detalle de la pseudointerárea y los campos musculares cardinales. CEGH-UNC 27393.

Fig. T, interior de una valva dorsal en vista lateral; **fig. U**, vista superior. CEGH-UNC 27394.

Eoconulus sp. Formación Las Aguaditas. Darriwiliano.

Fig. V, valva dorsal en vista exterior. CEGH-UNC 27395.

Fig. W, valva dorsal en vista interior. CEGH-UNC 27396.

Escalas representan 100 μm , excepto G, J y P las cuales representan 30 μm .

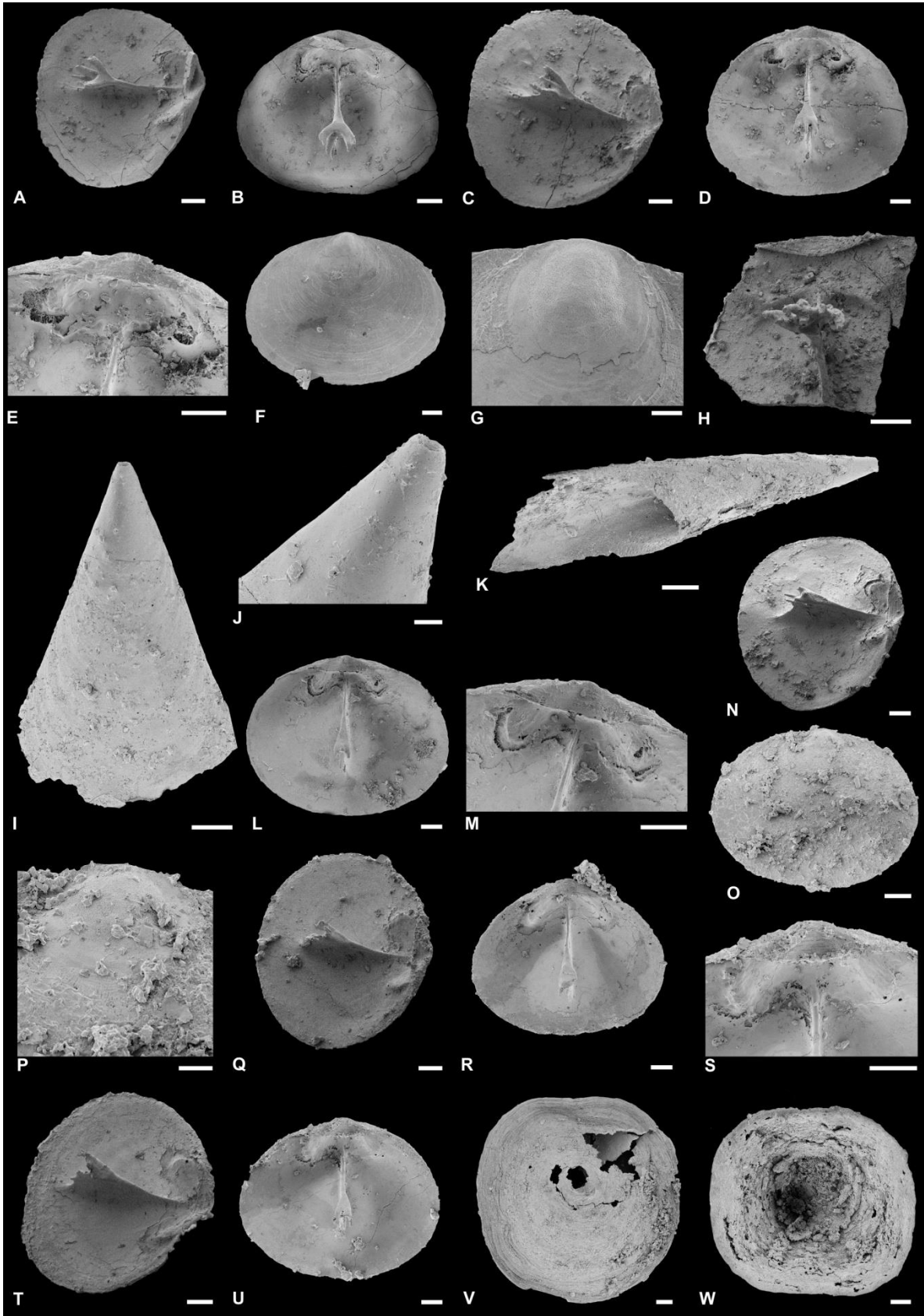


Lámina VII

Anomaloglossa sp. Formación Las Plantas, Sandbiano.

Fig. A, detalle del área visceral en la valva ventral; **fig. B**, valva ventral en vista dorsal. CEGH-UNC 27302.

Foveola sp. Formación Las Plantas, Sandbiano.

Fig. C, molde externo de la superficie de la conchilla. CEGH-UNC 27303.

Fig. D, detalle de la ornamentación compuesta por *pits*. CEGH-UNC 27304.

Acrotreta calabozoi Lavié, 2018. Formación Las Plantas, Sandbiano.

Fig. E, valva ventral en vista lateral. CEGH-UNC 27306.

Fig. F, interior de la valva dorsal. CEGH-UNC 27307.

Fig. G, molde interno de la valva ventral; **fig. H**, detalle de la región umbonal. CEGH-UNC 27305.

Fig. I, molde interno de la valva dorsal. CEGH-UNC 27308.

Fig. J, valva ventral y parte del molde interno en vista frontal. CEGH-UNC 27309.

Fig. K, valva dorsal. CEGH-UNC 27310.

Fig. L, valva ventral en vista superior. CEGH-UNC 27311.

Escalas= 1 mm, excepto figs. A, B y C que representan 5 mm.

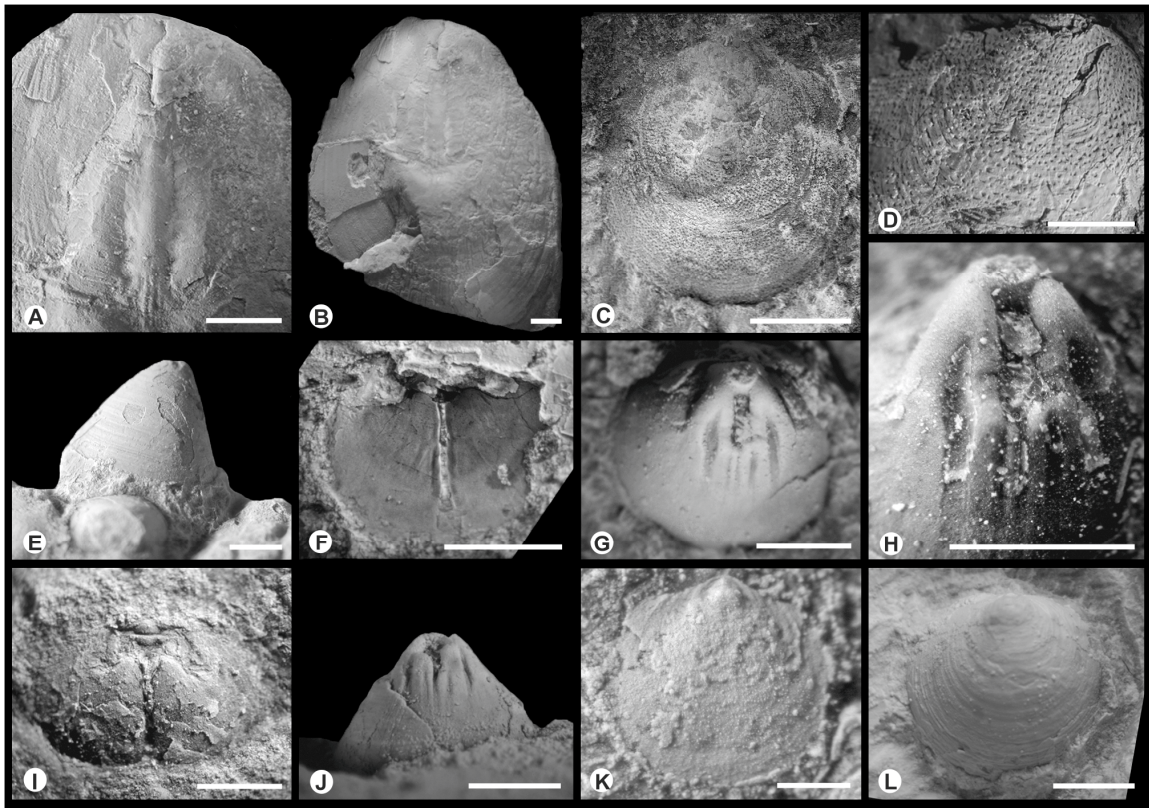


Lámina VIII

Lingulella sp. Nov. Formación Santa Rosita. Furongiano.

Fig. A, exterior dorsal (molde de látex). CEGH-UNC 27039.

Fig. B, exterior ventral (molde de látex). CEGH-UNC 27040.

Fig. C, exterior dorsal (molde de látex); **fig. D**, el mismo espécimen aumentado para mostrar la ornamentación. CEGH-UNC 27042a.

Fig. E, molde interno de una valva ventral. CEGH-UNC 27032.

Fig. F, molde interno de una valva ventral; **fig. G**, mismo espécimen aumentado para mostrar la pseudointerárea. CEGH-UNC 27033.

Fig. H, interior de una valva (molde de látex) aumentado para mostrar la pseudointerárea. CEGH-UNC 27043b.

Fig. I, molde interno de una valva dorsal; **fig. J**, molde de látex. CEGH-UNC 27035.

Fig. K, molde interno de una valva ventral. CEGH-UNC 27046.

Fig. L, exterior de valva dorsal (molde de látex). CEGH-UNC 27043a.

Libecoviella aff. *tilcarensis* Benedetto and Muñoz, 2015. Formación Coquena. Tremadociano superior.

Fig. M, molde externo de una valva ventral; **fig. N**, molde de látex; **fig. O**, detalle de la ornamentación. CEGH-UNC 27047.

Escalas=5mm, excepto G–J, M–N=3mm, y D, O=1mm.

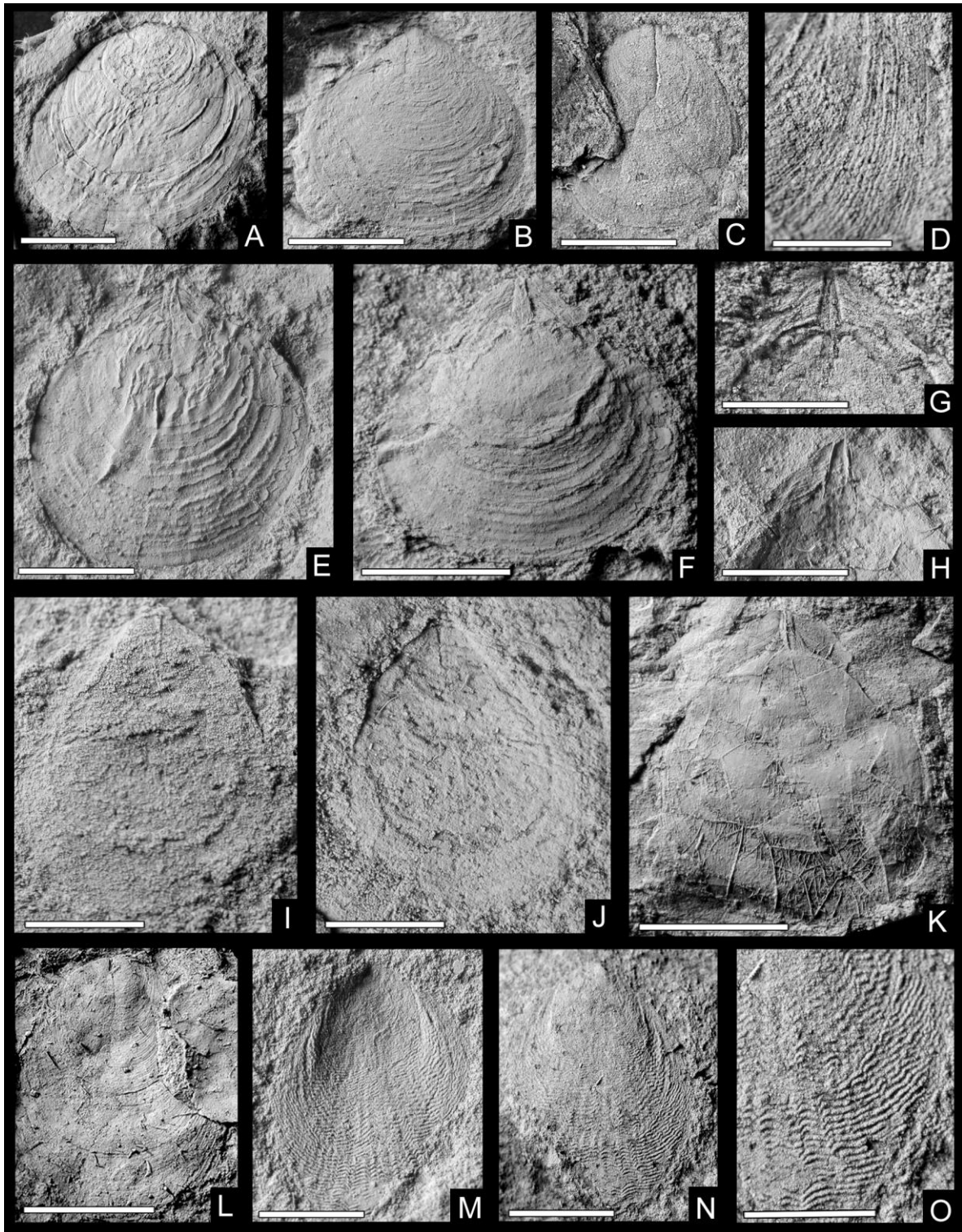


Lámina IX

Libecoviella aff. *tilcarensis* Benedetto and Muñoz, 2015. Formación Coquena. Tremadociano superior.

Fig. A, exterior de una valva ventral (molde de látex). CEGH-UNC 26984.

Fig. B, molde interno de una valva dorsal. CEGH-UNC 27026.

Palaeoglossa elongata (Harrington, 1938). Formación Coquena. Tremadociano superior.

Fig. C, exterior de una valva ventral (reproducido de Harrington, 1938, lam. 1, Figura 7).

Fig. D, exterior de una valva ventral CEGH-UNC 26998.

Fig. E, valva dorsal, vista exterior en molde de látex; **fig. F**, un aumento mostrando la ornamentación. CEGH-UNC 26996.

Fig. G, molde interno de una valva dorsal; **fig. h**, el mismo espécimen aumentado para mostrar la pseudointerárea. CEGH-UNC 27005.

Fig. I, molde interno de una valva dorsal. CEGH-UNC 27006.

Fig. J, molde interno de una valva dorsal. CEGH-UNC 27000.

Fig. K, molde interno ventral; **fig. L**, molde de látex del mismo espécimen aumentado para mostrar la pseudointerárea. CEGH-UNC 27005.

Fig. M, molde interno de una valva dorsal. CEGH-UNC 27001.

Fig. N, molde interno de una valva ventral. CEGH-UNC 26995.

Fig. O, molde interno de una valva ventral, mostrando las cicatrices del músculo umbonal. CEGH-UNC 27003.

Escalas=3mm, excepto F, H=1mm.

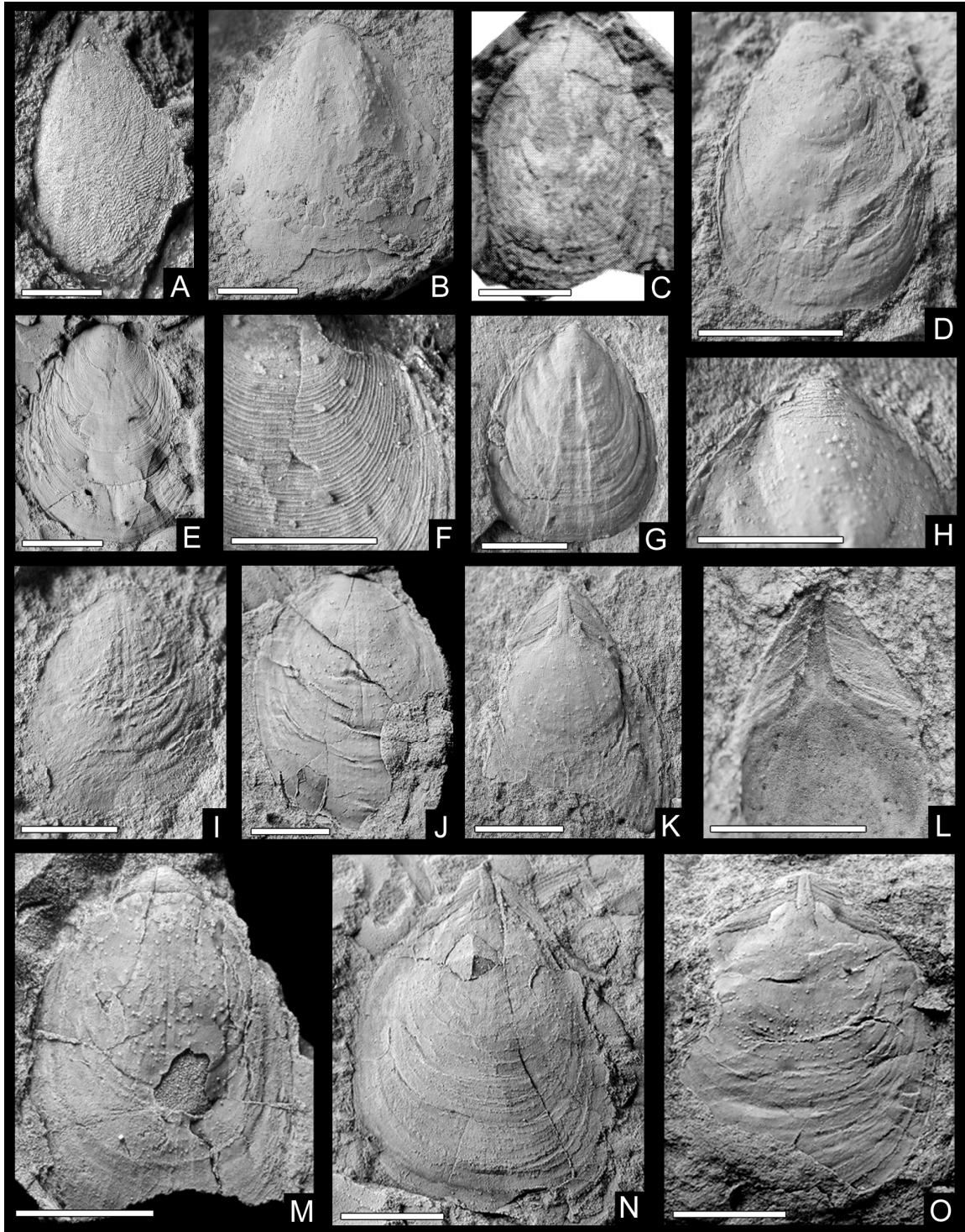


Lámina X

Leptembolon argentinum Benedetto and Muñoz, 2015. Formación Santa Rosita. Tremadociano superior.

Fig. A, molde interno de una valva dorsal. CEGH-UNC 27021.

Fig. B, molde interno de una valva ventral; **fig. C**, molde de látex. CEGH-UNC 27019.

Fig. D, molde de látex del interior de una valva dorsal. CEGH-UNC 27027.

Leptembolon sp., Tremadociano superior.

Fig. E, molde interno de una valva ventral; **fig. F**, el mismo espécimen aumentado para mostrar la pseudointerárea, la plataforma visceral y las cicatrices musculares. CEGH-UNC 18930.

Broeggeria omaguaca Benedetto et al., 2017. Formación Santa Rosita. Tremadociano superior.

Fig. G, molde de látex del exterior de una valva dorsal. CEGH-UNC 26958.

Fig. H, molde de látex del exterior de una valva ventral. CEGH-UNC 26965.

Fig. I, molde de látex del exterior de una valva ventral. CEGH-UNC 26959.

Fig. J, molde interno de una valva ventral; **fig. K**, molde de látex. CEGH-UNC 26956.

Fig. L, molde interno de una valva ventral. CEGH-UNC 26962.

Escalas=3mm.

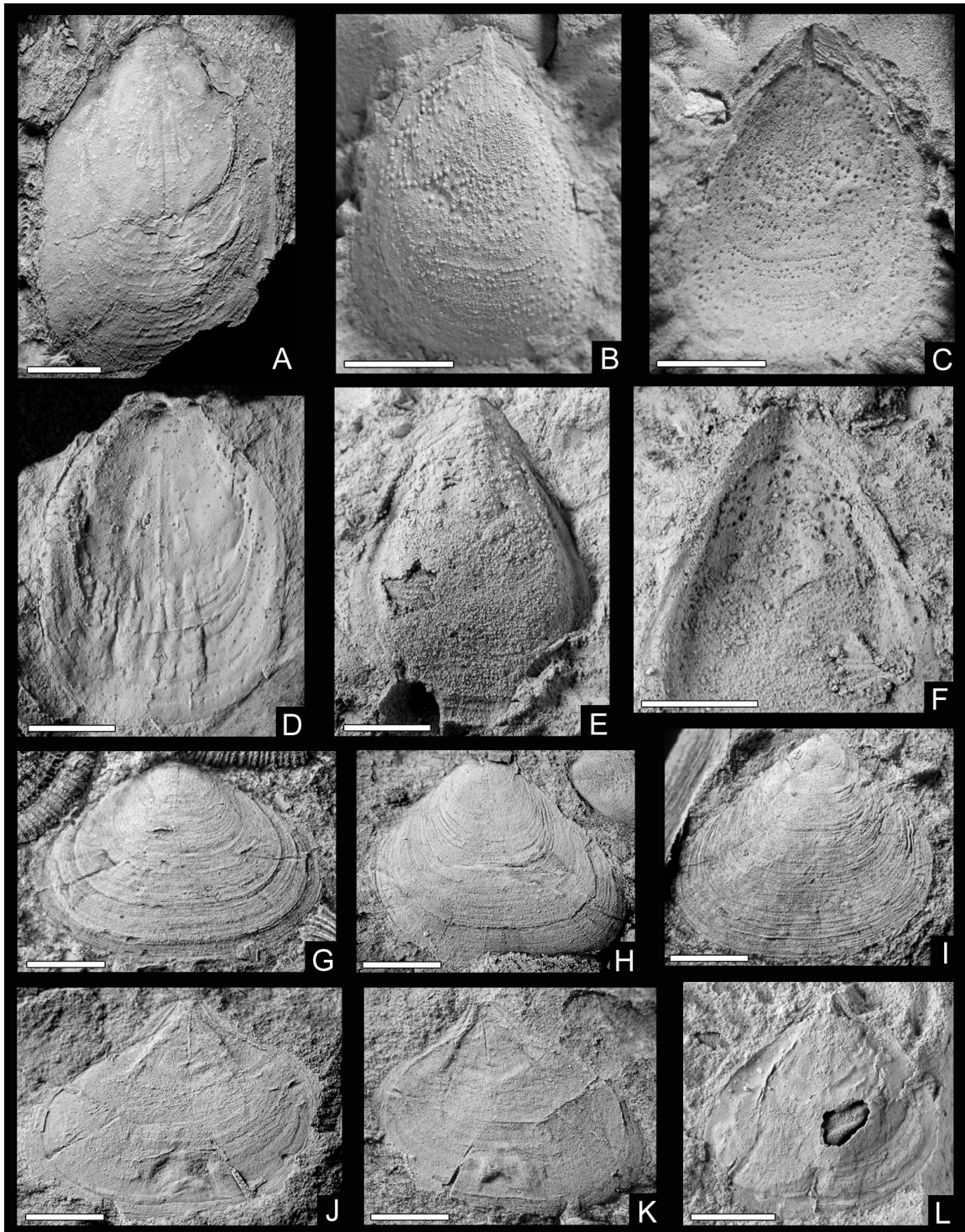


Lámina XI

Broeggeria omaguaca Benedetto et al., 2017. Tremadociano superior, Formación Coquena, Quebrada Chalala, Purmamarca.

Fig. A, molde de látex exterior de una valva ventral; **fig. B**, molde interno; **fig. C**, molde de látex interior. CEGH-UNC 26949.

Fig. D, valva ventral, molde interno de una valva ventral; **fig. E**, molde de látex. CEGH-UNC 26955.

Fig. F, molde interno de una valva ventral; **fig. I**, molde de látex. CEGH-UNC 26954.

Fig. G, molde interno de una valva dorsal juvenil. CEGH-UNC 26951.

Fig. H, exterior de una valva dorsal (Rio de la Huerta, Santa Victoria). CEGH-UNC 27014.

Fig. J, molde interno de una valva dorsal (Nazareno). CEGH-UNC 26953.

Fig. K, molde interno de una valva dorsal (Quebrada Chalala). CEGH-UNC 26953.

Escalas=3mm, excepto G=1mm.

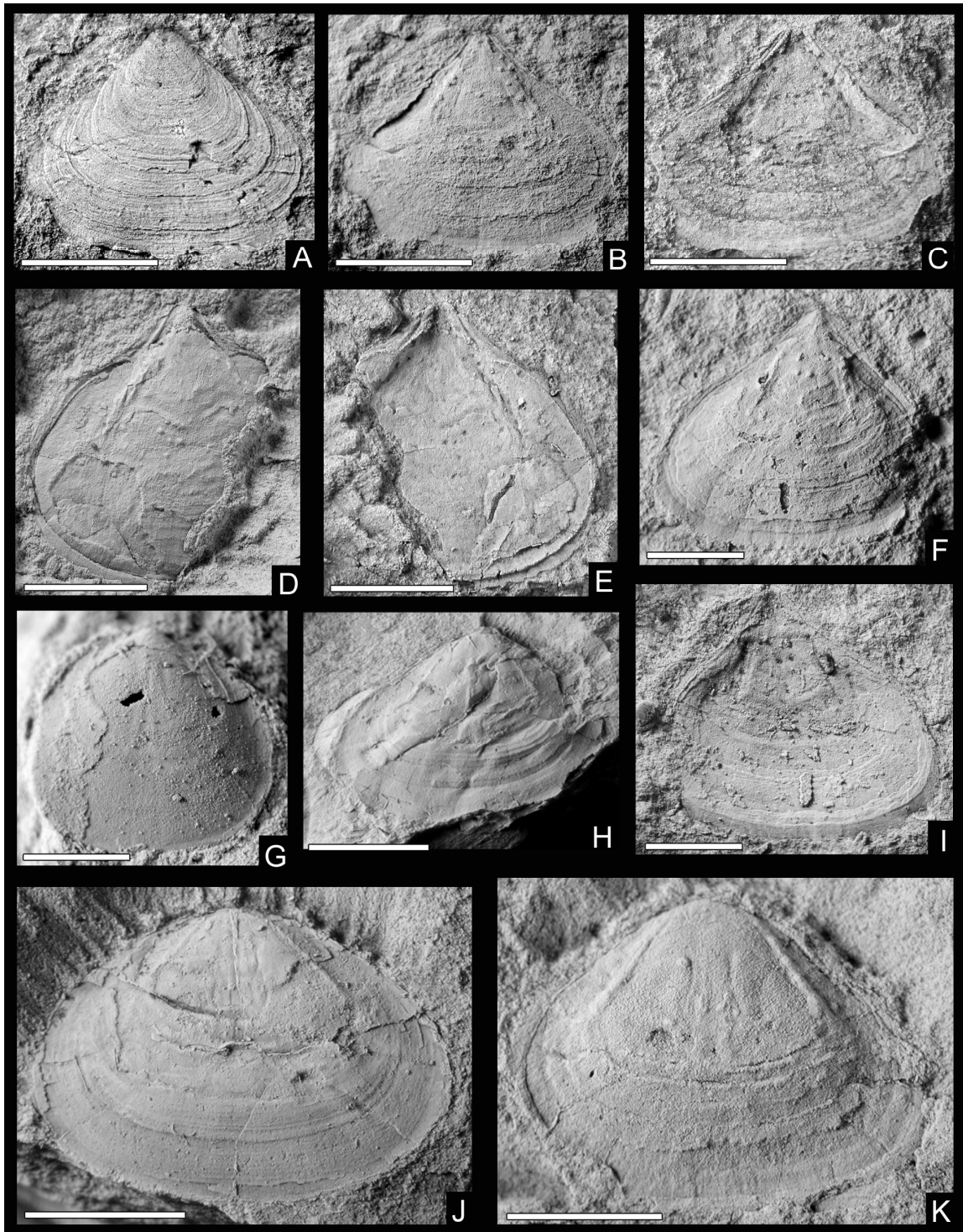


Lámina XII

Famatinobolus cancellatum Lavié y Benedetto, 2019. Formación Suri. Floiano.

Fig. A, molde externo de valva ventral; **fig. B**, molde de látex; **fig. C**, detalle de la ornamentación. CEGH-UNC 27314a.

Fig. D, molde interno de valva ventral; **fig. E**, molde de látex; **fig. F**, detalle del interior ventral. CEGH-UNC 27314b.

Fig. G, valva ventral, molde de látex exterior. CEGH-UNC 27313.

Fig. H, Paratipo, valva ventral, molde de látex exterior. CEGH-UNC 27315.

Fig. I, molde externo de la región postero-central; **fig. J**, detalle de la misma; **fig. K**, detalle de la región anterior del molde externo. CEGH-UNC 27314a.

Famatinobolus? sp. Formación Suri. Floiano.

Fig. L, molde de látex de un molde externo; **fig. M**, detalle de la ornamentación. CEGH-UNC 27316a

Escalas representan 3 mm, excepto Figs. K y M = 2 mm.

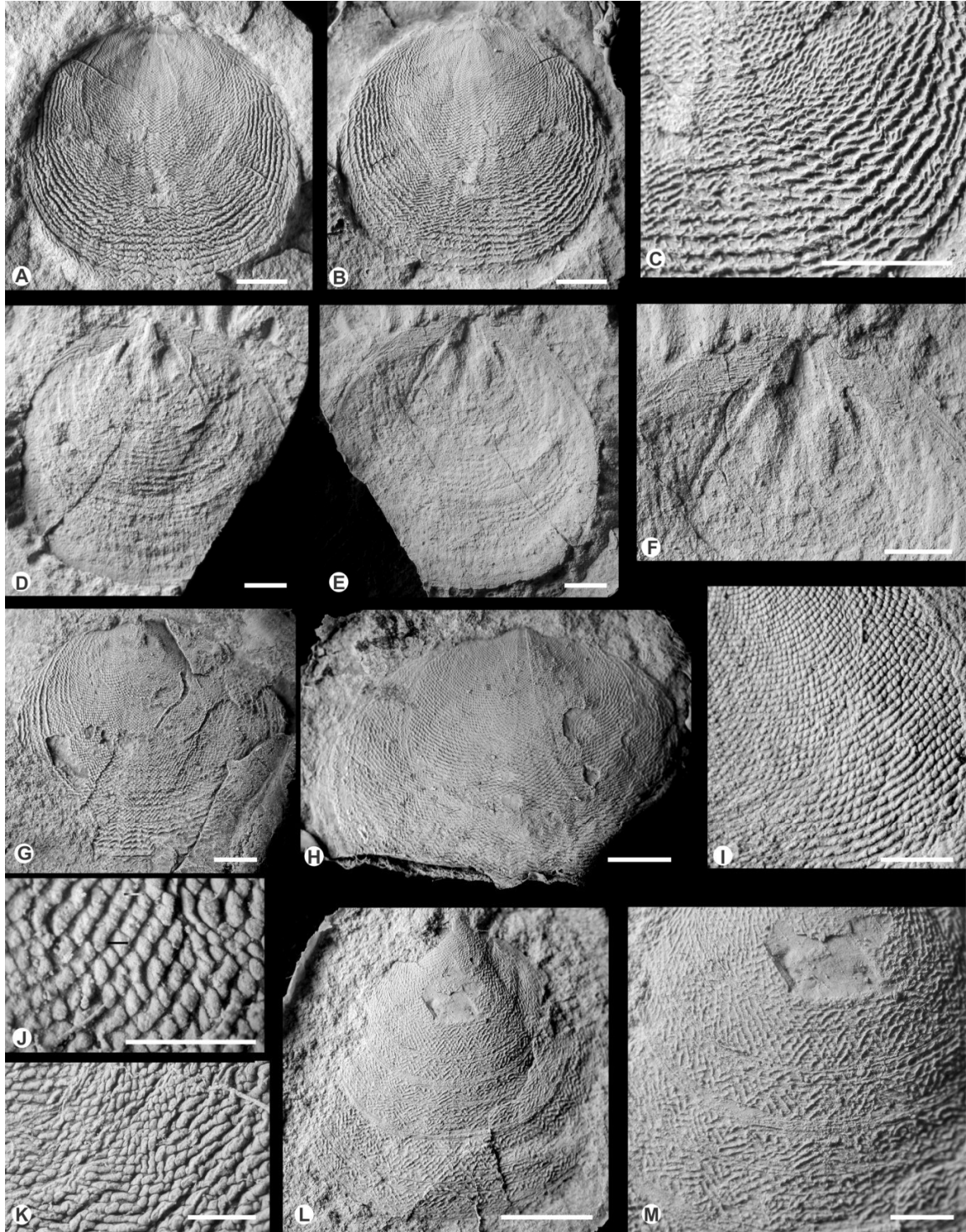


Lámina XIII

Monobolina sp. Formación Suri. Floiano.

Fig. A, exterior dorsal decorticado. CEGH-UNC 27318.

Fig. B, molde interno de una valva dorsal; **fig. C**, detalle del molde de látex, mostrando la ornamentación. CEGH-UNC 27312.

Fig. D, molde externo dorsal; **fig. E**, detalle del molde de látex. CEGH-UNC 27314b.

Fig. F, molde de látex de la superficie exterior. CEGH-UNC 27325b.

Fig. G, detalle de la ornamentación vestigial en la región anterior de la valva dorsal decortificada. CEGH-UNC 27318.

Lithobolus limbatum Lavié y Benedetto, 2019. Formación Suri. Floiano.

Fig. H, valva dorsal, molde de látex de la superficie exterior; **fig. I**, molde de látex de la superficie interior; **fig. J**, molde de látex del molde interno. CEGH-UNC 27323.

Fig. K, molde interno de una valva ventral; **fig. L**, molde de látex. CEGH-UNC 27319.

Fig. M, exterior de una valva dorsal parcialmente decortificada. CEGH-UNC 27322.

Escalas representan 2 mm excepto Fig. E = 1 mm.

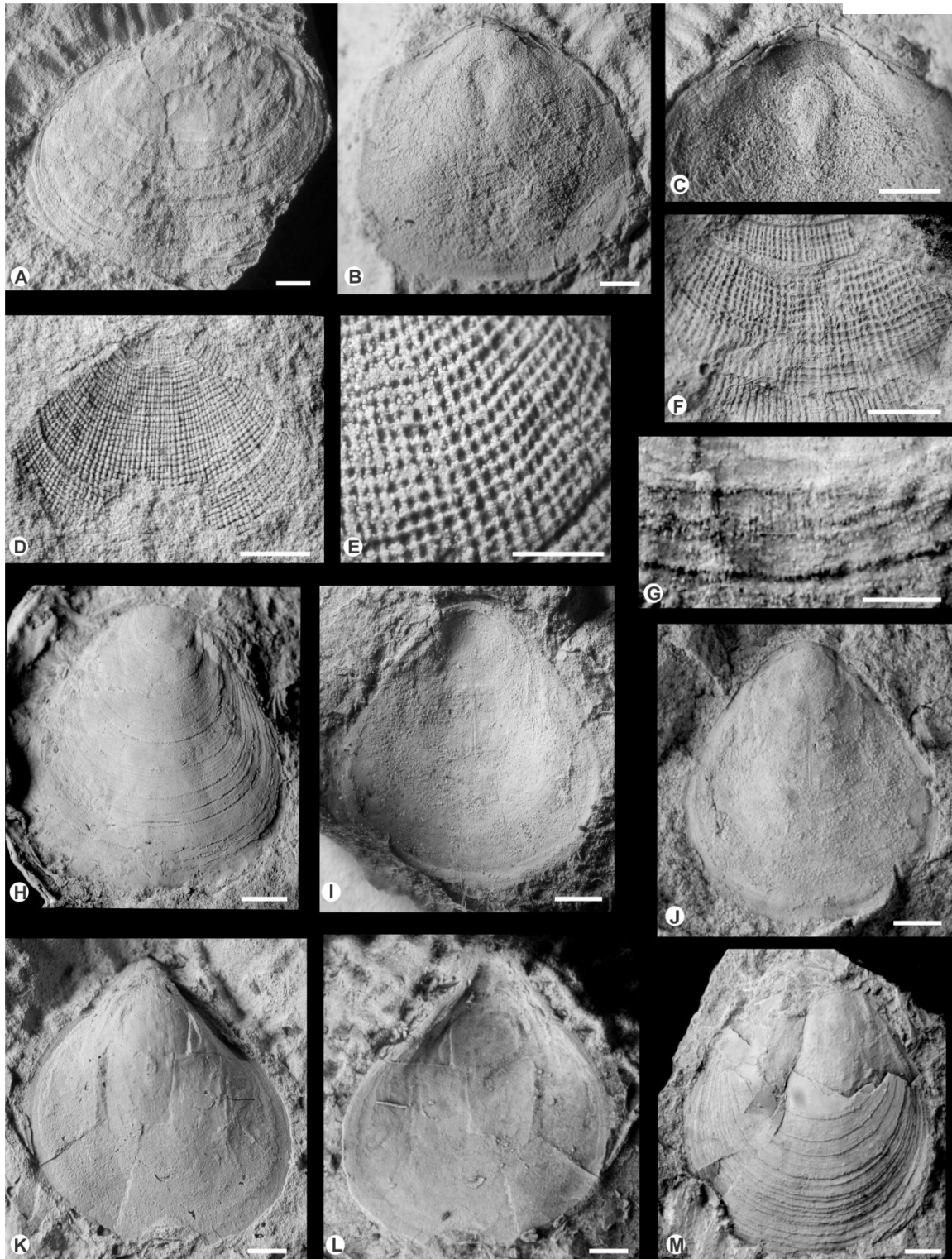


Lámina XIV

Glossella sp. Formación Suri. Floiano.

Fig. A, valva dorsal parcialmente exfoliada. CEGH-UNC 27317.

Fig. B, valva dorsal parcialmente exfoliada; **fig. C**, detalle de la ornamentación. CEGH-UNC 27324.

Rafanoglossa sp. Formación Suri. Floiano.

Fig. D, exterior de una valva dorsal; **fig. E**, detalle de la ornamentación; **fig. F**, molde interno de una valva dorsal; **fig. G**, molde de látex del mismo espécimen. CEGH-UNC 27321.

Chilcatreta lariojana Lavié y Benedetto, 2019. Formación Suri. Floiano.

Fig. H, valva dorsal, ejemplar completo; **figs. I y J**, detalle de la macroespinas; **figs. K, L y M**, detalle de las macroespinas huecas y de los tubérculos o microespinas. CEGH-UNC 27316b

Escalas representan 1 mm excepto Fig. C = 0.5 mm.

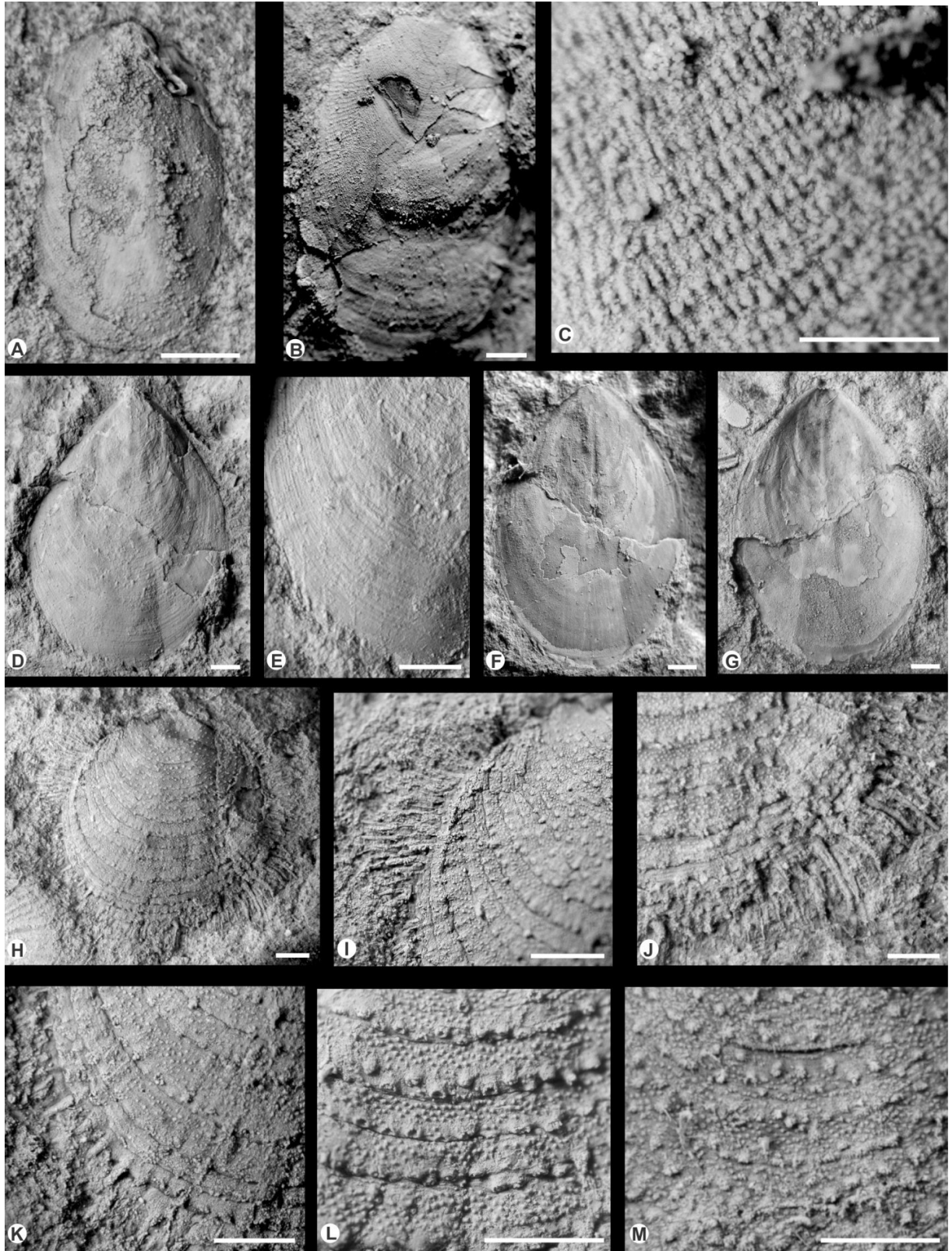


Lámina XV

Lingulelloretidae nov. gen. nov. sp. Formación Suri. Floiano.

Fig. A, valva ventral molde interno, la flecha señala el tubo peduncular; **fig. B**, molde de látex. CEGH-UNC 27320.

Fig. C, molde interno ventral BB 73423 ilustrado por Neuman y Bates (1978, pl. 63, fig. 3) de la Formación Treiorwerth de Gales.

Chilcatreta lariojana Lavié y Benedetto, en prensa. Formación Suri. Floiano.

Fig. D, exterior dorsal parcialmente exfoliado. CEGH-UNC 27336.

Fig. E, exterior dorsal parcialmente exfoliado. CEGH-UNC 27338.

Fig. F, valva ventral vista de perfil; **fig. G**, misma valva, vista superior. CEGH-UNC 27337.

Fig. H, molde interno de una valva ventral; **fig. I**, molde de látex. CEGH-UNC 27325a.

Fig. J, molde interno de la valva dorsal. CEGH-UNC 27333.

Fig. K, valva ventral, molde interno; **fig. L**, molde de látex; **fig. M**, detalle del tubo peduncular; **fig. N**, vista de perfil. CEGH-UNC 27325b.

Escalas representan 2 mm excepto Fig. M = 0.5 mm

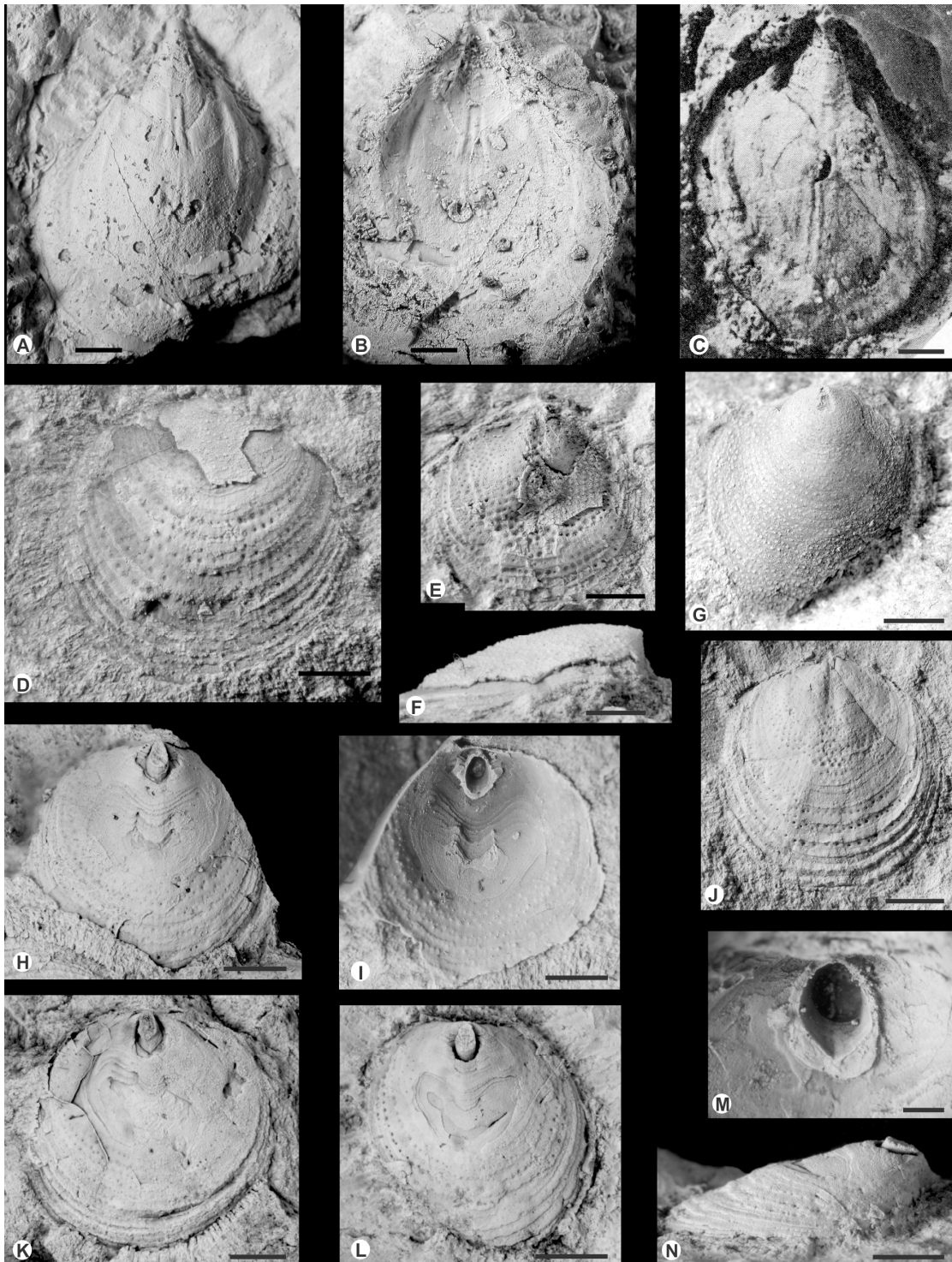


Lámina XVI

Eoconulus sp. Formación San Juan. Darriwiliano.

Fig. A, valva dorsal en vista lateral CEGH-UNC 27432.

Fig. B, valva dorsal en vista superior CEGH-UNC 27433.

Fig. C, valva ventral, vista de la superficie externa CEGH-UNC 27431.

Fig. D, valva ventral, vista de la superficie interna y las cicatrices musculares CEGH-UNC 27430.

Fig. E, vista interior de una valva dorsal parcialmente fragmentada CEGH-UNC 27429.

Fig. F, superficie de la conchilla larval dorsal CEGH-UNC 27433.

Fig. G, vista de la superficie interior de la valva dorsal CEGH-UNC 27434.

Schizotreta sp. Formación Las Chacritas, Darriwiliano.

Fig. H, valva dorsal en vista exterior; **fig. I**, detalle de microornamentación postlarval compuesta de *micropits*. CEGH-UNC 27359.

Luthieria diminuta gen. et sp. nov. Formación San Juan. Darriwiliano.

Fig. J, vista externa de la conchilla CEGH-UNC 27438.

Fig. K, conchilla con las valvas unidas, con vista parcial de la superficie interna CEGH-UNC 27439.

Fig. L, ejemplar con las valvas unidas, vista externa de la valva ventral y vista parcial de la pseudointerárea dorsal; **fig. M**, detalle de la pseudointerárea dorsal. CEGH-UNC 27435.

Fig. N, vista de la superficie interna de la valva ventral; **fig. O**, detalle de la pseudointerárea. CEGH-UNC 27441.

Fig. P, detalle de la conchilla larval dorsal y de la ornamentación. CEGH-UNC 27437.

Fig. Q, vista posterior de un ejemplar con las valvas unidas. CEGH-UNC 27440.

Figs. R, vista externa de la superficie de la conchilla; **fig. S**, detalle de la ornamentación postlarval compuesta de finas líneas de crecimiento; **fig. T**, detalle de la superficie fina, mostrando la ausencia de microornamentación postlarval. CEGH-UNC 27436.

Numericoma rowelli Holmer et al. 2016. Formación San Juan, Darriwiliano.

Fig. U, vista exterior de la valva dorsal; **fig. V**, detalle de la conchilla larval dorsal. CEGH-UNC 27445.

Fig. W, vista de la superficie interna de la valva dorsal y del septo medio. CEGH-UNC 27444.

Fig. X, fragmento de un septo medio dorsal en vista lateral. CEGH-UNC 27442.

Fig. Y, fragmento de un septo medio dorsal en vista dorsal. CEGH-UNC 27443.

Fig. Z, vista superior de la valva ventral. CEGH-UNC 27446.

Fig. AA, vista posterior de la valva ventral; **fig. AB**, detalle de la conchilla larval y el foramen peduncular. CEGH-UNC 27447.

Escalas representan 100 μm , excepto en B-E, G, K y U que representan 200 μm , en F, I, M y R representan 30 μm , en O, P, V y AB representan 20 μm , y en S representa 10 μm .

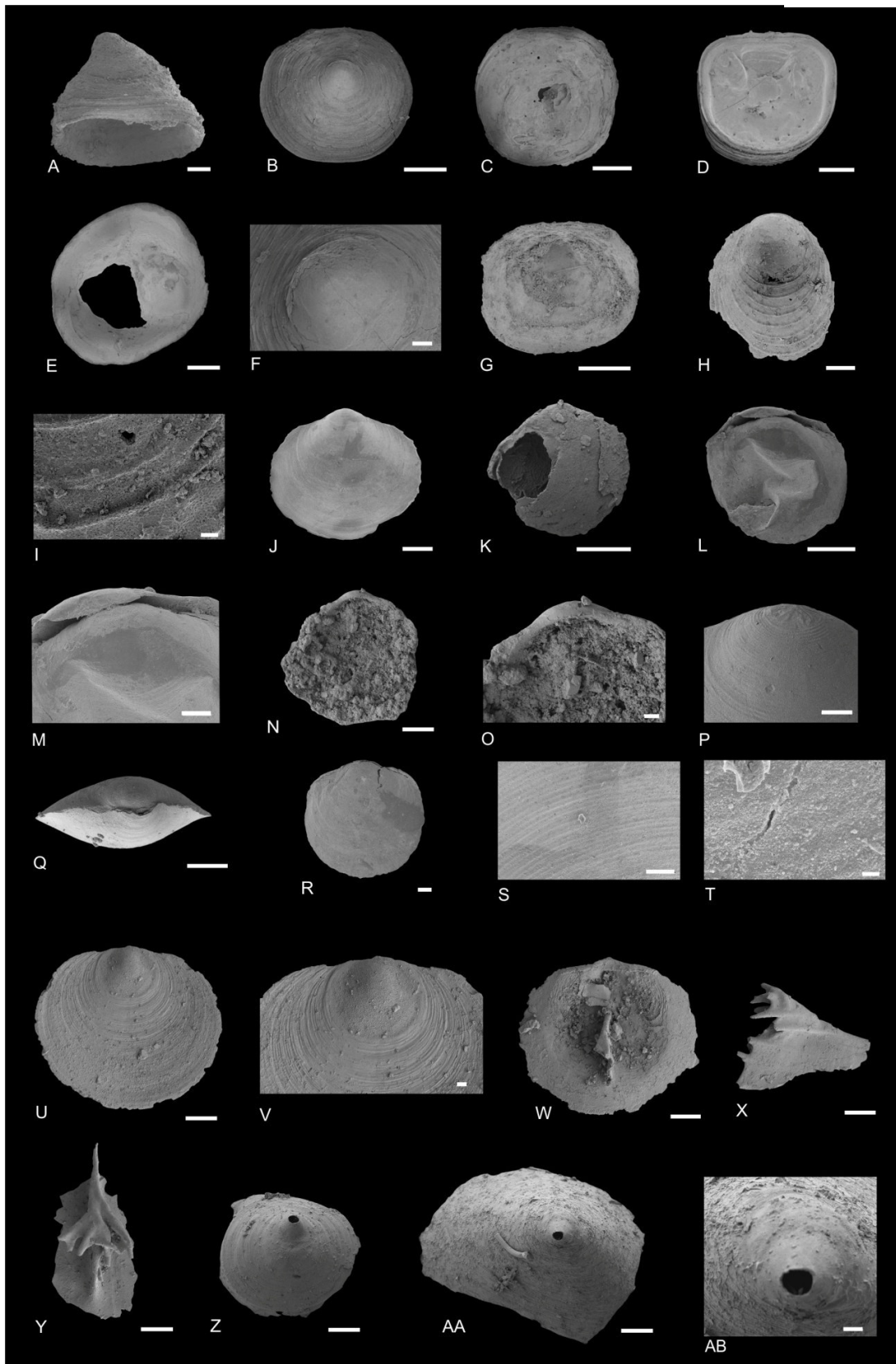


Lámina XVII

Palaeoglossa minima Benedetto, 2015. Formación Gualcamayo. Darriwiliano.

Fig. A, valva dorsal decorticada, con parte de la superficie externa y el área visceral; **fig. B**, detalle del área visceral dorsal. CEGH-UNC 27448.

Fig. C, valva ventral, parcialmente decorticada. CEGH-UNC 27449.

Lingulobolus gnaltaensis (Fletcher, 1964). Formación Gualcamayo. Darriwiliano.

Fig. D, coquina mostrando el modo de preservación y las concentraciones de las valvas.

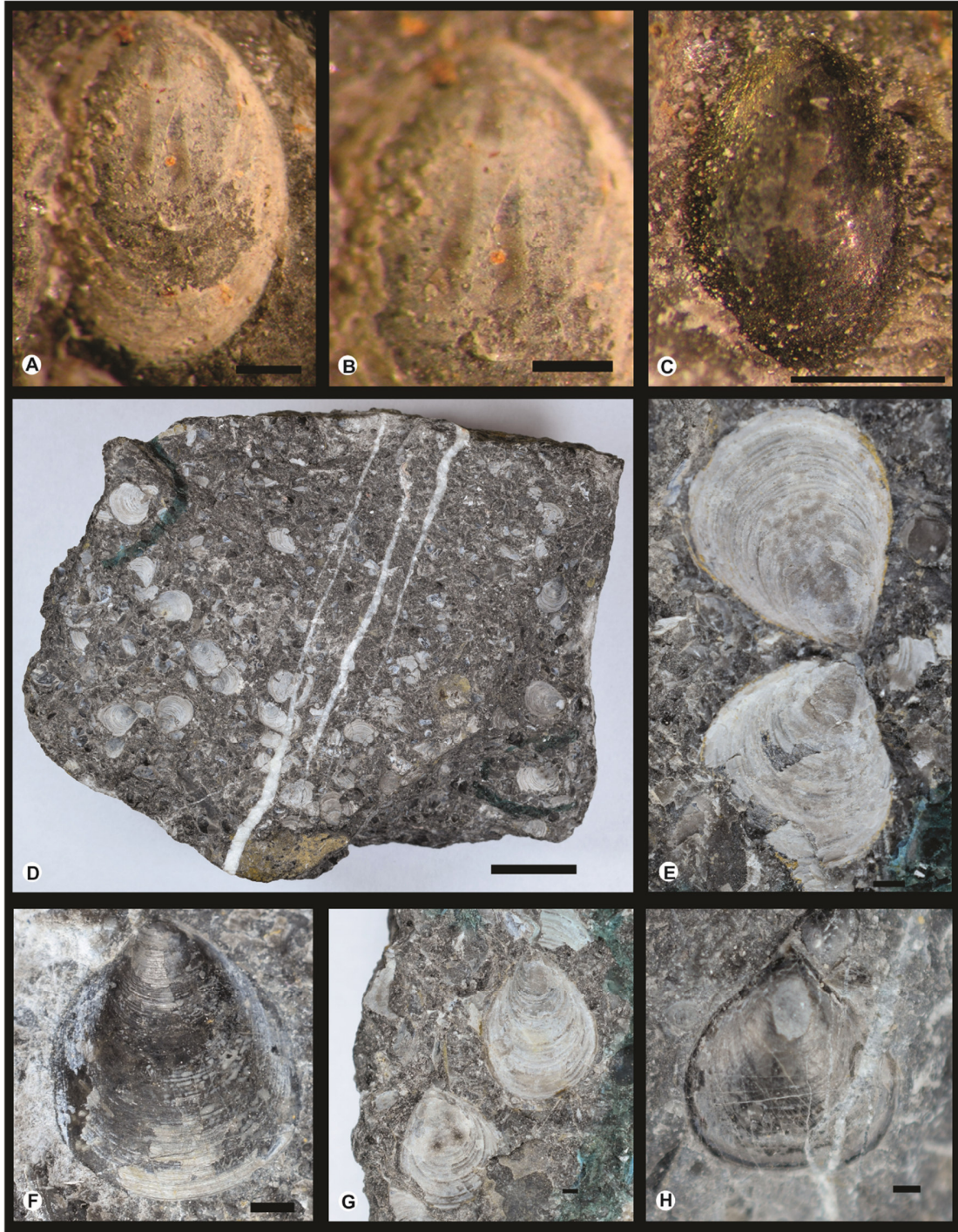
Fig. E, vista de la superficie interna de valvas ventrales. CEGH-UNC 27450a; CEGH-UNC 27450b.

Fig. F, vista de la superficie externa de la conchilla. CEGH-UNC 27451.

Fig. G, vista de la superficie interna de una valva ventral (arriba, derecha) y una valva dorsal (abajo, izquierda). CEGH-UNC 27452a; CEGH-UNC 27452b.

Fig. H, valva ventral decorticada. CEGH-UNC 27453.

Escalas representan 1 mm, excepto B que representa 0.5 mm y D que representa 2 cm.



CAPÍTULO V - AUTOECOLOGÍA Y DIVERSIDAD

Modos de vida

La conchilla de los braquiópodos linguliformes del Paleozoico exhibe un amplio rango de tamaños y variaciones en la forma y contorno de la valva, así como de la ornamentación postlarval, lo que indica que este grupo poseía diversos hábitats y modos de vida. A diferencia de los lingúlidos y discínidos actuales que son exclusivamente endobentónicos (*Lingula*, *Glottidia*) o fixosésiles (*Discinina*, *Discinisca*, *Pelagodiscus*), es común un espectro de adaptaciones más amplio durante el Paleozoico Inferior. Se pueden distinguir dos grupos ecológicos principales dentro de los braquiópodos linguliformes (Fig. 5.1): uno endobentónico a semi-endobentónico y uno epibentónico a supra-epibentónico (Mergl, 2001).

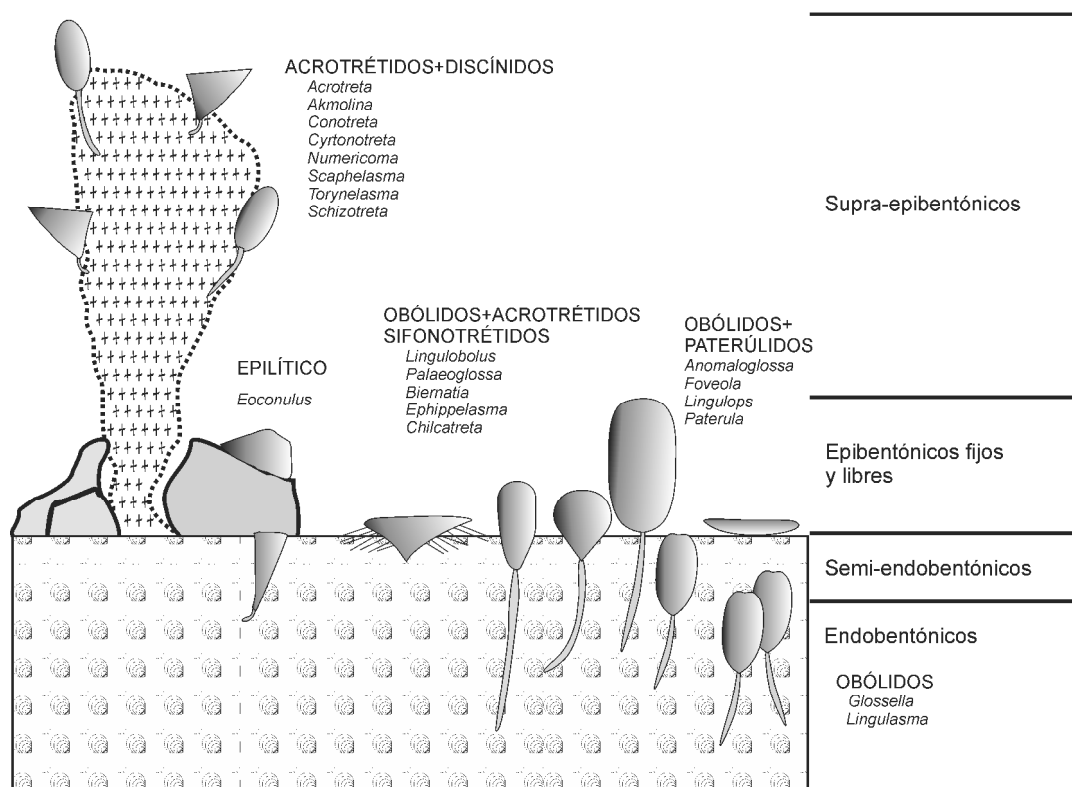


Figura 5.1. Diagrama esquemático (no a escala) de los principales modos de vida de los braquiópodos linguliformes de la Precordillera Argentina, durante el Ordovícico Medio y Superior (modificado de Mergl, 2002).

Endobentónicos y semi-endobentónicos

En la Precordillera, los braquiópodos endobentónicos están representados por obólidos y lingulasmátidos, mientras que los taxones semi-endobentónicos están representados por obólidos, algunos acrotretidos y sifonotretidos. El mecanismo para enterrarse en sustratos inconsolidados, sería similar al de los inarticulados vivientes (Thayer y Steele-Petrovic 1975; Emig 1997), es decir, por medio de un largo pedúnculo funcional y un movimiento de tijeras de las valvas.

Los grupos endobentónicos poseían una morfología particular consistente en una conchilla gruesa de tamaño relativamente grande, que se encuentra total o al menos parcialmente (en su mayoría en la zona posterolateral) cubierta por prominentes líneas de crecimiento, y líneas radiales compuestas de pequeñas protuberancias. Estas estructuras son las que ejercerían una fricción contra el sedimento cuando empujan en direcciones opuestas. Esto se logra comúnmente adoptando una sección transversal asimétrica, con una pendiente pronunciada hacia la dirección de deslizamiento hacia atrás y una más suave en la dirección de la excavación (Savazzi, 1986). Estas estructuras asimétricas, pueden consistir en tubérculos, pústulas (*Lingulasma*) o papilas (*Glossella*) tanto asiladas como formando líneas radiales, o bien pueden generar líneas aterrazadas. Asimismo, las protuberancias asimétricas a menudo se encuentran alineadas transversalmente, constituyendo un equivalente funcional de las líneas aterrazadas continuas (Savazzi, 1986).

Como menciona Mergl (2002), conchillas ornamentadas con prominentes líneas aterrazadas en las cuales se infiere el modo de vida endobentónico, están asociadas con conchillas de paredes gruesas, una moderada convexidad, un margen anterior bastante ancho, pero haciéndose más agudo hacia la parte posterior, formando un contorno acuminado. En lo que respecta a partes blandas no preservadas, el pedúnculo probablemente era muy largo, como el que está presente en linguliformes relacionados del Cámbrico medio (Jin et al., 1993), el cual fue relevante durante el enterramiento.

En este trabajo se hallaron dos taxones que presentan este tipo de morfología. Uno es *Glossella cuyanica*, que posee un contorno subovalado con la región posterior más acuminada, y una ornamentación formada por hileras radiales de pequeñas papilas que divergen anterolateralmente, dejando la región anterior ornamentada sólo por líneas de

crecimiento; además, se hallaron ejemplares en posición de vida, enterrados con el umbón hacia abajo y en posición vertical (Fig. 5.2. B, C). El otro taxón es *Lingulasma* sp., de contorno subrectangular y amplio margen anterior, ornamentado con hileras radiales de pústulas en al menos todo el tercio anterior, debido a que ningún ejemplar conserva la región umbonal; al igual que en el caso de *G. cuyanica*, se hallaron ejemplares en posición de vida (Fig. 5.2.A), los cuales presentan la región posterior rota y aplastada, tipo de preservación relativamente común dentro del género (Pickerill, 1973; Savazzi, 1986). Ambos taxones fueron hallados en los niveles superiores del techo de la Formación San Juan, particularmente en la sección del Cerro La Chilca, donde se infiere un ambiente de baja energía en una rampa abierta fangosa, marcada por eventos de tormenta esporádicos (Carrera et al., 2013; Lavié y Benedetto, 2016).

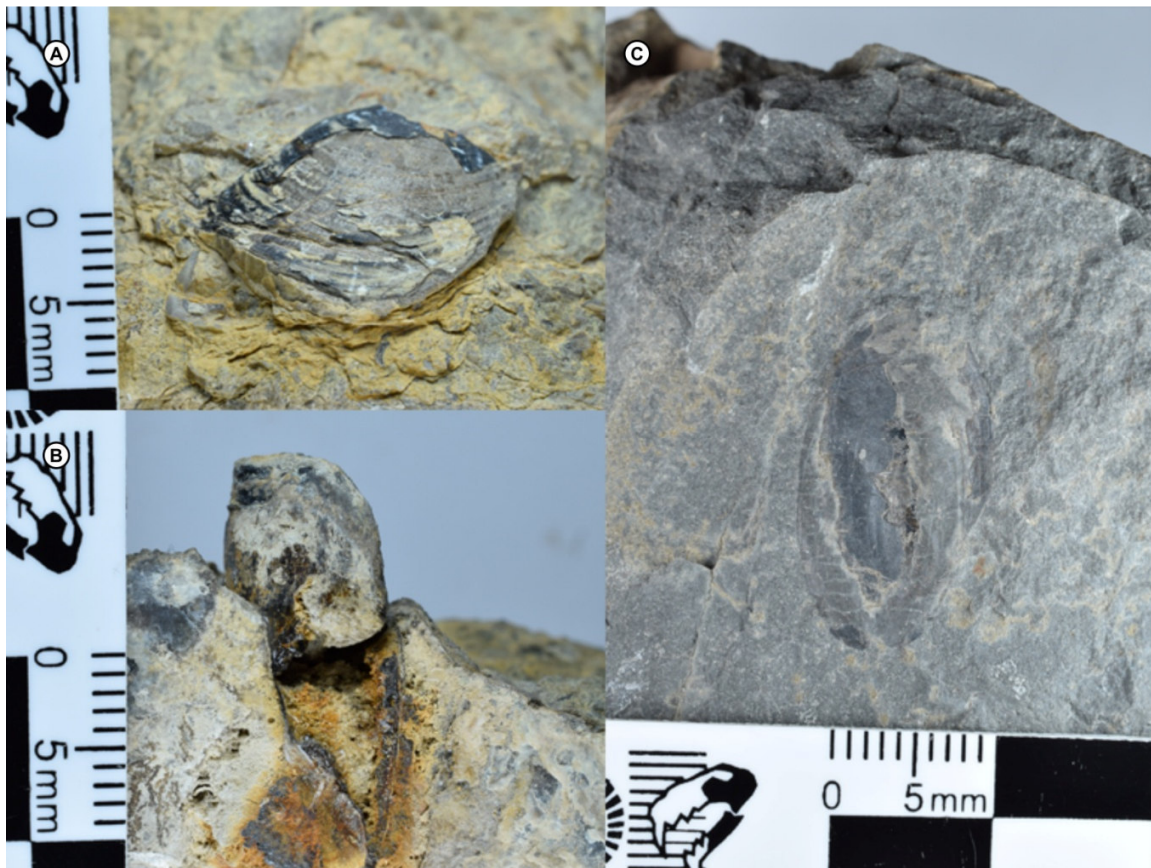


Figura 5.2.A-C. Imágenes de los especímenes interpretados como endobentónicos, hallados en posición de vida. *Lingulasma* sp. (A) y *Glossella cuyanica* (B, C).

En el grupo de los semi-endobentónicos se encuentran aquellos braquiópodos que viven cerca de la interfaz agua-sedimento, estando parcialmente o sólo superficialmente enterrados en el sustrato. Aquí aparecen representantes de las familias Obolidae, Acrotretidae y Siphonotretidae. Dentro de la primera familia mencionada, los géneros que se registraron en la Precordillera son *Lingulobolus* y *Palaeoglossa*, que poseen similares morfologías generales en sus conchillas, siendo de tamaño mediano a pequeño, presentan valvas de contorno ovalado a subovalado con paredes relativamente delgadas y una superficie externa generalmente lisa, sólo ornamentada por líneas de crecimiento débilmente marcadas (Cáp. IV, lám. XVII, figs. A-H). Ambos géneros vivirían anclados al sustrato por medio del pedúnculo, dejando la parte anterior de la conchilla por encima de la superficie. El ambiente donde se hallaron estos géneros se interpreta como un intervalo transgresivo dentro de una rampa distal carbonática.

En base a las características particulares en las valvas ventrales, el modo de vida de algunos géneros de acrotretidos se ha interpretado como semi-endobentónico, en vez del supra-epibentónico usualmente inferido para la gran mayoría de los braquiópodos micromórficos. Las valvas ventrales son muy altas y cónicas, con el ápice agudo y a veces ligeramente dobladas con un foramen peduncular ubicado en el extremo terminal, y presentando una pseudointerárea deprimida, lo que indicaría que penetran profundamente (en relación al tamaño de la valva) en sustratos blandos y reposan casi verticalmente en el mismo. Es muy probable que, aunque siendo frágil y delgada, la valva ventral enterrada se encontraba lo suficientemente protegida, mientras que la valva dorsal actuaría como opérculo. Los ejemplares que se han encontrado en la Precordillera se registraron en ambientes que van desde la rampa media hasta la cuenca (Formaciones San Juan, Las Aguaditas y Las Chacritas); estas formas habrían vivido enterradas en fondos blandos en los primeros milímetros de la interfaz agua-sedimento. Los individuos pertenecientes al género *Biernatia* presentan una valva ventral delgada, larga y recurvada hacia atrás (Cap. IV, lám. VI, fig. K), mientras que los ejemplares hallados del género *Ehippelasma* poseen una valva ventral de paredes ligeramente más gruesas, no se encuentran recurvadas y muestran una ornamentación compuesta de fuertes lamelas concéntricas, las cuales le daban mayor estabilidad y agarre contra el sustrato. Una interpretación similar del registro de este modo de vida en acrotretidos, fue hecha por Mergl (2001) en los géneros *Opsiconidion* y

Havlicekion encontrados en el Silúrico y Devónico de República Checa (región de Bohemia).

Otra forma que habría adoptado un modo de vida semi-endobentónico es el sifonotrétido *Chilcatreta*. El orden Siphonotretida se caracteriza principalmente por la presencia de espinas (generalmente huecas) en la superficie de la conchilla. De acuerdo a su disposición Mergl et al. (2007) reconocen tres grupos: el primero posee espinas de tamaño uniforme, a veces dispuestas densamente; el segundo grupo comprende dos sets de espinas, unas más largas formando una “malla externa”, mientras que un arreglo de espinas más pequeñas pero densamente dispuestas forman un “tamiz” sólo a lo largo de la periferia; el tercer grupo posee espinas que se ramifican repetidamente, y sus terminaciones se superponen formando una densa red. *Chilcatreta* se encuentra dentro del segundo grupo; este arreglo se encuentra comúnmente en sifonotrétidos de tamaño mediano a grande, donde los márgenes laterales de las valvas se encuentran por encima del fondo y junto con las espinas funcionando a modo de tamiz, actúan de manera muy eficiente manteniendo la corriente inhalante libre de partículas (Cap. IV, lám. XIV, figs. H-J). De manera similar a lo que ocurre en géneros como *Multispinula*, *Schizambon*, *Mesotreta* y *Nushbiella*, el foramen peduncular de *Chilcatreta* migra ligeramente hacia adelante del ápice lo cual, acompañado de una reducción de la ornamentación espinosa en la zona umbonal y un desarrollo tangencial de las espinas del resto de la superficie, indica un hábito de vida con la valva ventral hacia abajo y fija por un pedúnculo funcional a alguna clase de sustrato firme (por ejemplo, grandes bioclastos o litoclastos). Al igual que las especies de *Lingulasma* y *Glossella*, el género *Chilcatreta* se registra en los últimos metros del techo de la Formación San Juan, en ambientes de rampa media a distal.

Epibentónicos y supra-epibentónicos

Los braquiópodos inarticulados que habitaban por encima del bentos poseían diferentes modos de anclaje y estabilidad: podían estar relacionados con el sustrato de manera libre (apoyados sobre el sustrato) o fija (anclados por el pedúnculo, cementados), o bien podían fijarse a otros organismos, generalmente esponjas o matas algales. Aquellos obólidos que pertenecen a este grupo presentan valvas de diversos tamaños, desde micromórficas que no superan los 2 mm de longitud, hasta algunas muy grandes, como es

el caso de *Anomaloglossa* que supera los 4.5 cm de longitud. Este último, además de presentar un tamaño considerablemente grande en relación con la mayor parte de los lingúlidos paleozoicos, presenta una conchilla lisa, ligeramente biconvexa comprimida a planoconvexa, sólo ornamentada con delgadas líneas de crecimiento concéntricas, y las pseudointeráreas de ambas valvas se encuentran muy reducidas (Cap. IV, lám. VII, figs. A-B); asimismo, Percival (1978) describió el género en el Ordovícico Tardío de Australia, mostrando ejemplares de *A. porca* con un surco peduncular ancho y profundo, lo que sugiere la presencia de un pedúnculo sólido y muy corto el cual mantendría fijos a los individuos dispuestos verticalmente en el sustrato. Este género se registra en la Precordillera en ambientes de plataforma distal hasta la cuenca, en fondos de baja energía, tanto en sustratos blandos como firmes. El otro taxón que se sugiere vivía apoyado sobre el sustrato es *Foveola*, un obólido de tamaño mediano a grande, con una conchilla biconvexa comprimida, contorno circular y ornamentada con pequeñas perforaciones (*pits*) distribuidas en toda la superficie (Cap. IV, lám. VII, figs. C-D). Anteriormente se asumía que la ornamentación de *pits* sería una característica y adaptación a un modo de vida endobentónico (Savazzi, 1986), pero recientemente se ha inferido que gran parte de los obólidos paleozoicos, probablemente tuvieron un hábito de vida epibentónico (Holmer et al., 1997; Zhang et al., 2005; Pettersson Stolk et al., 2010; Zhang y Holmer, 2013; Wang et al., 2014). Más aún, Holmer et al. (2017b) describen una nueva especie del género *Foveola*, mostrando nuevas evidencias que sugieren un modo de vida epibentónico. En el caso del material de este género de la Precordillera, durante el Ordovícico Medio se lo encuentra en ambientes de rampa media a distal en sustratos fangosos, mientras que, en el Ordovícico Superior, se halla en ambientes más profundos, desde la zona de transición entre rampa distal y la cuenca hasta la cuenca misma.

Se registraron dos géneros de lingúlidos micromórficos que vivían apoyados sobre el sustrato. Uno es *Lingulops*, que posee una conchilla biconvexa, de contorno oval elongado y con una ornamentación de líneas de crecimiento concéntricas simples, y las pseudointeráreas se encuentran muy reducidas o ausentes, y no hay evidencias de un surco o foramen peduncular (Cap. IV, lám. IV, figs. A-D). Un caso similar es el de *L. barrandei* Mergl, 1999 del Silúrico de República Checa. Esta especie carece de pseudointeráreas y aberturas para la salida del pedúnculo, lo que indicaría que este no era funcional, sumado a

que la superficie exterior carece de marcas o cicatrices de abrasión, por lo que se interpreta que yacía libremente sobre el sustrato con la comisura horizontal a sub-horizontal (Mergl, 1999b). El otro género es *Paterula*, que presenta una conchilla biconvexa, de contorno circular a sub-circular, de superficie externa lisa sólo con líneas de crecimiento casi imperceptibles (Cap. IV, lám. IV, figs. E-H). A diferencia de *Lingulops*, ésta posee una característica muesca peduncular por donde el pedúnculo salía al exterior, y probablemente giraba hacia abajo y estabilizada la conchilla de manera horizontal en el sustrato blando, similar a los discínidos actuales, en los que la valva dorsal estaba hacia arriba (Mergl, 1999a). Ambos géneros se los encuentra en la Precordillera en ambientes de rampa distal hasta la cuenca, comúnmente en sustratos firmes y con baja energía en el medio.

Gran parte de los inarticulados micromórficos restantes pertenecen a distintos órdenes y su modo de vida es interpretado como epizoico, es decir, que vivían adheridos a la superficie de esponjas o aun dentro de las mismas (inferido a partir del hallazgo de asociaciones de estos braquiópodos con numerosas espículas (Gundrum, 1979; Conway-Morris y Whittington, 1985; Lenz, 1993; Popov et al., 1994; Bassett et al., 1999; Mergl, 2002; Holmer et al., 2005; Percival et al., 2016; Holmer et al., 2017a), o bien a matas algales. Los géneros que presentan este modo de vida hallados en la Precordillera son el obólido micromórfico *Luthieria* gen. nov. (propuesto en esta tesis), el discínido *Schizotreta*, los acrotrétidos *Acrotreta*, *Akmolina*, *Conotreta*, *Cyrtonotreta*, *Numericoma*, *Scaphelasma* y *Torynelasma* (Cap. IV, lám. IV, figs. J-X; lám V; lám. VI, figs. A-U); estos taxones se encontraron en diferentes ambientes dentro del perfil batimétrico, desde la rampa media hasta la cuenca. También se destaca el género de acrotrétido *Eoconulus* (Cap. IV, lám. VI, figs. V-W), que podría además haber sido cementante en sustratos duros, debido a la gran cantidad de valvas dorsales preservadas con respecto a las ventrales, de las cuales sólo se recuperaron unos pocos ejemplares; éstas posiblemente se mineralizan tarde durante la ontogenia (Popov, 1975; Holmer, 1989), y no poseen un perfil definido, sino que su superficie refleja el sustrato donde se habrían fijado.

Diversidad

Introducción

A lo largo del Fanerozoico se pueden reconocer tres aumentos sostenidos en la biodiversidad global de los organismos marinos, de los cuales el mayor recibió el nombre de Gran Radiación Ordovícica. Este evento (conocido como GOBE, acrónimo de Great Ordovician Biodiversification Event) (Webby et al., 2004b), dio lugar a la denominada Fauna Evolutiva Paleozoica, precedida por la Fauna Evolutiva Cámbrica y sucedida por la Fauna Moderna o Mesozoica- Cenozoica (Sepkoski, 1978, 1979, 1981, 1984, 1991, 1996; Sepkoski y Sheehan, 1983; Sepkoski y Miller, 1985; Benton, 1995; Miller, 1997; Sheehan, 2001; Owen y Crame, 2002; Benedetto et al., 2007; Stanley, 2007).

Sepkoski (1979, 1981, 1984) modeló la tasa y los momentos de los reemplazos taxonómicos asumiendo que cada fauna se diversificó logísticamente y que los parámetros logísticos subyacentes se han mantenido constantes a través del Fanerozoico, por lo que las recuperaciones luego de las extinciones en masa deberían ser predecibles y las extinciones no deberían alterar el destino de los grupos principales (Sepkoski, 1984; Alroy, 2004, 2010). El esquema de diversidad de las Faunas Evolutivas de Sepkoski, realizado mediante el método de muestreo estandarizado por Alroy (2010) se muestra en la Figura 5.3.

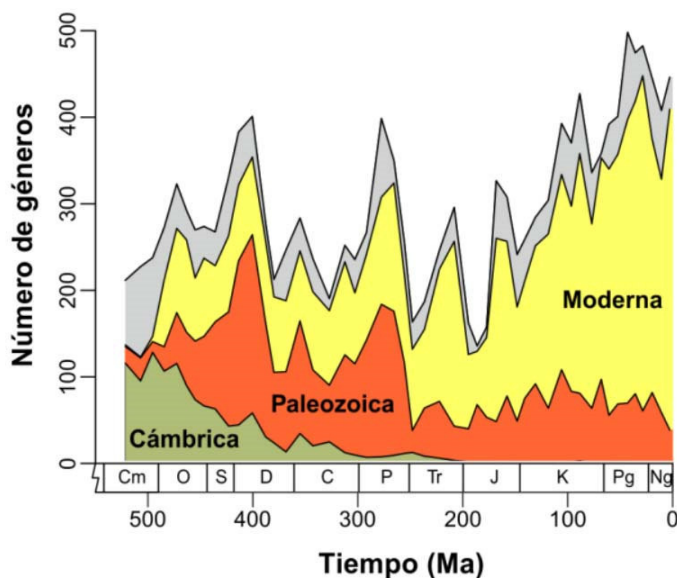


Figura 5.3. Curva de diversidad del Fanerozoico de las tres Faunas Evolutivas marinas mediante un muestreo estandarizado. Los valores corresponden a curvas sumadas de los grupos constitutivos que fueron generados independientemente. Área en gris representa grupos que no fueron asignados a una fauna. (Modificado de Alroy 2010).

Cambios en la diversidad global en Linguliformea durante el Ordovícico

Los órdenes Lingulida y Acrotretida ya habían logrado un considerable “éxito evolutivo” durante la radiación de los metazoos en el inicio del Cámbrico, siendo uno de los componentes principales, junto con los trilobites, de lo que Sepkoski (1981) denominó Fauna Evolutiva Cámbrica, donde hacia fines de este período, se encontraban en todo tipo de ambientes. Sin embargo, existió un considerable declive en la diversidad genérica en la segunda mitad del Cámbrico Tardío (Bassett et al., 1999; Holmer et al., 2001). Las faunas de linguliformes que habitaban la plataforma externa fueron las más afectadas, y más del 90% de los géneros del Cámbrico Tardío se extinguieron hacia principios del Ordovícico. En el Tremadociano temprano, la diversidad de acrotretidos de las asociaciones de microbraquiópodos fue reducida a dos o tres géneros, y la fauna de *Broeggeria*, adaptada a ambientes disaeróbicos, se extendió a través de latitudes templadas y altas, siguiendo la expansión de las áreas de depositación de lutitas negras (Popov y Holmer, 1994, 1995; Benedetto et al., 2008).

La recuperación de las faunas de linguliformes en todas las plataformas mayores del Paleozoico inferior ocurrió durante el Tremadociano tardío-Floiano temprano, y hacia el Dapingiano su diversidad genérica (hasta el momento, se han registrado más de 150 géneros ordovícicos) ya había sido restaurada al máximo observado durante el Cámbrico. Las características de esta recuperación fueron diferentes para las faunas que habitaban ambientes de rampa proximal y distal. La característica distintiva de las nuevas asociaciones emergentes de microbraquiópodos, las cuales se expandieron ampliamente a través de la rampa distal y la cuenca durante el Ordovícico Tardío, es la abundancia de las familias de acrotretidos Ephippelasmataidae, Eoconulidae, Scaphelasmataidae, Torynelasmataidae y Biernatidae, junto con los lingúlidos *Rowellella*, *Elliptoglossa* y *Paterula* y los sifonotrétidos (Popov y Holmer, 1994, 1995). Los ambientes que habitaron estas faunas de linguliformes sirvieron además como refugio para los últimos paterínidos, donde sobrevivieron hasta la extinción de fines del Ordovícico.

El primer pulso de diversificación de los linguliformes micromórficos en la rampa distal está registrado en el Tremadociano tardío, cuando esta fauna de repente apareció en las costas opuestas de Báltica (la cuenca de Baltoscandia y los Urales Sur). Luego,

experimentaron un segundo pulso sustancial de biodiversificación durante el Dapingiano, cuando se registran por primera vez en *Laurentia* (Krause y Rowell, 1975) y en el Sur de China (Zhang, 1995); pero en general, su estructura taxonómica a nivel de familia y diversidad genérica permanecieron relativamente estables hasta el Katiano tardío (Wright y McClean 1991; Bassett et al. 1999; Popov 2000b). La diversidad de la familia Elkaniidae, característica en ambientes de rampa distal durante el Ordovícico Temprano y Medio, fue decreciendo hacia el Ordovícico Tardío a un sólo género (*Tilasia*) que sobrevivió hasta el Hirnantiano temprano. La extinción de fines del Ordovícico afectó fuertemente la composición de las asociaciones de microbraquiópodos a nivel genérico, pero no es tan claro a nivel de familia. Entre las familias del orden Acrotretida sólo se extinguieron Eoconulidae y Ehippelasmatidae, pero el número de géneros del Silúrico pertenecientes a otras familias (Acrotretidae, Biernatidae, Scaphelasmatidae y Torynelasmatidae) se redujo dramáticamente, y cada familia quedó representada por un solo género. A pesar de que los sifonotrétidos sobrevivieron a la extinción de fines de Ordovícico, se volvieron poco frecuentes en rocas del Silúrico y Devónico (Mergl, 2001).

Durante el Cámbrico Medio y Tardío, los linguliformes, especialmente los obólidos y los zhanatélicos, se extendieron ampliamente a través de plataformas clásticas someras. En particular, desarrollaron adaptaciones que le permitieron colonizar sustratos arenosos móviles, donde retuvieron una posición dominante durante el Paleozoico temprano. Estas faunas de lingúlidos de plataforma proximal fueron en parte afectadas por extinciones regionales en Báltica y *Laurentia* cerca del límite Cámbrico-Ordovícico (Harper et al., 2004). También es probable que las faunas de lingúlidos de latitudes altas a medias del Oeste de Gondwana (incluido el Norte de África, Medio Oriente, Avalonia y Perúlica - =Bohemia-), hayan jugado un rol importante en el origen de las asociaciones de plataforma somera del Ordovícico. Un buen ejemplo es la fauna de *Thysanotos-Leptembolon*, la cual probablemente evolucionó en regiones con características peri-Gondwánicas y pronto se extendió a través de Báltica (Popov y Holmer, 1994; Mergl, 1997; Benedetto y Muñoz, 2015). El origen de numerosos lingúlidos y sifonotrétidos durante el Tremadociano tardío, fueron causadas principalmente por la proliferación de asociaciones de plataformas someras. El Darriwiliano fue un intervalo de una significativa reorganización de estas asociaciones con el incremento de tasas de rotación, cuando los lingúlidos epibentónicos

fueron completamente reemplazados por taxones con hábitos excavadores. Durante ese tiempo, algunas asociaciones de lingúlidos de plataformas someras (e.g.: asociación de *Hyperobolus-Talasotreta*) indicaron un considerable cambio hacia ambientes más distales (Holmer et al., 1996), pero en general este cambio no es característico de faunas de lingúlidos del Ordovícico.

A pesar de la persistencia de familias existentes, entre el 50 y 60% del número total de géneros desapareció de las asociaciones del linguliformes durante el Darriwiliano tardío y el Sandbiano temprano (Fig. 5.4). El número de sifonotrétidos bajó a seis géneros a comienzos del Darriwiliano medio. En ambientes de plataforma proximal y somera, las faunas de lingúlidos epibentónicos de las familias Obolidae y Zhanatellidae, fueron reemplazadas completamente por asociaciones de lingúlidos-moluscos, en las cuales los lingúlidos, adaptados a vivir enterrados, se convirtieron en los braquiópodos predominantes (Bassett et al., 1999).

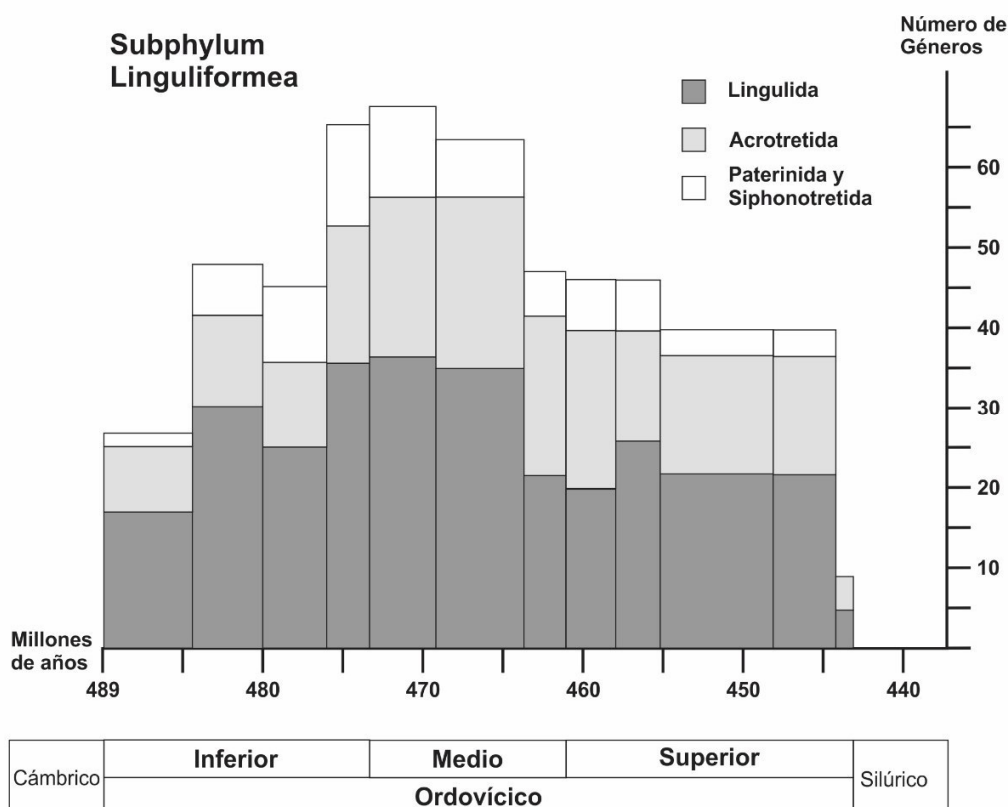


Figura 5.4. Abundancia absoluta de los Órdenes de Linguliformes durante el Ordovícico (modificado de Bassett et al., 1999 y Harper et al., 2004).

Materiales y métodos

La diversidad taxonómica de los Linguliformes de la Precordillera Argentina se analizará principalmente desde los puntos de vista temporal y ambiental. Para esto se confeccionó una base de datos cuantificando el número de especies y géneros presentes en cuatro intervalos temporales (Dw2, Dw3, Sa1, Sa2) y en cuatro ambientes (rampa media, rampa distal, transición rampa distal-cuenca y cuenca; Fig. 5.5). Esta base de datos se construyó con información bibliográfica y revisiones de esta Tesis sin tener en cuenta la cantidad de muestras u otras relaciones; un detalle de la misma se muestra en la tabla 1. Debido a que no se cuantificó el número de individuos en cada muestra tanto para los ambientes como para los intervalos temporales, no se realizaron cálculos de la diversidad β por adición, para evitar el sesgo de muestreo.

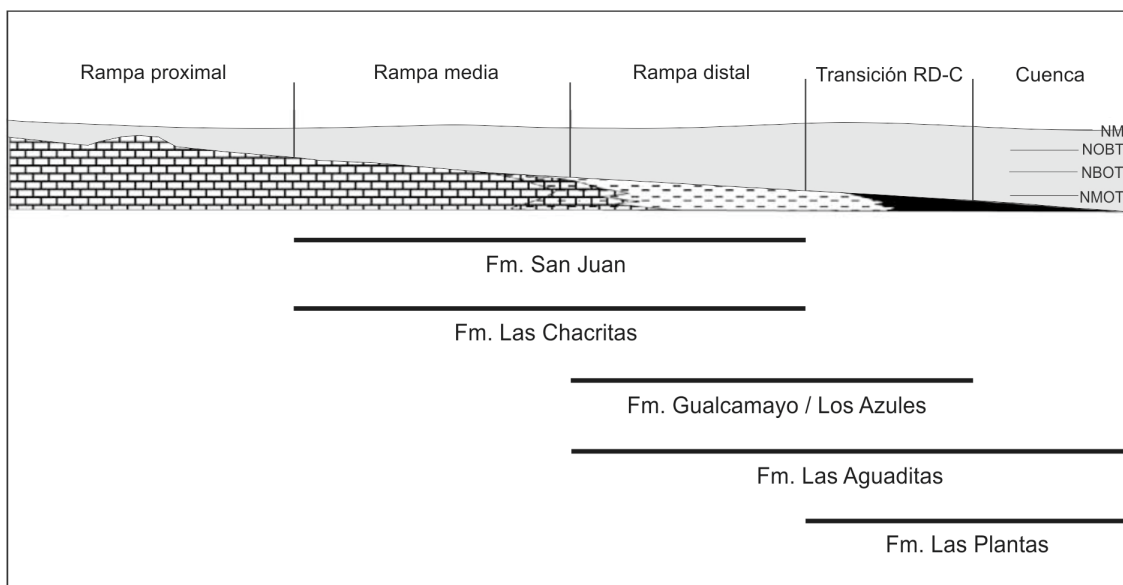


Figura 5.5. Diagrama esquemático de una rampa carbonática donde muestra la ubicación de los ambientes y las diferentes formaciones de donde proviene el material. Abreviaturas: NM= nivel del mar; NOBT= nivel de olas de buen tiempo; NBOT= nivel base de olas de tormenta; NMOT= nivel máximo de olas de tormenta. (modificado de Waisfeld et al., 2003).

Para el análisis de la diversidad taxonómica temporal se utilizó la presencia de especies y géneros de manera independiente al ambiente. Para la misma se obtuvo la Riqueza (S) de cada intervalo, la que se puede considerar como diversidad α en sentido estricto (dentro de una comunidad o hábitat; Whittaker, 1972; Moreno, 2001). Luego se analizó la diversidad β del total de taxones estudiados, utilizando el índice de Jaccard. El coeficiente de Jaccard (d_{jk}), también llamado Coeficiente de Comunidad (Sepkoski, 1988), mide la proporción de taxones compartidos con el número de taxones compartidos entre dos muestras e indica el recambio entre las muestras (va de 0 cuando no hay taxones compartidos a 1 cuando comparten todos los taxones), de la siguiente forma,

$$d_{jk} = M / (M+N)$$

donde M = número de coincidencias y N = número total de géneros con una presencia en un intervalo.

Además, se determinó la diversidad β con el índice β_1 de Harrison (1992) para conocer el valor de cada intervalo temporal proporcional a la diversidad α de la siguiente forma,

$$\beta_1 = ((S / \alpha) - 1) / N - 1$$

donde S = número de especies total, α = promedio de especies y N = número de ambientes.

Para el análisis de la diversidad taxonómica entre ambientes se utilizó la presencia de todos los taxones en cada ambiente y de acuerdo a intervalos temporales utilizados anteriormente. Se realizó la cuantificación de la diversidad α en cada ambiente mediante la Riqueza (S) y luego se compararon los ambientes para determinar la diversidad β , con el fin de identificar las similitudes entre los ambientes utilizando el índice de Jaccard.

Adicionalmente, se realizó una comparación entre los intervalos temporales donde se llevó a cabo el conteo de ambientes que se registran y el número de niveles muestreados, con el objetivo de tener un parámetro del esfuerzo de muestreo realizado.

	Dw2	Dw3	Sa1	Sa2
<i>Acrotreta calabozoi</i>	0	0	0	3,4
<i>Akmolina sp.</i>	0	1,2	0	0
<i>Anomaloglossa sp.</i>	0	0	0	3,4
<i>Anomaloglossa? Sp</i>	0	2,3	0	0
<i>Biernatia rhapsody</i>	0	1,2,3,4	2,3,4	0
<i>Chilcatreta tubulata</i>	1,2	0	0	0
<i>Conotreta andina</i>	1,2	1,2,3,4	0	0
<i>Cyrtonotreta vasculata</i>	0	2,3	0	0
<i>Cyrtonotreta? Sp</i>	0	2,3	0	0
<i>Eoconulus sp.1</i>	0	2,3,4	0	0
<i>Eoconulus sp.2</i>	1,2	0	0	0
<i>Ephippelasma sp.</i>	1,2	1,2	0	0
<i>Foveola sp.1</i>	0	0	0	3,4
<i>Foveola sp.2</i>	1,2	0	0	0
<i>Glossella cuyanica</i>	1,2	0	0	0
<i>Lingulasma?</i>	1,2	0	0	0
<i>Lingulobolus gnaltaensis</i>	0	2,3	0	0
<i>Lingulops sp.</i>	0	2,3,4	2,3,4	0
<i>Numericoma rowelli</i>	1,2	0	0	0
<i>Numericoma simplex</i>	0	1,2,3,4	2,3,4	0
<i>Palaeoglossa minima</i>	0	2,3	0	0
<i>Paterula incognita</i>	0	0	2,3,4	0
<i>Obolidae gen. et sp. nov.</i>	1,2	0	0	0
<i>Scaphelasma zharykensis</i>	1,2	1,2,3,4	0	0
<i>Schizotreta sp.</i>	0	1,2	0	0
<i>Torynelasma?</i>	0	1,2	0	0

Tabla 5.1. Presencia de las especies de linguliformes de la Precordillera, de acuerdo a cuatro intervalos temporales: Dw2, Dw3, Sa1 y Sa2. Se indica el ambiente en donde se encuentra cada especie según: rampa media (1), rampa distal (2), transición rampa distal-cuenca (3), cuenca (4), ausente (0).

Resultados

De acuerdo a lo que se observa en la Figura 5.6, es posible inferir que en la Precordillera Argentina se registra una alta diversidad a nivel genérico y específico durante el Ordovícico Medio, alcanzando el pico de máxima diversidad en el Dw3. Asimismo, se observa un descenso en la diversidad total hacia el Ordovícico Superior, presentándose la menor diversidad en el Sa2.

En referencia a los cambios faunísticos entre intervalos (diversidad β), se puede observar que hay muy baja similitud (mostrada con el índice de Jaccard, Fig. 5.7, Tabla 5.2) entre los intervalos Dw2 y Dw3, donde entre ambos intervalos se encuentran tres especies en común; la similitud entre los intervalos Dw3 y Sa1 sólo es ligeramente más elevada, aunque sigue siendo baja, presentando tres especies en común; y el último intervalo analizado posee una similitud nula (Sa1-Sa2). Estos cambios en la diversidad entre los intervalos temporales también se testearon con el índice β_1 de Harrison (1992), que cómo se observa en la Tabla 5.3, muestra resultados similares a los obtenidos con el índice de Jaccard, en donde la similitud entre los intervalos Dw2-Dw3 y Dw3-Sa1 es baja, y se observa un pico de similitud nula (=1) en el intervalo Sa1-Sa2.

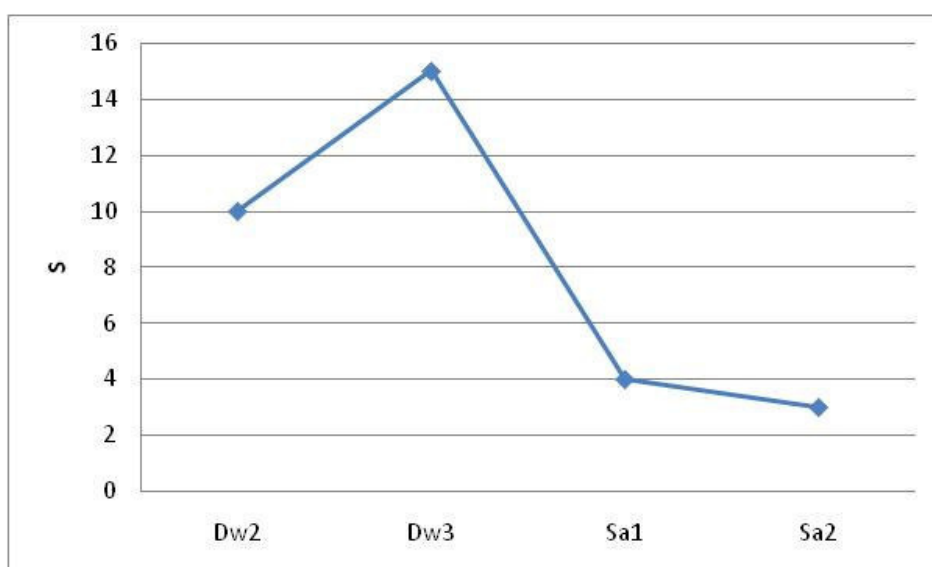


Figura 5.6. Curva de la riqueza específica (S) en los 4 intervalos temporales analizados, teniendo en cuenta el número de especies.

Jaccard				
	Dw2	Dw3	Sa1	Sa2
Dw2	1			
Dw3	0.1363636	1		
Sa1	0	0.1875	1	
Sa2	0	0	0	1

Tabla 5.2. Valores de diversidad β de acuerdo al índice de Jaccard para cada sucesión de intervalos temporales.

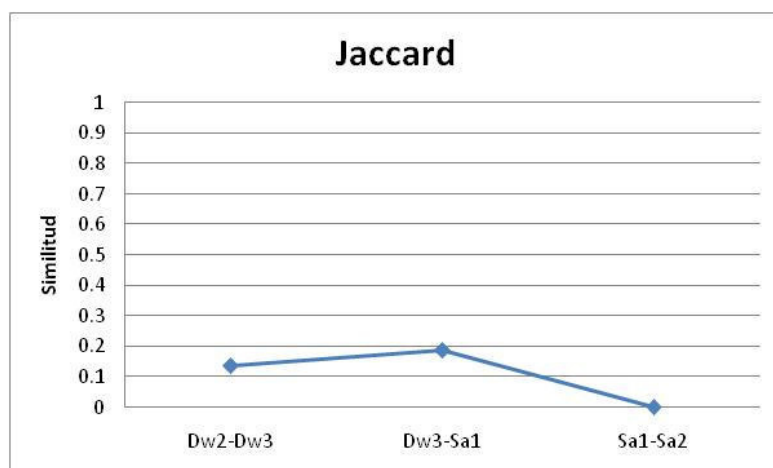


Figura 5.7. Curva de diversidad β que muestra los recambios entre los intervalos sucesivos analizados

Harrison				
	Dw2	Dw3	Sa1	Sa2
Dw2	0			
Dw3	0.76	0		
Sa1	1	0.684	0	
Sa2	1	1	1	0

Tabla 5.3. Valores de diversidad β de acuerdo al índice de Harrison para cada sucesión de intervalos temporales.

El recambio de géneros entre los ambientes se pone en evidencia mediante el análisis de la diversidad β (Figura 5.8), donde se observa la riqueza específica encontrada en cada ambiente, y dentro de cada uno de los intervalos temporales. En el primer intervalo de tiempo sólo se registran los ambientes de rampa media y distal en los cuales la riqueza específica es la misma tanto en número de taxones como en la composición, resultando con esto una similitud total mostrada con el índice de Jaccard (Tabla 5.4). El intervalo siguiente (Dw3) es el que posee mayor diversidad, registrándose los cuatro ambientes utilizados en el análisis; en la rampa media se observa una significativa diversidad específica, la cual aumenta considerablemente alcanzando el pico máximo de taxones en la rampa distal, la cual comienza a descender hacia la transición entre la rampa y la cuenca, hasta hacerse baja dentro de ella. En los intervalos restantes, se da un caso similar al primero, donde no se registran todos los ambientes, y se reconoce una profundización de la rampa hacia el Ordovícico Superior, en donde para el último intervalo sólo se obtuvo material de los

ambientes de transición entre rampa distal y cuenca, y de la cuenca en sí. El índice de Jaccard (Tabla 5.4, Fig. 5.9) sólo fue realmente significativo en el intervalo Dw3, mostrando una similitud elevada ($=0.7333$) entre la rampa distal y la transición de ésta a la cuenca, en donde se encuentran once especies compartidas entre ambos ambientes; tanto para la relación entre la rampa media y la distal, y la transición entre rampa distal a cuenca y la cuenca, los valores de similitud fueron similares (aproximadamente 0,5 en ambos pares).

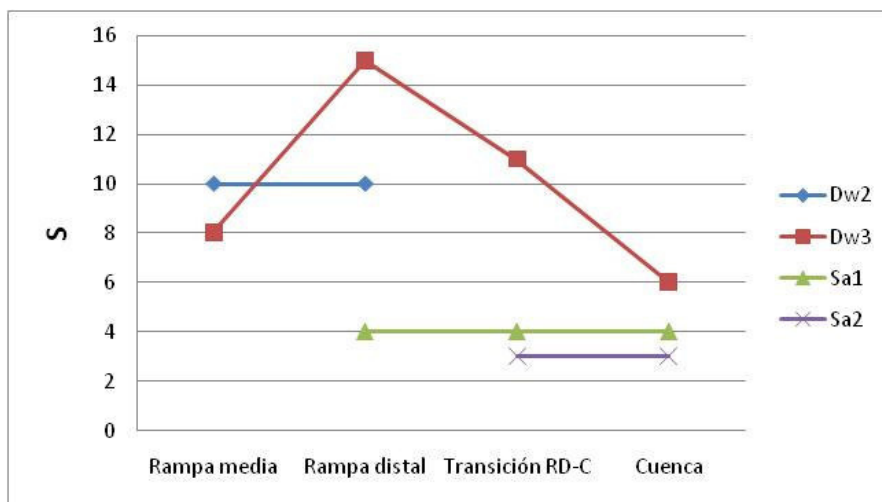


Figura 5.8. Curvas de riqueza de cada intervalo temporal estudiado, mostrando el número de especies halladas en cada ambiente.

		Jaccard			
		Rampa media	Rampa distal	Transición RD-C	Cuenca
	Rampa media	1			
Dw2	Rampa distal	1	1		
	Transición RD-C	s/d	s/d	1	
	Cuenca	s/d	s/d	s/d	1
	Rampa media	1			
Dw3	Rampa distal	0.5333	1		
	Transición RD-C	0.2666	0.7333	1	
	Cuenca	0.4	0.4	0.5454	1
	Rampa media	1			
Sa1	Rampa distal	s/d	1		
	Transición RD-C	s/d	1	1	
	Cuenca	s/d	1	1	1
	Rampa media	1			
Sa2	Rampa distal	s/d	1		
	Transición RD-C	s/d	s/d	1	
	Cuenca	s/d	s/d	1	1

Tabla 5.4. Valores de la diversidad β de acuerdo a los índices de Jaccard. En aquellos intervalos donde no se registraron ambientes, figuran sin datos (s/d)

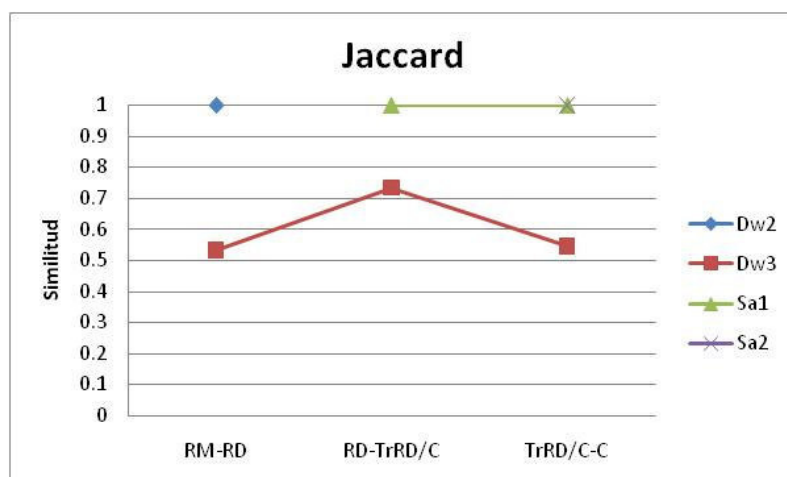


Figura 5.9. Curva de diversidad β mostrando los recambios entre los ambientes para cada intervalo temporal (índice de Jaccard).

Sin embargo, existe un gran sesgo de muestreo en el análisis. El intervalo temporal Dw3 posee una gran diversidad, pero esto puede deberse a que el mismo fue más muestreado, y registra todos los ambientes como muestra la Figura 5.10. De manera más específica, se realizó un recuento de la cantidad de niveles donde se recuperó material

utilizado en el análisis (Fig. 5.11), y se evidencia una gran diferencia con respecto a los demás intervalos. En este caso el material se coleccionó de un total de 30 niveles provenientes de cuatro formaciones diferentes. Como se observa en el diagrama, el segundo intervalo más muestreado fue el Dw2, en el cual se recuperó material de cinco niveles de una sola formación. Esto se debió a la presencia en los afloramientos de estratos de cada uno de estos ambientes. En el caso particular del intervalo de mayor muestreo, se debió a que se obtuvo gran cantidad de material residual del procesamiento de muestras para bioestratigrafía, principalmente utilizada en conodontes.

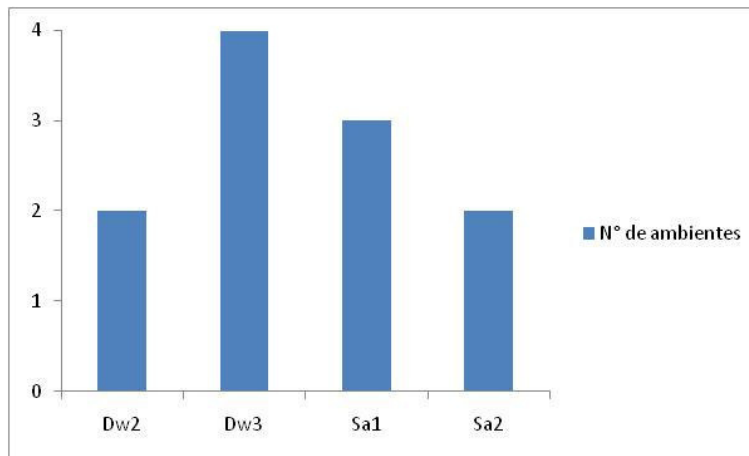


Figura 5.10. Diagrama de barras que muestra el número total de ambientes que fueron muestreados para cada lapso de tiempo considerado.

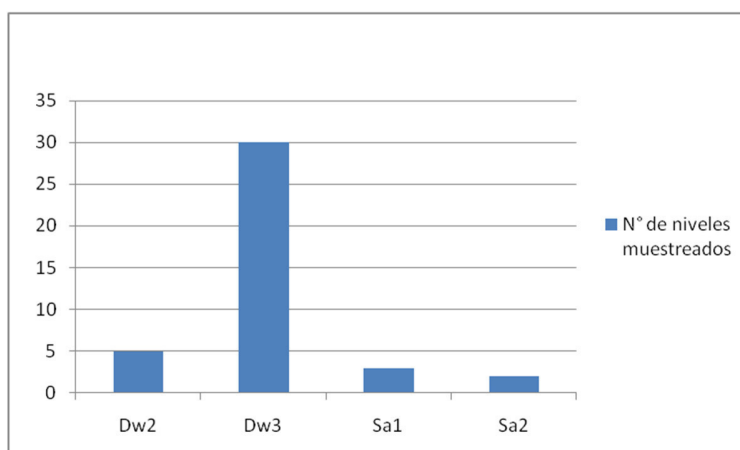


Figura 5.11. Diagrama de barras que muestra el número total de niveles de los cuáles se recuperó material.

CAPÍTULO VI - PALEOBIOGEOGRAFÍA

TAXONES ENDÉMICOS VS. COSMOPOLITAS

El concepto de área de endemismo es la base del análisis paleobiogeográfico y fue acuñado por de Candolle (1838). Taxones endémicos son aquellos cuya distribución geográfica está restringida a determinadas áreas durante cierto lapso de tiempo. El endemismo puede verificarse desde el nivel de especie al de familia, o incluso en jerarquías taxonómicas mayores. La causa primaria del endemismo es la aparición de algún tipo de barrera (por ej. apertura de un océano, una cadena de montañas) que separa una población de organismos de otra, a partir de lo cual las especies originales se diferencian gradualmente en taxones distintos mediante el proceso evolutivo de la especiación. La consecuencia es que cuanto más prolongado es el aislamiento más marcado será el endemismo. Cuando un taxón endémico está presente en áreas separadas entre las cuales no hay registros del mismo se habla de endemismo disyunto y permite inferir que tales áreas estuvieron interconectadas y/o próximas entre sí en el pasado. Si bien esta inferencia es básicamente correcta, hay que tener presente que el carácter “disyunto” puede ser sólo aparente debido a defectos de muestreo, hiatos estratigráficos (ausencia de registro) o de ambientes favorables para determinado grupo de fósiles (Cecca, 2002). El concepto opuesto al de endemismo es la distribución cosmopolita, que se refiere a la presencia de un taxón a escala global, mientras que el término “pandémico” suele ser aplicado a aquéllos taxones de distribución muy amplia, aunque no necesariamente global. Con frecuencia se usa para taxones marinos restringidos a fajas latitudinales (por ej. pan-tropicales o pan-ecuatoriales, polares).

La distribución paleogeográfica de los diferentes grupos de fósiles marinos está condicionada por su modo de vida. En general, los organismos planctónicos tienen amplia dispersión y tienden a ser cosmopolitas. Por ello su utilidad en paleogeografía es más limitada, como en el caso de los graptolitos, acritarcos y quitinozoos, que generalmente no han sido tan utilizados para registrar las separaciones continentales durante el Ordovícico como lo hacen otros grupos como los braquiópodos (Fortey y Mellish, 1992), aunque pueden existir grupos planctónicos restringidos por la temperatura del agua y por lo tanto estar acotados en su distribución a ciertas franjas latitudinales (por ejemplo distribución

pan-ecuatorial). En el caso de las formas bentónicas, su distribución paleogeográfica es más restringida debido a que su dispersión depende de su fase larvaria y cada grupo tiene diferentes historias larvales (Fortey y Mellish, 1992). Por esta razón, la aparición de formas endémicas es mucho más frecuente.

Los braquiópodos linguliformes y craniiformes constituyen un componente relativamente menor pero distintivo de las faunas bentónicas ordovícicas. Los primeros, son reconocidos como uno de los componentes mayores de la Fauna Evolutiva Cámbrica (Sepkoski, 1981) junto con los trilobites y las esponjas hexactinélidas, mientras que el registro existente de craniiformes del Cámbrico es escaso (Popov et al., 1999), y en términos de las tres faunas reconocidas por Sepkoski (1981), pueden ser considerados como un componente menor de la Fauna Evolutiva Paleozoica (Harper et al., 2004). La biogeografía de los linguliformes y craniiformes del Ordovícico, generalmente ha sido considerada en conjunto con los braquiópodos rinconelliformes, aunque hay algunos trabajos específicos sobre ellos (Bassett et al., 2013; Popov et al., 1999, 2013). Los braquiópodos inarticulados proliferaron en ambientes marinos marginales donde formaban asociaciones de baja diversidad, con frecuencia dominadas por un solo taxón (Popov et al., 2013). Algunas asociaciones faunísticas dominadas por linguliformes oportunistas, las cuales están asociadas a intervalos con cambios ambientales significativos, en conjunto con asociaciones de trimeréllidos, revelan patrones de distribución característicos que han probado ser de mucha ayuda en reconstrucciones paleogeográficas (Popov y Holmer, 1994, 1995).

Las estrategias de vida y la historia evolutiva de los linguliformes difieren significativamente de los otros subphyla de braquiópodos (Bassett et al., 1999). Estas diferencias se ven reflejadas en sus distintivos patrones de distribución biogeográfica durante el Ordovícico. Los linguliformes actuales poseen una larva planctotrófica con una prolongada etapa de natación libre en su ontogenia, la cual es retenida desde los ancestros del Cámbrico (Freeman y Lundelius, 1999, 2005, 2007). Hacia el inicio del Ordovícico, se adaptaron a un amplio espectro de ambientes marinos desde zonas litorales a profundidades abisales (Bassett et al., 1999; Tolmacheva et al., 2004). Durante este período, los braquiópodos linguliformes jugaron un rol significativo en las asociaciones faunísticas que fueron características de ambientes marginales, por ejemplo, en zonas litorales de arenas

móviles y condiciones disaeróbicas, las cuales explican los patrones biogeográficos particulares mostrados por este grupo (Popov et al., 2013). El Ordovícico, además, está caracterizado por asociaciones bentónicas distintivas de braquiópodos linguliformes micromórficos, y hay fuertes evidencias de que comúnmente poseían relaciones simbióticas con esponjas, un hábito de vida que claramente afectó su patrón de distribución (Mergl, 2002; Holmer et al., 2005). Adicionalmente, los linguliformes evidencian un amplio rango de patrones biogeográficos en casos donde forman componentes minoritarios de varias comunidades bentónicas que son dominadas por otros organismos filtradores, como por ejemplo braquiópodos rinconelliformes y briozoos.

La calidad de datos globales publicados sobre la biodiversidad de los linguliformes del Ordovícico es variable, aunque en los últimos cinco años se nota un crecimiento en el número de taxones registrados y las localidades fosilíferas. Popov et al. (2013) realizaron una extensa recopilación de datos sobre este grupo, señalando que la base de datos es relativamente completa para Báltica y latitudes altas y templadas de Gondwana, y además hay buenos datos compilados para Laurentia, el sector australásico de baja latitud de Gondwana, Avalonia y los terrenos de Kazakhstania. En contraste, destacan que existía una sola publicación sobre linguliformes micromórficos del Ordovícico Medio del Sur de China y no había datos disponibles de Siberia y el Norte de China. Más aún, había una considerable cantidad de datos de este grupo que desafortunadamente permanecían sin publicar, incluyendo descripciones de microbraquiópodos del Ordovícico Superior de Irlanda (Avalonia), presentados en una tesis doctoral inédita por McClean (Wright y McClean, 1991), y faunas del Ordovícico Medio de la Precordillera Argentina. Posteriormente el número de publicaciones se incrementó en gran medida, destacándose nuevos hallazgos en el Sur de China (Zhen et al., 2015; Chen y Rong, 2019) y distintas cuencas de Argentina (Precordillera, Famatina, Cuenca Andina Central; Benedetto, 2015; Benedetto y Muñoz, 2015; Benedetto et al., 2017; Lavié y Benedetto, 2016, en prensa; Lavié, 2018; Lavié et al., 2017, 2018, 2019).

Las unidades biogeográficas en paleobiogeografía

El concepto de “provincia zoogeográfica” en faunas actuales data de fines del siglo XIX (Nelson y Platnick, 1981). La nomenclatura utilizada en el estudio de la distribución

geográfica de los fósiles es muy variada y difiere según los autores, aunque a partir de las propuestas de Westermann (2000) se han tratado de definir con más precisión los términos y los procedimientos para crear unidades paleobiogeográficas. Las regiones o áreas con faunas endémicas se han agrupado siguiendo un orden jerárquico desde las más amplias a las más restringidas, creándose diversas unidades biogeográficas o biocoros (*biochores*), según el término propuesto por Westermann (2000). Las unidades paleobiogeográficas se dividen clásicamente en *realms* o dominios (>75% endemismo), regiones, provincias y subprovincias (10-25% endemismo) (Kauffman, 1973), aunque hay diferentes criterios al respecto. Valentine (1973), por ejemplo, planteó que estos niveles cuantitativos son arbitrarios pues el grado de endemismo puede variar mucho entre regiones e incluso puede haber provincias carentes de faunas endémicas pero que son reconocibles por su peculiar combinación de taxones. Por ejemplo el Dominio Afro-Sudamericano se lo reconoce no sólo por sus braquiópodos endémicos (*Clarkeia*, *Castellaroia*, *Australina*, *Harringtonina*, etc.) sino que también es distintivo por su baja diversidad y por la ausencia de braquiópodos pentaméridos (Benedetto y Sánchez, 1996). En general, hay consenso en que la unidad más amplia es el “*realm*”. Este ha sido a menudo considerado sinónimo de “región”, aunque este término se considera informal (Westermann, 2000). También se han propuesto los términos “reino” (*kingdom*) y *super-realm* como las unidades de rango superior al *realm*. Aquí se sigue el criterio mayoritario de autores de habla hispana de traducir el término *realm* como “dominio” (del francés *domaine*, Westermann, 2000), aunque no hay un criterio unánime al respecto. McKerrow y Cocks (1986) discutieron las posibles causas que generan los distintos rangos de unidades paleobiogeográficas y concluyeron que en los dominios, la distribución de la biota es controlada básicamente por factores climáticos latitudinales, mientras que las provincias se definen a partir de la emergencia de barreras que impiden la dispersión, las que a menudo son de carácter longitudinal. Un buen ejemplo del primer caso son los dominios Boreal y Tetiano basados en las faunas de amonites del Jurásico (Cecca, 1999), o los dominios Atlántico y Pacífico en las faunas de graptolitos del Ordovícico. En este trabajo se adoptará esencialmente el criterio de McKerrow y Cocks (1986) debido a que es el que mejor explica la distribución de los braquiópodos del Paleozoico y que, además, ya ha sido aplicado por la mayoría de los autores.

Resultados

Tal como se detalló en la sección de metodologías, para el análisis paleobiogeográfico se utilizaron dos bases de datos por separado. Una de ellas con los registros de braquiópodos inarticulados del Ordovícico Medio, que incluye 46 géneros en nueve terrenos seleccionados a escala global (Cuyania, Nueva Zelanda, Sur de China, Perúnica, Avalonia, Alborz, Laurentia, Kazakhstania y Báltica; Fig. 6.1). Se llevaron a cabo los distintos análisis en base a dos criterios, uno utilizando los nueve terrenos previamente mencionados, y el otro separando al terreno Cuyania en dos regiones, la Precordillera y el Bloque San Rafael. Esto último se realizó para testear si existen diferencias entre dichas regiones dentro de Cuyania, ya que el Bloque San Rafael se interpreta como un ambiente más somero (Keller, 1999) que los muestreados y estudiados para este trabajo, y sólo se cuenta con datos de linguliformes micromórficos (Holmer et al., 2016), con lo que la ausencia de macrofauna podría deberse a factores ambientales, o simplemente a un sesgo en el muestreo de las secciones.

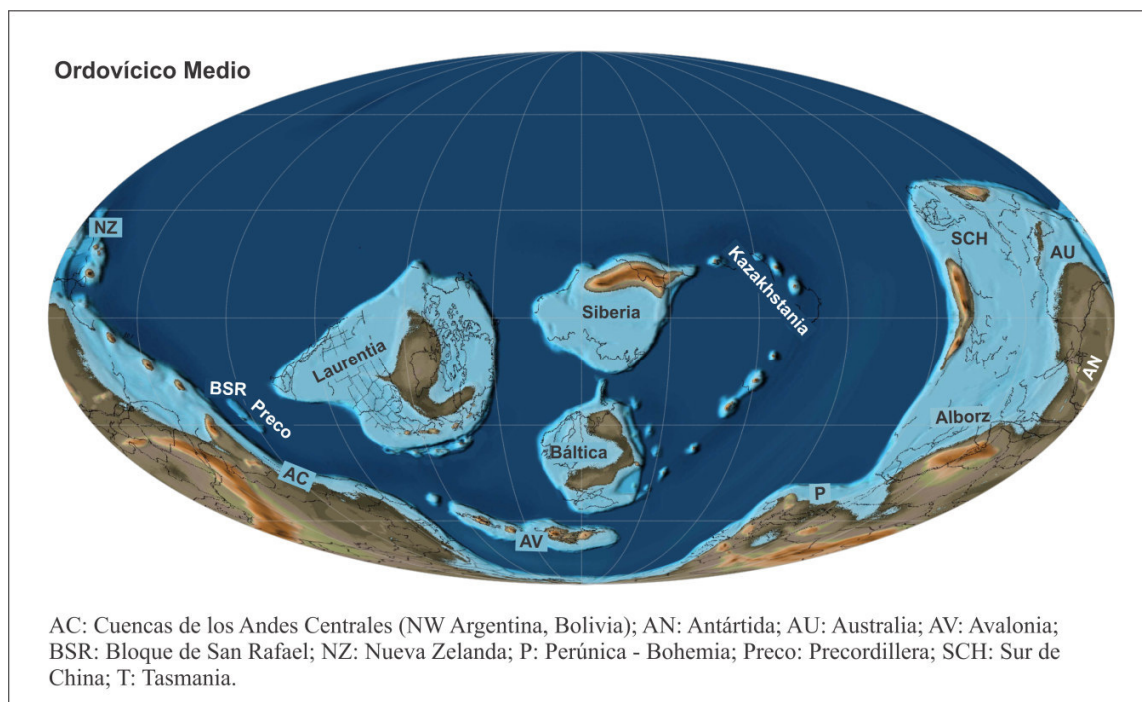


Figura 6.1. Configuración de los paleocontinentes durante el Ordovícico Medio (alrededor de 460 Ma), detallando los terrenos utilizados para el análisis multivariado (Construido en base a Scotese, 2016).

La otra base de datos se compone de los registros de inarticulados del Ordovícico Superior y consta de 43 géneros en nueve terrenos, siendo algunos distintos en comparación con los utilizados en el Ordovícico Medio (Precordillera, Báltica, Australia [Nueva Gales del Sur], Bohemia, Laurentia, Oeste de Gondwana, Sur de China, Avalonia y Kazakhstania). Para los análisis de este último lapso temporal se descarta el Bloque San Rafael, ya que no hay datos precisos en este lapso temporal, pues la base de datos utilizada por Holmer et al. (2016) sólo comprende el Darriwiliano reconocido en las Formaciones Ponón Trehué y Lindero.

Se realizaron análisis multivariados (análisis de agrupamiento o cluster, y análisis de coordenadas principales - PCoA-), utilizando el programa PAST 3.05 y los índices Dice y Raup-Crick (Figs. 6.2, 6.3, 6.4; tablas 6.1, 6.2; matrices de distancia: Cap. III, tablas 3.1-3.6).

	Bl. San Rafael	Precordillera	Nueva Zelanda	Sur de China	Perúnica	Avalonia	Alborz	Laurentia	Kazakhstania	Báltica
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Acanthambonia</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Acrosaccus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Acrotreta</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Aipyotreta</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Akmolina</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Alichovia</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Anomaloglossa</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Biernatia</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Broeggeria</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
<i>Conotreta</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Cyrtotreta</i>	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>Dictyonites</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Ectenoglossa</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Elliptoglossa</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Eoconulus</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ehippelasma</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>Eurytreta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Foveola</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Glossella</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Hansotreta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Hisingerella</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Leptembolon</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Lingulasma</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lingulella</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lingulops</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lurgiticoma</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Mendozotreta</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Myotreta</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Numericoma</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
<i>Nushbiella</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Palaeoglossa</i>	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>Paterula</i>	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Pidiobolus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Rhysotreta</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Roweella</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1
<i>Scaphelasma</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
<i>Schizambon</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Schizotreta</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Spinilingula</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Spondyglossella</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Spondylotreta</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Talasotreta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Torynelasma</i>	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Trematis</i>	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>Undiferina</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Westonia?</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Tabla 6.1. Base de datos correspondiente a los géneros (excluidos endémicos) presentes en el Ordovícico Medio, en diez terrenos seleccionados. (Tomada y modificada de Popov et al., 2013, Holmer et al., 2016)

	Báltica	Australia (NSW)	Bohemia	Precordillera	Laurentia	Oeste de Gondwana	Sur de China	Avalonia	Kazakhstania
<i>Acanthambonia</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Acanthocrania</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Acrosaccus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Acrotreta</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Acrotretella</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Anomaloglossa</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Atansoria</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Belubula</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Biernatia</i>	1	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Conotreta</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	1
<i>Elliptoglossa</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	1
<i>Eoconulus</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Eodinobolus</i>	1	1	0	0	1	0	0	1	1
<i>Ehippelasma</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Glossella</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Hisingerella</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Leptobolus</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Lingulasma</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Lingulella</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Lingulops</i>	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Monomerella</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Multispinula</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Nushbiella</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Orthisocrania</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ovolingula</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Palaeoglossa</i>	0	0	1	0	1	0	0	1	0
<i>Palaeotrimerella</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Paracraniops</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Paterula</i>	1	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>Petrocrania</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Pseudolingula</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Pseudopholidops</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Rhinotreta</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Rhysotreta</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Rowellella</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Scaphelasma</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Schizocrania</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>Schizotreta</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Spondylotreta</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Tilasia</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Torynelasma</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	1
<i>Trematis</i>	1	0	1	0	1	1	0	1	1
<i>Veliseptum</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1

Tabla 6.2. Base de datos correspondiente a los géneros (excluidos endémicos) presentes en el Ordovícico Superior, en nueve terrenos seleccionados.

Ordovícico Medio

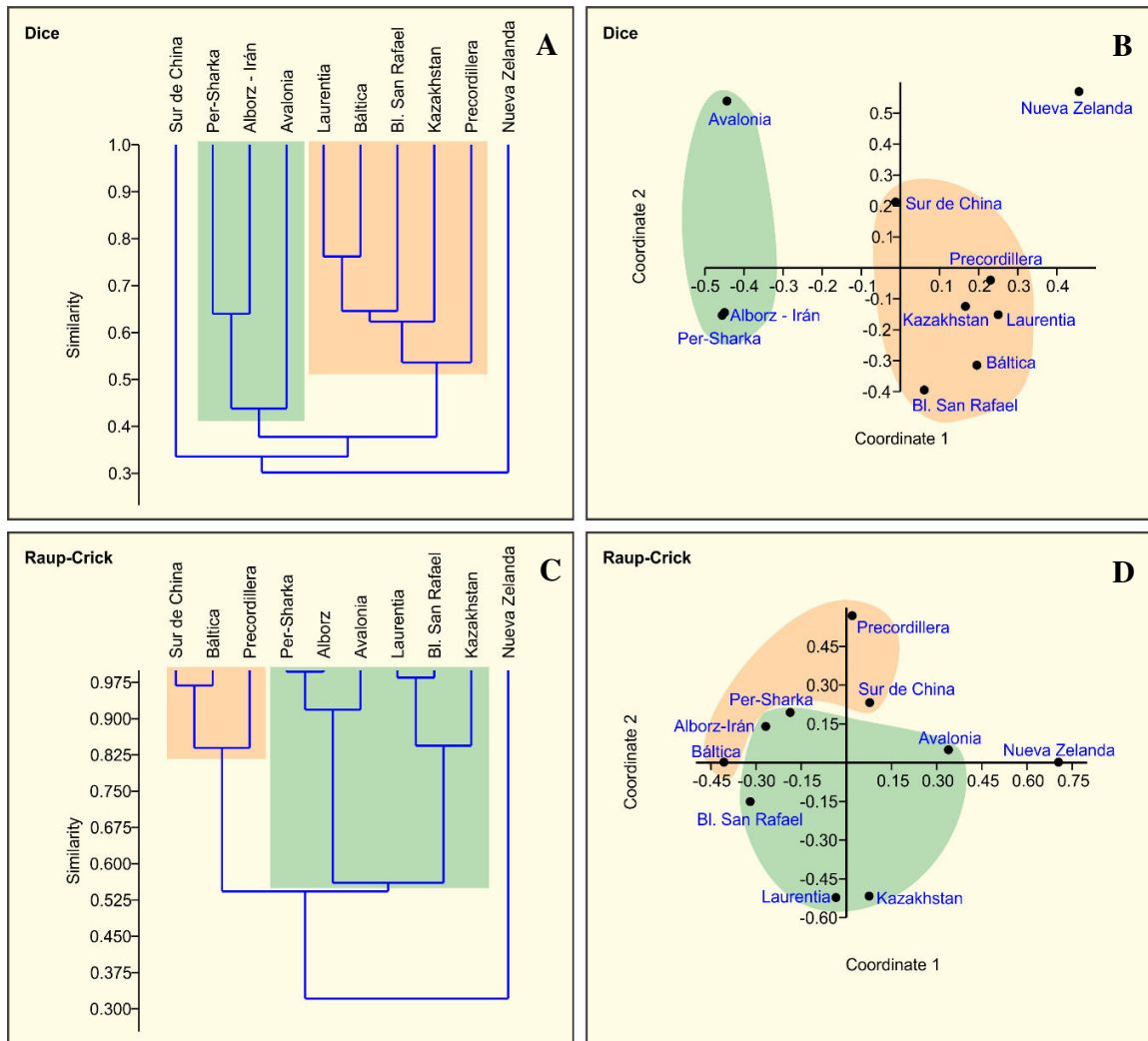


Fig. 6.2. Resultados obtenidos de los análisis de agrupamiento y PCoA con ambos índices para el Ordovícico Medio, donde Cuyania se encuentra dividida en las regiones de la Precordillera y el Bloque San Rafael.

Aplicando el índice de similitud de Dice (Fig. 6.2.A, 6.2.B), en los análisis donde el terreno Cuyania aparece dividido en dos regiones, se pueden observar dos grandes “dominios” (Fig. 6.5) (se nominará “Cluster A”= “Cl. A”, a aquel contenga al terreno Precordillera). Uno de ellos está conformado por los terrenos de Precordillera, Bloque San Rafael, Báltica, Laurentia y Kazakhstania (“Cl. A”), mientras que el otro está compuesto por los Perúnica (Bohemia), Alborz y Avalonia (“Cluster B”= “Cl. B”). Si bien a grandes

rasgos, los dos tipos de análisis realizados (*cluster* y PCoA) reflejan agrupamientos similares, se evidencian ligeras diferencias. En el análisis de agrupamiento (Fig. 6.2.A) las regiones de Nueva Zelanda y Sur de China aparecen por fuera de los agrupamientos mayores, donde esta última se encuentra más cercana al “Cl. B”. Mientras que en el PCoA (Fig. 6.2.B), aunque la región de Nueva Zelanda se encuentra alejada de ambos dominios, la región del Sur de China aparece más relacionada al “Cl. A”, incluso podría incluirse dentro de éste, encontrándose cercana al terreno de Precordillera.

Aplicando el índice de Raup-Crick (Fig. 6.2.C, 6.2.D), los grandes “Cluster” que se forman poseen variantes respecto a los resultados obtenidos con el índice Dice. En el análisis de agrupamiento (Fig. 6.2.C), el “Cl. A” queda conformado por Precordillera, Báltica y el Sur de China, mientras que el “Cl. B”, comprende Perúnica, Alborz, y Avalonia, los cuales podrían agruparse a un nivel de “provincia” biogeográfica, mientras que de Laurentia, Kazakhstania y el Bloque San Rafael, quedan agrupados también como otra “provincia”. Por otro lado, si bien podrían separarse estos dos conjuntos en el PCoA (Fig. 6.2.D), el “Cl. A” quedaría conformado por los terrenos Precordillera, Sur de China y Avalonia, estando la región Báltica más relacionada con el “Cl. B”. En lo que ambos análisis presentan coincidencia es en que Nueva Zelanda queda excluida de ambos Clusters.

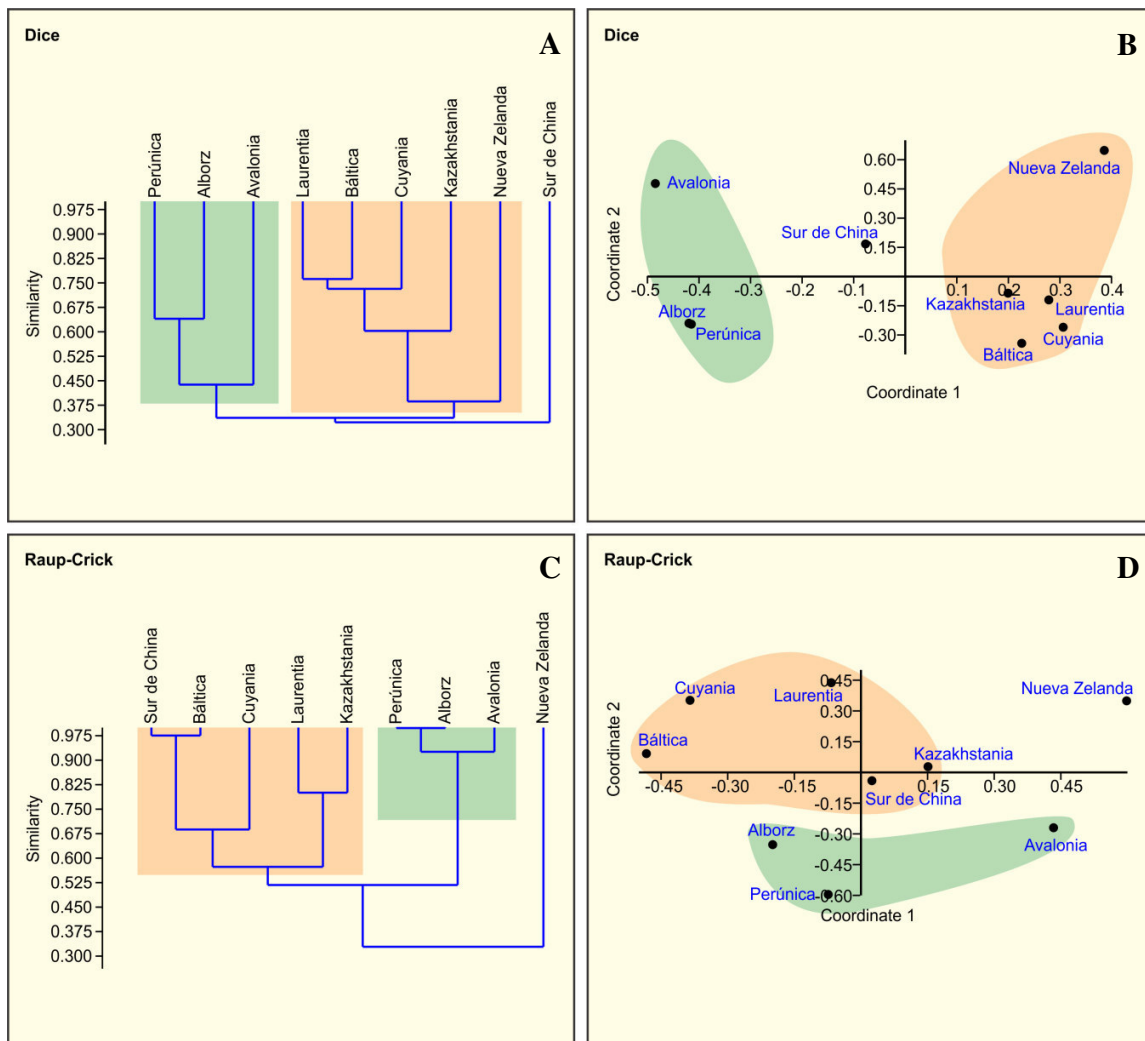


Fig. 6.3. Resultados obtenidos de los análisis de agrupamiento y PCoA con ambos índices para el Ordovícico Medio, donde Cuyania es un solo terreno.

Dado que existe abundante evidencia geológica y estratigráficas de que el Bloque de San Rafael y la Precordillera forman parte de un mismo terreno denominado Cuyania (Ramos, 2004), se realizó un segundo análisis reuniendo las faunas de la Precordillera con las del Bloque San Rafael. En este caso, como puede observarse en la figura 6.3, aplicando el índice Dice (Fig. 6.3.A, 6.3.B), tanto en el análisis de agrupamiento como en el PCoA, se evidencia la estrecha relación entre los terrenos de Cuyania, Báltica y Laurentia, los que junto con Kazakhstania y Nueva Zelanda, conformarían el “Cl. A”, mientras que el “Cl. B” está compuesto por los terrenos de Perúñica, Alborz y Avalonia; una diferencia que se observa con los resultados de la Figura 6.2 (donde las faunas de la Precordillera y el Bloque

San Rafael están separadas), es que la región del Sur de China no presenta relaciones tan claras con los demás terrenos, y por lo tanto queda por fuera de los dos mayores *Clusters* propuestos.

En el caso de los resultados obtenidos utilizando el índice Raup-Crick (Fig. 6.3.C, 6.3.D), a diferencia de lo observado en la Figura 6.2.C y 6.2.D, ambos *Clusters* quedan conformados prácticamente por las mismas áreas que aplicando el índice de Dice, salvo leves diferencias. El “*Cl. A*” nuevamente se compone por los terrenos de Cuyania, Báltica, Laurentia y Kazakhstania, pero en este caso, la región del Sur de China se encuentra relacionada cercanamente con Báltica, y formaría parte de este *Cluster*. Mientras que en el “*Cl. B*”, vuelve a verse una relación estrecha entre los terrenos de Perúnica, Alborz y Avalonia. Lo que se puede observar, es que tanto en el análisis de agrupamiento como en el PCoA, la región de Nueva Zelanda se encontraría por fuera de ambos dominios.

Como mencionan Popov et al. (2013), trabajos detallados del Ordovícico Medio de Báltica (Gorjansky, 1969; Holmer, 1989), Alborz (Irán; Popov et al., 2008) y el Sur de China (Zhang, 1995), describen la composición de las faunas de braquiópodos linguliformes de latitudes templadas, caracterizadas por una baja diversidad taxonómica y una abundancia de Ehippelasmatidae pertenecientes a los géneros *Aipyotreta*, *Myotreta* y *Numericoma*. Además, otros géneros que caracterizan a estas faunas son *Scaphelasma*, *Biernatia*, *Torynelasma* y *Eoconulus*, los cuales presentan igualmente una amplia distribución, incluso llegando a ser cosmopolitas. Los torynelasmátidos están presentes en la mayoría de las faunas conocidas de esta edad, pero ausentes en Avalonia, Perúnica y Alborz, que también se encuentran en latitudes templadas, y además están ausentes en el Bloque San Rafael (Popov et al., 2013; Holmer et al., 2016); igualmente, se ha encontrado el primer registro de la familia Torynelasmatidae en el Darriwiliano tardío de la Precordillera Argentina (Lavié et al., 2019). Los torynelasmátidos son más diversos en los terrenos de Kazakhstania, donde están presentes géneros endémicos como *Christicoma*, *Issedonia* y *Polylasma*. El representante de la familia Ehippelasmatidae *Lurgiticoma* se conoce para Kazakhstan y Nueva Zelanda (Nazarov y Popov, 1980; Percival et al., 2009) y probablemente sea de regiones peri-gondwánicas tropicales. Una característica remarcable en las faunas del Sur de China es la ausencia de lingúlidos como *Elliptoglossa* y *Paterula*, y la casi total ausencia de representantes de la familia Acrotretidae (e.g.: *Acrotreta*,

Conotreta, *Cyrtonotreta* y *Spondylotreta*), que son característicos de faunas contemporáneas en Báltica, Laurentia y los terrenos de Kazakhstania, adicionándose también nuevos registros en Precordillera (Lavié et al., 2017, 2019). Cabe destacar la presencia del género *Myotreta* en Precordillera, que sólo se conocía en abundancia para la región de Báltica y el Sur de China; estas dos últimas regiones, muestran una distintiva afinidad a nivel genérico, compartiendo además ocurrencias a nivel específico (e.g. *Numericoma perplexa*, *N. spinosa*, *Acanthambonia cf. delicata* y *Scaphelasma mica*). Otro género característico de la región Báltica es *Biernatia*, y es notable que los biernátidos estaban restringidos geográficamente a esta región durante el Ordovícico Temprano, mientras que en el Dapingiano y el Darriwiliano temprano y medio también se registran en los terrenos de Alborz (Popov et al., 2008, 2013); sólo hacia el intervalo Darriwiliano tardío-Sandbiano temprano (Biozonas de *Pygodus serra*-*Pygodus anserinus*), la familia Biernatiidae tuvo una distribución casi cosmopolita, y para ese tiempo se expandió hacia las regiones de Laurentia, Nueva Zelanda, Kazakhstania, el Sur de China, el Bloque San Rafael, la Precordillera y Avalonia, presentando géneros endémicos en esta última (Sutton et al., 2000).

Los resultados obtenidos para el Ordovícico Medio en los análisis realizados por Popov et al. (2013, Figs. 10.3, 10.4) y Holmer et al. (2016, Fig. 11), presentan grandes similitudes con los obtenidos en el presente trabajo. Principalmente, los análisis de dichos autores muestran dos grandes agrupamientos, que coinciden casi por completo con los *Clusters* “A” y “B” propuestos en esa tesis: uno conformado por el Sur de China, Avalonia, Alborz y Perúnica, mientras que el otro está compuesto por Laurentia, Kazakhstania, Báltica y el Bloque San Rafael. De acuerdo a los datos aquí presentados, el terreno Cuyania queda incluido en este último agrupamiento, formando parte de lo que se denominó “Cl. A”.

Ordovícico Superior

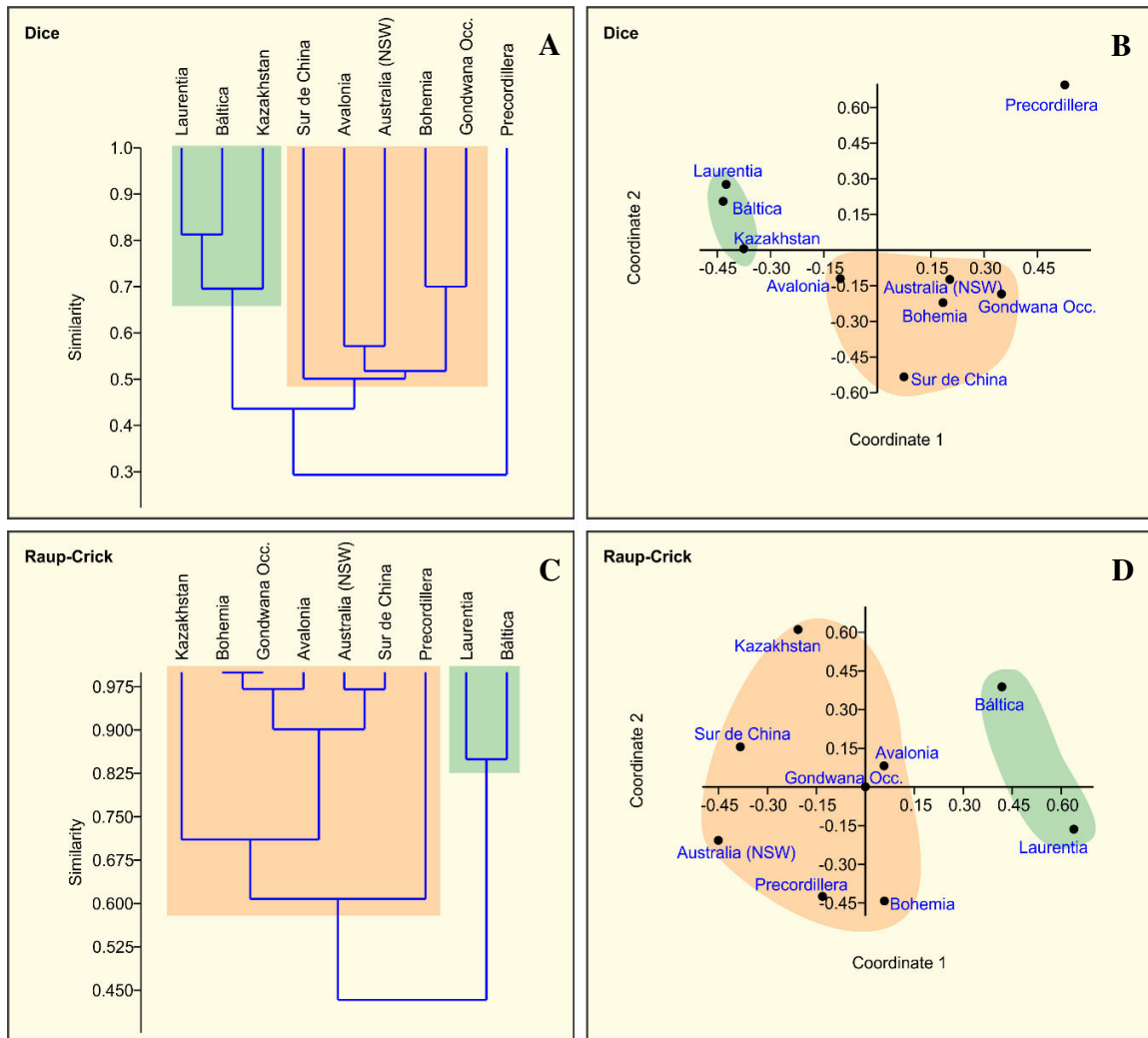


Fig. 6.4. Resultados obtenidos de los análisis de agrupamiento y PCoA con ambos índices para el Ordovícico Superior.

Los resultados obtenidos del análisis de las afinidades de los taxones presentes en este lapso temporal (Fig. 6.4) presentan diferencias significativas con las obtenidas para el Ordovícico Medio. Aplicando el índice de Dice, el terreno Precordillera queda por fuera de los *Cluster* en ambos análisis. Asimismo, tanto en el análisis de agrupamiento como en el PCoA, los dos dominios que se conforman estarían integrados por los mismos terrenos; el “*Cluster C*” (= “*Cl. C*”) queda conformado por Laurentia, Báltica y Kazakhstania, mientras

que el “Cluster D” (= “Cl. D”) por el Sur de China, Avalonia, Bohemia, Australia (New South Wales) y Gondwana Occidental (Fig. 6.5).

Con el índice de Raup-Crick los dos agrupamientos quedan conformados de manera similar, tanto para el análisis de agrupamientos como para el PCoA. En este caso el terreno Precordillera se integra al “Cl. C”, aunque con un bajo coeficiente de similitud. Este agrupamiento incluye el Sur de China, Australia, Avalonia, Gondwana Occidental, Bohemia y Kazakhstania, mientras que el “Cl. D” sólo está conformado por Laurentia y Báltica.

Las faunas de linguliformes del Ordovícico Superior están relativamente poco estudiadas (Popov et al., 2013) y sólo hay algunos trabajos sobre Báltica (Holmer, 1986, 1989, 1991a; Popov et al., 1994), Kazakhstania (Nazarov y Popov, 1980; Popov, 2000a, b), Avalonia (Wright, 1963) y Australia (Percival 1978; Percival et al., 1999). Adicionalmente, se suman los trabajos sobre las faunas del Bloque San Rafael y la Precordillera en Argentina (Holmer et al., 2016; Lavié, 2018; Lavié et al., 2019). Por ende, no hay una buena base de datos para realizar un análisis detallado de la distribución geográfica de los linguliformes durante esta época.

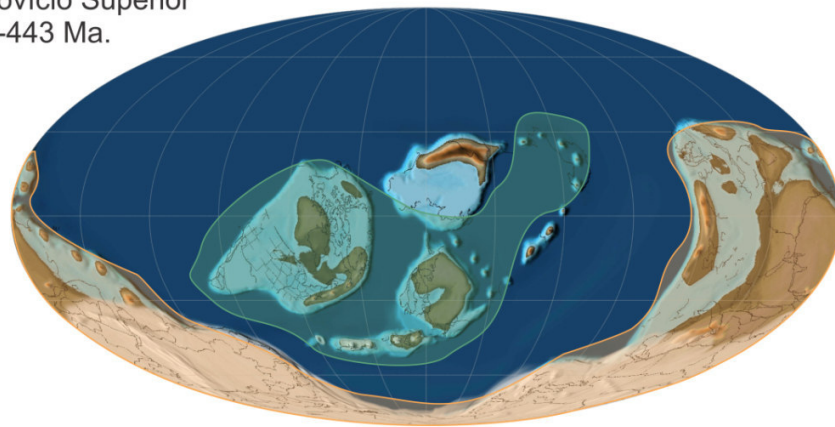
En Báltica, las asociaciones de microbraquiópodos durante el Sandbiano y Katiano temprano incluyen lingúlidos cosmopolitas como *Paterula* y *Rowellella*, y acrotretidos igualmente cosmopolitas como *Hisingerella*, *Biernatia*, *Opsiconidion* y *Acrotretella*, junto con el sifonotrétido *Acanthambonia* (Holmer, 1986; Popov et al., 1994). Además, se registra una moderada abundancia de grandes lingúlidos, incluyendo varias especies de *Pseudolingula*, a las que se suman varios linguliformes y sifonotrétidos macroscópicos poco conocidos (Gorjansky, 1969; Holmer, 1991a, b).

Los linguliformes descriptos para el sector Australiano de Gondwana de baja latitud (New South Wales), incluyen tanto taxones endémicos como *Casquella*, y cosmopolitas como *Paterula*, *Elliptoglossa* e *Hisingerella* (Percival, 1978; Percival et al., 1999); el género *Anomaloglossa* es característico de esta región, pero recientemente se lo ha registrado en el Ordovícico Superior del Sur de China y el Ordovícico Medio y Superior de la Precordillera en Argentina (Zhan et al., 2014; Benedetto, 2015; Lavié, 2018). Percival et al. (2016) describe una asociación de microbraquiópodos del Katiano medio de New South

Wales compuesta de géneros de acrotretidos con características pantropicales, como por ejemplo *Torynelasma*, *Undiferina*, *Rhysotreta* y *Nushbiella*, en adición a numerosos géneros cosmopolitas los cuales constituyen una asociación más grande.

Los terrenos de Kazakhstania, que principalmente ocupan posiciones subecuatoriales al oeste del sector Australiano de Gondwana (Popov et al., 2009b), poseen una diversa fauna de linguliformes micromórficos (incluyendo *Acrotreta*, *Biernatia*, *Dictyonites*, *Ephippelasma*, *Rowellella* y *Scaphelasma*). Se encuentran algunos géneros endémicos, como por ejemplo los acrotretidos *Naimania* y *Tasbulakia*, mientras que *Veliseptum* también es conocido en el Katiano de Báltica (Popov, 2000a, b; Holmer, 1986).

Ordovício Superior
458-443 Ma.



Ordovício Medio
470-458 Ma.

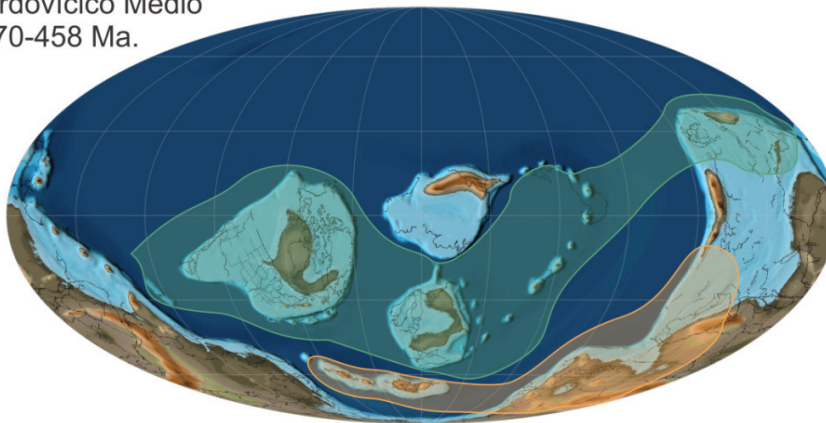


Figura 6.5. Representación de los “Clusters” (“Cluster A” y “Cluster C”: rosado; “Cluster B” y “Cluster D”: verde) biogeográficos en los cuales pueden agruparse los linguliformes y craniiformes durante el Ordovício Medio (abajo) y el Ordovício Superior (arriba).

COMPARACIÓN CON RINCONELLIFORMES

En lo que respecta a la paleobiogeografía de los braquiópodos rinconelliformes del terreno Precordillera, hay numerosos trabajos que discuten sobre las afinidades de este grupo (Benedetto, 1986, 1998, 2002, 2007, 2015; Benedetto y Cech, 2006; Benedetto y Sánchez, 1996; Benedetto et al., 1999, 2009; Harper et al., 2013; Herrera y Benedetto, 1991). Particularmente, Benedetto et al. (2009) realizaron un análisis de las afinidades biogeográficas de las faunas bentónicas de Sudamérica durante el Cámbrico y el Ordovícico, en base a la taxonomía de trilobites, bivalvos y rinconelliformes.

Durante el Ordovícico Medio, las faunas de rinconelliformes muestran un agrupamiento bien definido con aquellas de Laurentia e Irlanda, que a su vez están vinculadas con asociaciones de plataformas carbonáticas peri-ecuatoriales del Sur de China, Kazakhstania y Altay-Sayan (marginal a la placa de Siberia). Este conjunto es más o menos equivalente al *Realm* Toquima-Table Head propuesto por Ross y Ingham (1970), redefinido posteriormente por Neuman y Harper (1992). Hacia el Darriwiliano, varios géneros bálticos y célticos migraron hacia la cuenca precordillerana, dándole una signatura mixta “Lauréntica-Báltica-Céltica” a estas asociaciones (Herrera y Benedetto, 1991). De acuerdo con los análisis realizados por Neuman y Harper (1992, Fig. 2), la fauna de la Precordillera es similar a la Céltica, pero guarda más similitud con las faunas Laurénticas que con ninguna otra; este mismo patrón se observa como resultado del PCO realizado por Benedetto et al. (2009, Fig. 8). Muchos géneros de rinconelliformes típicos del *Realm* Céltico (Neuman, 1984), como *Monorthis*, *Ffynnonia*, *Rugostrophia*, *Productorthis*, *Athiella* e *Inversella* (*Reinversella*), aparecen súbitamente en el tope de la Formación San Juan durante el Dapingiano tardío y el Darriwiliano temprano; exceptuando *Inversella*, todos estos géneros aparecen en rocas ligeramente más antiguas en la cuenca de Famatina. A pesar de que no se han podido realizar comparaciones entre faunas de linguliformes del Ordovícico Medio con la cuenca de Famatina, debido a la ausencia de material de este intervalo temporal, los resultados obtenidos en los análisis paleobiogeográficos (Fig. 6, 3) concuerdan en gran medida con los obtenidos por Benedetto et al. (2009). Las faunas tanto de linguliformes como de rinconelliformes de la Precordillera, presentan afinidades con los terrenos de Laurentia, Kazakhstania y Báltica.

Los rinconelliformes del Ordovícico Superior de la Precordillera están muy bien documentados en el Sandbiano, con faunas recuperadas de las Formaciones Las Plantas, La Pola y Trapiche (Benedetto, 1995, 1998, 1999, 2003). Las características biogeográficas de estas faunas indicarían una predominancia de afinidades Gondwánicas. Algunos componentes, como *Tissintia*, *Aegironema*, *Drabovia?* y *Howellites* cf. *macrostoma* Barrande, son típicos miembros de la Fauna Mediterránea de *Aegironema-Drabovia* (Havlíček, 1989). Estos taxones están asociados con los géneros pantropicales *Atelelasma* y *Anoptambonites*, el primero presentando numerosas especies en Laurentia, mientras que el último en Kazakhstania, Siberia, Australia, Escocia y Norteamérica. La fauna de la Formación Las Plantas incluye el género *Campylorthis*, hasta entonces una forma endémica de la región Scoto-Apalachiana, y *Oanduporella*, reconocido en el Este de Báltica (Hints, 1975) y en Irlanda (Harper et al., 1985). *Destombesium*, registrado en el Katiano de la Formación Trapiche, también ha sido encontrado en Bolivia y Marruecos (Benedetto, 1999).

Como resultado del análisis de agrupamientos mostrado por Benedetto et al. (2009, Fig. 12), el dendrograma muestra un cluster principal que reúne las asociaciones de rinconelliformes del Norte de África, Bohemia y Armórica, los cuales a su vez se agrupan con las faunas de la Cuenca Andina Central y la Precordillera, señalando que por primera vez estos braquiópodos cambian de afinidades Laurénticas a Gondwánicas.

En contraste, las faunas de linguliformes del Ordovícico Superior de la Precordillera no muestran afinidades claras, quedando por fuera de los grupos principales como se observa en el análisis de agrupamiento y el PCoA realizados con el índice Dice (Fig. 4). Esto puede deberse a la falta de una base de datos más completa para este lapso temporal.

IMPLICANCIAS PALEOGEOGRÁFICAS

La Precordillera argentina es considerada un terreno alóctono al margen Oeste de Gondwana, siendo numerosos los trabajos referidos a este tema. Entre estos, Ross (1975) menciona por primera vez la gran similitud que existe entre las faunas de trilobites cámbricos de Laurentia y Precordillera, sugiriendo una cercanía de ambas áreas. Por su parte Ramos et al., (1986) basándose en las características estratigráficas y paleontológicas

de la Precordillera y las áreas adyacentes interpretan a la cuenca precordillerana como un terrane. Por otra parte, una gran cantidad de trabajos tratan de explicar su relación con los demás continentes, el mecanismo de acreción y la edad en que habría ocurrido, existiendo dos hipótesis que difieren respecto de la forma en que se llevó a cabo la acreción del terreno al margen Oeste de Gondwana, y los tiempos de rifting de Laurentia y posterior colisión con el margen gondwánico. Una de ellas considera a la Precordillera como un terreno o microplaca que se separó de Laurentia, derivó y colisionó con Gondwana (Benedetto, 1993, 1998, 2004; Astini et al., 1995; Thomas y Astini, 1996; Astini, 1998a; Benedetto et al., 1999, 2009), mientras que según la otra hipótesis, la colisión continental de Laurentia y Gondwana en el Ordovícico habría sido sucedida por un desmembramiento mediante rifting que dejó un fragmento de Laurentia, llamado Occidentalía, del cual la Precordillera formó parte, adosado al margen de Gondwana. (Dalla Salda et al., 1992a y b; Dalziel et al. 1994; Dalziel, 1997). Actualmente hay un consenso general en que la Precordillera es un terreno alóctono proveniente del margen Este de Laurentia, y los datos que sustentan la aloctonía son muy abundantes, basados en características estratigráficas, petrológicas, tectónicas, paleomagnéticas y principalmente paleontológicas (Thomas y Astini, 2003, y referencias allí citadas; Benedetto, 2004, y referencias allí citadas). En particular las evidencias paleobiogeográficas permitieron postular la conexión de la Precordillera con Laurentia en el Cámbrico y arrojan luz sobre la edad de la separación, trayectoria y colisión del alóctono. En diversos trabajos (e.g. Benedetto et al., 1999, 2009) que aportan datos respecto de las faunas (rinconelliformes, trilobites, ostrácodos, bivalvos, rostroconchos, esponjas, briozoos), con el fin de ajustar las relaciones biogeográficas con Laurentia y Gondwana. En base a esto se reconocen 4 etapas en la evolución de la Precordillera: 1-etapa Lauréntica (Cámbrico-Tremadociano), 2-etapa de aislamiento (Floiano-Darriwiliano temprano), 3-etapa de pre-acreción (Darriwiliano medio-Sandbiano), 4-etapa Gondwánica (Hirnantiano-Silúrico). La etapa Lauréntica está caracterizada por asociaciones de trilobites cámbricos típicos de Laurentia, que se mantiene hasta el Tremadociano. El pasaje a la etapa de aislamiento ocurre de manera gradual, y está marcado por la primera aparición en la Precordillera de formas no laurénticas. Durante esta etapa la cantidad de formas laurénticas disminuye, y aumentan los taxones propios de Avalonia y Báltica, al igual que los endémicos. Por su parte la etapa de pre-acreción

comienza con la primera aparición en Precordillera de taxones gondwánicos y también con el registro de numerosas formas endémicas, indicando la aproximación del terreno al margen de Gondwana. Esto implica que además de la proximidad a Gondwana debe haber existido algún tipo de aislamiento geográfico o factor biológico que controlaron la dispersión de la fauna. Por último, en la etapa gondwánica la fauna presenta una marcada similitud con la de las cuencas propias de Gondwana.

Los datos y resultados paleobiogeográficos obtenidos en este trabajo sobre los braquiópodos linguliformes del Ordovícico Medio y Superior, coinciden mayormente con los patrones observados en otras faunas bentónicas de la Precordillera. Durante el Darriwiliano, muchos de los géneros que se registran en esta región, presentan claras afinidades laurénticas y bálticas, compartiendo al menos 13 géneros (excluyendo a los cosmopolitas y de amplia distribución) con estos terrenos. Adicionalmente, durante este período, se observan varios géneros compartidos con los terrenos de Kazakhstania, aparecen algunos nuevos taxones endémicos de Precordillera y compartidos con el margen oeste de Gondwana. Mientras que en el Ordovícico Superior, a pesar de escasez de datos de braquiópodos linguliformes a escala global (Popov et al., 2013), se observa que, de los géneros presentes en Laurentia y Precordillera durante el Darriwiliano, dos poseen continúan registrándose durante el Sandbiano en ambas regiones (excluyendo nuevamente a los taxones cosmopolitas); asimismo, muchos géneros siguen estando presentes luego del límite Ordovícico Medio-Superior únicamente Laurentia, pero sin hallarse en la Precordillera. Este patrón puede deberse a que durante ese tiempo, la Precordillera se encontraba en la etapa de pre-acreción contra el margen oeste de Gondwana.

CAPÍTULO VII - CONCLUSIONES

- El análisis taxonómico de los braquiópodos linguliformes, permitió incrementar principalmente el conocimiento del grupo presente en sucesiones del Ordovícico Medio y Superior en la Precordillera Argentina, y en menor medida al registro del Ordovícico Inferior de las regiones de Famatina y del Noroeste Argentino.
- Para la Precordillera se registraron un total de 22 géneros, entre los que *Chilcatreta* Lavié y Benedetto, *Luthieria* Lavié y Craniidae gen. nov. se describen como géneros nuevos, y 24 especies, de las cuales 7 son nuevas: Orden Lingulida: *Glossella cuyanica* Lavié y Benedetto, y *Luthieria diminuta* Lavié; Orden Acrotretida; *Acrotreta calabozoi* Lavié, *Conotreta andina* Lavié, Serra y Feltes, y *Biernatia rhapsody* Lavié, Serra y Feltes; Orden Siphonotretida; *Chilcatreta tubulata* Lavié y Benedetto; Subphylum Craniiformea, Craniidae gen. et sp. nov.
- En Famatina se describieron registros de braquiópodos inarticulados por primera vez (Lavié y Benedetto, en prensa), sumando en total 7 géneros, de los cuales *Famatinobolus* Lavié y Benedetto, y un Lingulellotretidae gen. et sp. nov. son nuevos, y un total de 8 especies, donde *Famatinobolus cancellatum* Lavié y Benedetto, *Lithobolus limbatum* Lavié y Benedetto, *Monobolina* sp. nov., y *Chilcatreta lariojana* Lavié y Benedetto se documentan como nuevas especies.
- En cuanto a la región del Noroeste Argentino, se registraron 5 géneros y 6 especies, de las cuales *Broeggeria omaguaca* Benedetto y Lavié, y *Lingulella* sp. nov. son nuevas. Adicionalmente, la especie *Bröeggeria elongata* Harrington, se reasignó al género *Palaeoglossa* en base al hallazgo de material con caracteres internos mejor preservados.
- En la fauna descrita se identificó una amplia variedad de modos de vida; los braquiópodos linguliformes de la Precordillera ocupaban tanto hábitos infaunales como epifaunales. Entre las especies infaunales, se pueden diferenciar aquellas que vivían varios centímetros enterradas en el sustrato y aquellas semi-endobentónicas, que vivían en la interfaz agua-sedimento parcialmente enterradas; entre las primeras, se destacan los grandes lingúlidos con conchillas ornamentadas con diferentes tipos de protuberancias (*Lingulasma*, *Glossella*), las cuales no intervenían

directamente en la excavación, sino que se interpreta que funcionaban para dar mejor anclaje contra las paredes del sustrato. Entre las especies semi-endobentónicas, se incluyen representantes de distintos órdenes, como obólidos de tamaño mediano (*Lingulobolus*, *Palaeoglossa*), acrotretidos micromórficos que presentaban valvas ventrales particularmente largas, recurvadas o fuertemente ornamentadas (*Biernatia*, *Ehippelasma*), y un representante del Orden Siphonotretida, caracterizado principalmente por una ornamentación compuesta de largas espinas con las que se anclaban al sustrato (*Chilcatreta*).

- Las especies que presentan hábitos de vida epifaunales se pueden dividir en dos grupos, los que viven directamente por encima del sustrato, ya sean fijos o apoyados, y los que viven más elevados sobre el sustrato, pudiendo habitar fijados a litoclastos o bioclastos, o sobre otros organismos, generalmente esponjas o matas algales. En el primer grupo, se reconocen lingúlidos tanto de gran tamaño (*Anomaloglossa*, *Foveola*) como micromórficos (*Lingulops*, *Paterula*), teniendo como carácter en común el poseer conchillas comprimidas. El segundo grupo se compone en su totalidad de braquiópodos micromórficos, donde la mayoría se interpreta como epibiontes, comúnmente viviendo sobre la superficie o dentro de esponjas (*Schizotreta*, *Acrotreta*, *Akmolina*, *Conotreta*, *Cyrtonotreta*, *Numericoma*, *Scaphelasma*, *Torynelasma*) o entre filamentos de matas algales, aunque se encontraron especímenes que habitaban fijos a sustratos duros, como es el caso de *Eoconulus*.
- Los análisis de diversidad de los linguliformes de la Precordillera muestran una diversidad relativamente alta durante el Darriwiliano, observándose un pico máximo hacia fines del Dw3, y luego se registra un descenso de la misma durante el Sandbiano, patrón que puede compararse a lo que ocurre a escala global. Es probable que esta tendencia se deba a un sesgo de muestreo en el Dw3 con respecto a los demás intervalos temporales. En este lapso se verifica conjuntamente la mayor cantidad de niveles donde se recuperó material y la mayor variedad de ambientes (utilizados para el análisis de diversidad ambiental), al igual que la mayor cantidad de formaciones (Gualcamayo, Los Azules, Las Chacritas y el miembro inferior de Las Aguaditas).

- En base a los resultados del análisis de agrupamiento y el PCoA realizados con dos índices de similitud (Dice y Raup-Crick), los braquiópodos linguliformes del Ordovícico Medio y Superior del terreno Cuyania (Precordillera y Bloque San Rafael), presentan diferencias significativas en las afinidades paleobiogeográficas con los distintos terrenos en cada lapso de tiempo considerado (Ordovícico Medio y Superior). Durante el Ordovícico Medio la fauna de Cuyania posee una estrecha relación con Laurentia y Báltica y ligeramente menor con los terrenos de Kazakhstania. Durante el Ordovícico Superior la fauna de linguliformes de la Precordillera Argentina muestra escasas afinidades con las asociaciones de otros paleocontinentes o terrenos; sólo utilizando el índice de Raup-Crick se evidencia cierta relación de la Precordillera con las regiones de Bohemia, Australia (New South Wales), Kazakhstania, Sur de China, Avalonia y los terrenos de Gondwana Occidental. Por otra parte, a diferencia de lo que ocurre en el Ordovícico Medio, las afinidades faunísticas con Laurentia y Báltica se tornan casi nulas.
- El patrón de distribución y afinidades paleobiogeográficas de los braquiópodos linguliformes de la Precordillera Argentina es similar al de otras faunas bentónicas, como por ejemplo trilobites, bivalvos y braquiópodos rinconelliformes, es compatible con la hipótesis que plantea que, durante fines del Ordovícico Medio y principios del Ordovícico Superior, este terreno se encontraba cercano al margen oeste de Gondwana, posiblemente iniciando la etapa de acreción.

ANEXO

Publicaciones derivadas de la tesis

Lavié F.J. y Benedetto J.L. 2016. Middle Ordovician (Darriwilian) linguliform and craniiform brachiopods from the Precordillera (Cuyania Terrane) of west-central Argentina. *Journal of Paleontology* 90: 1068-1080.

Benedetto, J.L., **Lavié, F.J.** y Muñoz, D.F. 2017. *Broeggeria* Walcott and other Cambrian and Tremadocian linguloids brachiopods from NW Argentina. *Geological Journal*. DOI: 10.1002/gj.2880

Lavié F.J. 2018. Linguliformean brachiopods from the Las Plantas Formation (Ordovician, Sandbian), Argentine Precordillera. *Ameghiniana* 55: 600-606.

Lavié, F.L., Serra, F. y Feltes, N.A. 2019. Linguliform microbrachiopods from Las Aguaditas and Las Chacritas Formations (Middle-Upper Ordovician) of Argentine Precordillera. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 125(3): 651-668.

Lavié, F.J. y Benedetto, J.L. 2019. First lingulate brachiopods from the Ordovician volcano-sedimentary rocks of the Famatina Range, western Argentina. *PalZ*
<https://doi.org/10.1007/s12542-019-00496-5>

Resúmenes en congresos y reuniones científicas

Fernando J. Lavié y Juan Luis Benedetto. Braquiópodos Linguliformea y Craniiformea de la Formación San Juan (Ordovícico Medio) de la Precordillera Argentina. Reunión de Comunicaciones. Asociación Paleontológica Argentina. Mar del Plata, Buenos Aires. 25 al 27 de noviembre de 2015.

F.J. Lavié y J.L. Benedetto. Primeros braquiópodos lingúlidos de la Formación Las Plantas (Ordovícico Superior, Sandbiano), Precordillera de San Juan, Argentina. XI Congreso de la Asociación Paleontológica Argentina. General Roca, Río Negro. 17 al 21 de octubre de 2016.

J.L. Benedetto, **F.J. Lavié** Y D.F. Muñoz. La asociación de Broeggeria (Brachiopoda, Linguloidea) en pelitas del Tremadociano superior de Jujuy, noroeste de Argentina. XI Congreso de la Asociación Paleontológica Argentina. General Roca, Río Negro. 17 al 21 de octubre de 2016.

Lavié, F.L., Mestre, A. y Carrera, M.G. 2017. Microbraquiópodos inarticulados del techo de la Formación San Juan (Darriwiliano medio), Precordillera central. XX Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán, Tucumán, 7 al 11 de Agosto. *Libro de Actas S11*: 55-57.

Lavié, F.L., Serra, F. y Feltes, N.A. 2018. Microbrachiopods from the Las Aguaditas and Las Chacritas Formations (Middle Ordovician), Precordillera terrane of western Argentina: a preliminary taxonomic analysis. *8th International Brachiopod Congress, Permophiles Issue #66 Supplement 1*: 66-67.

Lavié, F.J. 2018. A new species of genus *Alichovia* Gorjansky, 1969 from the Ponón Trehué Formation, Mendoza Province, Argentina. Reunión de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina, Puerto Madryn, Chubut, 21 al 23 de Noviembre. Libro de Resúmenes, p. 70.

Referencias

- Albanesi, G.L., y Astini, R.A. 2000a. Refined conodont biostratigraphy for Las Chacritas Formation, Argentine Precordillera. *Ameghiniana, Suplemento*, 37 (4): 68R-69R.
- Albanesi, G.L., y Astini, R.A. 2000b. New conodont fauna from Suri Formation (Early-Middle Ordovician), Famatina System, western Argentina. *Ameghiniana, Suplemento*, 37 (4): 68R.
- Albanesi, G., y Ortega, G. 1998. Conodont and Graptolite Faunas from the Las Plantas Formation and equivalent units (Caradoc) in the Argentine Precordillera. *Seventh International Conodont Symposium*, held in Europe (Bologna-Modena), Abstracts: 1-2.
- Albanesi, G. L. y Ortega, G. 2002. Advances on conodont-graptolite biostratigraphy of the Ordovician System of Argentina, in Aceñolaza, F.G., ed. Aspects of the Ordovician System in Argentina. *INSUGEO, Serie Correlación Geológica* 16: 143-166.
- Albanesi, G.L. y Ortega, G. 2016. Chapter 2: Conodont and Graptolite Biostratigraphy of the Ordovician System of Argentina. *In: Montenari, M. (Ed.), Stratigraphy & Timescales*. Academic Press, Elsevier Inc. pp. 61-121. ISSN 2468-5178.
- Albanesi, G.L., y Vaccari, N.E. 1994. Conodontos del Arenig en la Formación Suri, Sistema del Famatina, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 26: 125-146.
- Albanesi, G.L., Hünicken, M.A. y Ortega, G. 1995. *Amorphognathus* aff. *superbus* (Conodonta) en la Formación Trapiche (Ordovícico Superior), Cerro Potrerillo, Precordillera de San Juan, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, 60: 461-468.
- Albanesi, G.L., Ortega, G., y Hünicken, M. 1998a. High resolution conodont-graptolite biostratigraphy controlling the diachronous boundary between the San Juan and the Gualcamayo formations (Arenig-Llanvirn) in the Argentine Precordillera. *7º International Conodont Symposium, Abstracts*, pp. 2-4.

Albanesi, G.L., Hünicken, M.A., y Barnes, C.R. 1998b. Bioestratigrafía de conodontes de las secuencias ordovícicas del Cerro Potrerillo, Precordillera Central de San Juan, R. Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 12: 7-72.

Alroy, J. 2004. Are Sepkoski's evolutionary faunas dynamically coherent? *Evolutionary Ecology Research* 6: 1-32.

Alroy, J. 2010. The Shifting Balance of Diversity Among Major Marine Animal Groups. *Science* 329: 1191-1194.

Astini, R.A. 1986. Análisis petrológico, litofacial y estratigráfico de las unidades clásticas ordovícicas en el área de Guandacol, Norte de la Precordillera y sus implicancias en la evolución paleogeográfica de la cuenca. Trabajo Final. Universidad Nacional de Córdoba, 68 p. (Inédito).

Astini, R.A. 1991. Paleoambientes sedimentarios y secuencias depositacionales del Ordovícico clástico de la Precordillera Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 851 p. Unpublished.

Astini, R.A. 1992. Tectofacies ordovícicas y evolución de la cuenca eopaleozoica de la Precordillera Argentina. *Estudios Geológicos* 48: 315-327.

Astini, R.A. 1993. Secuencias deposicionales y niveles del mar en el Sistema Ordovícico de la Precordillera Argentina. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 88: 113-126.

Astini, R.A. 1994a. Análisis secuencial y paleoambientes de las pelitas negras (aloformación Gualcamayo) que suprayacen a las sucesiones carbonátocas eo-ordovícicas en la Precordillera argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49: 71-84.

Astini, R.A. 1994b. Geología e interpretación de la Formación Gualcamayo en su localidad clásica (Suroeste de Guandacol y Cordón de Perico-Potreriillo, Precordillera septentrional. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49: 55-70.

Astini, R.A. 1994c. Significado estratigráfico del Miembro Superior de la Formación San Juan (Cordón de las Chacritas), Ordovícico medio de la Precordillera de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49: 365-367.

Astini, R.A. 1994d. Las megaturbiditas de la Formación *Trapiche* (Ordovícico superior de la Precordillera): procesos sedimentarios y marco geológico. 5° Reunión Argentina de Sedimentología, *Actas* 1:107-112.

Astini, R.A. 1995a. Paleoclimates and paleogeographic paths of the Argentine Precordillera during the Ordovician: evidence from climatically sensitive lithofacies. In: Cooper, J. D., Droser, M. L., and Finney, S. C. (eds.). Ordovician odyssey. The Pacific Section Society for Sedimentary Geology, Book 77: 177-180.

Astini, R.A. 1995b. Sedimentología de la Formación Las Aguaditas (talud carbonático) e implicancias estratigráficas en la cuenca precordillerana durante el Ordovícico medio. *Revista de La Asociación Geológica Argentina* 50:143-164.

Astini, R.A. 1997. Las unidades calcáreas del Ordovícico Medio y Superior de la Precordillera Argentina como indicadores de una etapa extensional. 2° Jornadas de Geología de Precordillera, San Juan, *Actas*, pp. 8-14.

Astini, R.A. 1998a. Stratigraphic evidence supporting the rifting, drifting and collision of the Laurentian Precordillera terrane of western Argentina. In: Pankhurst, R.J., and Rapela, C.W. (eds.) The Proto-Andean margin of Gondwana. Geological Society, London, *Special Publication* 142: 11-33.

Astini, R.A. 1998b. El Conglomerado de Las Vacas y el Grupo Trapiche de la Precordillera: tectónica distensiva en el Ordovícico Tardío. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 53: 489-503.

Astini, R.A. 1999. Sedimentary record, volcano-tectonic cyclicity and progressive emergence of an Early Ordovician perigondwanan volcanic arc: the Famatina System. In Quo vadis Ordovician?, eds. P. Kraft, and O. Fatka. *Acta Universitatis Carolinae, Geologica* 43 (1/2): 115-118.

- Astini, R.A. 2001. Formación La Pola (Ordovícico Superior): relicto erosivo de la glaciación hirnantiana en la Precordillera argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56: 425-442.
- Astini, R.A. 2002. Los conglomerados basales del Ordovícico de Ponón Trehue (Mendoza) y su significado en la historia sedimentaria del terreno exótico de Precordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 57: 19-34.
- Astini, R.A. 2003. The Ordovician proto-Andean basins. *In*: Benedetto, J. L., ed. Ordovician Fossils of Argentina. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, p. 1-74.
- Astini, R.A. 2008. Sedimentación, facies, discordancias y evolución paleoambiental durante el Cambro-Ordovícico. *In*: Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy, Coira, B., Zappettini, E.O. (eds). *Relatorio 17° Congreso Geológico Argentino*. San Salvador de Jujuy, 50-73.
- Astini, R.A. y Cañas, F.L. 1995. La Formación Sassito, una nueva unidad calcárea en la Precordillera de San Juan: sedimentología y significado estratigráfico. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 2: 19-37.
- Astini, R.A. y Benedetto, J.L. 1996. Paleoenvironmental features and basin evolution of a complex island-arc region in the pre-Andean western Gondwana: The Famatina belt. *Third International Symposium on Andean Geodynamics*, St. Malo, 755-758.
- Astini, R.A. y Brussa, E. 1997. Dos nuevas localidades fosilíferas en el conglomerado de Las Vacas (Caradociano) en la Precordillera Argentina: Importancia cronoestratigráfica. *Ameghiniana*, Suplemento Resúmenes 34: 114.
- Astini, R.A., Benedetto, J.L., y Carrera, M. 1986. La fauna de trilobites de la Formación Las Plantas (Ordovícico tardío), Precordillera de la Rioja, Argentina. *4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Mendoza, Actas 1: 81-88.

Astini, R.A., Benedetto, J.L., y Vaccari, N.E. 1995. The Early Paleozoic evolution of the Argentine Precordillera as a Laurentian rifted, drifted and collided terrane: A Geodynamic model. *Geological Society of America Bulletin* 107: 253-273.

Astini, R.A., Ramos, V.A., Benedetto, J.L., Vaccari, N.E., y Cañas, F.L. 1996. La Precordillera: un terreno exótico a Gondwana. *13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas* 5: 293-324.

Baldis, B.A. y Blasco, G. 1974. Trilobites ordovícicos de la comarca de Jáchal, Precordillera argentina. 1. Telephinidae. *Ameghiniana* 11: 71-87.

Baldis, B.A. y Beresi, M.S. 1981. Biofacies de culminación del ciclo deposicional calcáreo del Arenigiano en el Oeste de Argentina. *Actas 2º Congreso Latinoamericano de Paleontología*, Bogotá, 1: 11-18.

Baldis, B.A.J., Beresi, M.S. Bordonaro, O.L. y Vaca A. 1982. Síntesis evolutiva de la Precordillera Argentina. *V Congreso Latinoamericano de Geología*, Buenos Aires, *Actas* 4: 300-445.

Barrande J. 1879. Système silurien du Centre de la Bohême. (The Silurian System of Central Bohemia.) Ière partie. Recherches paléontologiques 5, Classes des Mollusques, Ordre des Brachiopodes. Published by the author, Prague. [in French].

Bassett, M.G. 2000. Craniida. In Kaesler, R.L., ed. *Treatise on Invertebrate Paleontology, part H, Brachiopoda (revised)*, v. 2. Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas, Geological Society of America, and the University of Kansas, 169-183.

Bassett M.G. 2007. Craniida. In: Williams A., Brunton H.C.& Carlson S.J., eds. *Treatise in Invertebrate Paleontology, part H, Brachiopoda (revised)*, v. 7 (supplement). Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas, Geological Society of America, and the University of Kansas, 2591-2592.

Bassett, M.G., Popov, L.E. y Holmer, L.E. 1999. Organophosphatic brachiopods: patterns of biodiversification and extinction in the early Palaeozoic. *Geobios* 32: 145-163.

- Bassett, M.G, Ghobadi Pour, M., Popov, L.E. y Kebria-ee Zadeh, M.R. 2013. First report of craniide brachiopods in the Palaeozoic of Iran (*Pseudocrania*, Ordovician) and Early to Mid-Ordovician biogeography of the Craniida. *Palaeontology* 56: 209-216.
- Bednarczyk W. 1986. Inarticulate brachiopods from the Lower Ordovician in northern Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae* 56: 409-418.
- Beer, J.A. y Jordan, T.E. 1989. The effects of Neogene thrusting on deposition in the Bermejo Basin, Argentina. *J. sedim. Petrol.* 59:330-345.
- Benedetto, J.L. 1986. The first typical Hirnantia fauna from South America (San Juan Province, Argentine Precordillera). In: Racheboef, R.R., and Emig, C.C. (eds.) Les brachiopodes fossiles et actuels. *Biostratigraphie du Paléozoïque* 4: 439-447.
- Benedetto, J.L. 1993. La hipótesis de la aloctonía de la Precordillera Argentina: un test estratigráfico y bioestratigráfico. *12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploraciones de Hidrocarburos, Actas* 3: 375-384.
- Benedetto, J.L. 1994. Braquiópodos Ordovícicos (Arenigiano) de la Formación Suri en la región de Chaschuil, Sistema de Famatina, Argentina. *Ameghiniana* 31: 221-238.
- Benedetto, J.L. 1995. La fauna de braquiópodos de la Formación Las Plantas (Ordovícico tardío, Caradoc), Precordillera Argentina. *Revista Española de Paleontología* 10: 239-258.
- Benedetto, J.L. 1998. Early Palaeozoic brachiopods and associated shelly fauna from western Gondwana: its bearing on the geodynamic history of the pre-Andean margin. In: Rapela, C.W., and Pankhurst, R.J. (eds.) The Proto-Andean margin of Gondwana. *Geological Society of London Special Publication* 142: 57-83.
- Benedetto, J.L. 1999. Braquiópodos de la Formación Trapiche, Ordovícico tardío de la Precordillera de La Rioja y San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 36: 323-337.
- Benedetto, J.L. 2002. The Ordovician brachiopod faunas of Argentina: chronology and biostratigraphic succession, in Aceñolaza, F.G., ed. Aspects of the Ordovician System in Argentina. *INSUGEO, Serie Correlación Geológica* 16: 87-106.

- Benedetto, J.L. 2003. Ordovician Fossils of Argentina (Ed). Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. 583 p., 114 pl.
- Benedetto, J.L. 2004. The allochthony of the Precordillera ten years later (1993-2003): A new paleobiogeographic test of the microcontinental model. *Gondwana Research* 7: 1027-1039.
- Benedetto, J.L. 2007. Brachiopod succession in the Lower-Middle Ordovician carbonate platform of the Precordillera terrane, western Argentina: an example of interplay between environmental, biogeographic, and evolutionary processes. *Acta Palaeontologica Sinica*, 46: 28-36.
- Benedetto, J.L. 2013. Presence of punctae in the 'plectorthoidean' brachiopod *Famatinorthis turneri* (Middle Ordovician) from western Argentina: implications for early diversification of punctate orthides. *Lethaia* 4: 170-179.
- Benedetto, J.L. 2015. A Middle Ordovician (Darriwilian) dysaerobic brachiopod assemblage from the Precordillera Terrane of Argentina: Implications for early colonization of deep waters. *Ameghiniana* 52: 59-106.
- Benedetto, J.L. 2018. The strophomenide brachiopod *Ahtiella* Öpik in the Ordovician of Gondwana and the early history of plectambonitoids. *Journal of Paleontology* 92 (5): 768-793.
- Benedetto, J.L. y Astini, R.A. 1993. A collisional model for the stratigraphic evolution of the Argentine Precordillera during the Early Paleozoic. In: *2nd. International Symposium on Andean Geodynamics. Extended abstracts*, pp. 501-504.
- Benedetto, J.L. y Cech, N. 2006. An outer-shelf brachiopod assemblage from the uppermost San Juan Formation (middle Arenig), northern Argentine Precordillera: paleoecological and biogeographical implications. *Ameghiniana* 43: 27-44.
- Benedetto, J.L. y Sánchez, T.M. 1996. Paleobiogeography of brachiopod and molluscan faunas along the South American margin during the Ordovician. En: Baldis, B.A. y F.G.

Aceñolaza (Eds.), El Paleozoico inferior del Noroeste de Gondwana. INSUGEO, *Serie de Correlación Geológica* 12: 23-38.

Benedetto, J.L. y Muñoz, D.F. 2015. Linguliformean brachiopods from the Lower Ordovician (Tremadocian) of northwestern Argentina. *Bulletin of Geosciences* 90: 417-430.

Benedetto, J.L., Herrera, Z.A. y Ortega, G. 1991. Bioestratigrafía del Ordovícico en el flanco occidental del Cerro Potrerillo, Provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 46: 60-68.

Benedetto, J.L., Vaccari, N.E., Carrera, M.G. y Sánchez, T.M. 1995. The evolution of faunal provincialism in the Argentine Precordillera during the Ordovician: New evidence and paleontological implications. In: Cooper, J.D., Droser, M.L., and Finney, S.C. (eds.) *Ordovician Odyssey. The Pacific Section Society for Sedimentary Geology, Book 77*: 181-184.

Benedetto, J.L., Sánchez, T.M., Carrera, M.G., Brussa, E.D., y Salas, M.J. 1999. Paleontological constraints on successive paleogeographic positions of Precordillera terrane during the early Paleozoic. In: Ramos, A., and Keppie, J. D., (eds.) *Laurentia-Gondwana connections before Pangea. Geological Society of America Special Paper* 336: 21-42.

Benedetto, J.L., Cech, N. y Esbry, C. 2003. New Late Tremadocian-Early Arenig (Early Ordovician) silicified brachiopods from the lower part of the San Juan Formation, Argentine Precordillera. *Ameghiniana* 40 (4): 513-530.

Benedetto, J.L., Aceñolaza, G.F., Albanesi, G.L., Alfaro, M.B., Brussa, E.D., Buatois, L.A., Carrera, M.G., Cech, N., Esteban, S.B., Heredia, S.E., Mángano, M.G., Ortega, G.C., Ottone, E.G., Rubinstein, C. V., Salas, M.J., Sánchez, T.M., Toro, B.A., Tortello, M.F., Vaccari, N.E. y Waisfeld, B.G. 2007. Los fósiles del Proterozoico Superior y Paleozoico Inferior de Argentina. *Ameghiniana* 50° aniversario 11: 9-32.

Benedetto, J.L., Sorrentino, L., Cech, N. y Sánchez, T.M. 2008. Functional morphology of the Ordovician plectambonitoid brachiopod *Inversella (Reinversella) arancibiai* Herrera & Benedetto from the San Juan Formation, Argentine Precordillera. *Alcheringa* 32: 53-63.

- Benedetto, J.L., Vaccari, N.E., Waisfeld, B.G., Sánchez, T.M. y Foglia, R.D. 2009. Cambrian and Ordovician biogeography of South American margin of Gondwana and accreted terranes. *In: Bassett, M.G. (Ed.), Early Palaeozoic Peri-Gondwana Terranes: New Insights from Tectonics and Biogeography. Geological Society, London, Special Publications: 325: 201-232.*
- Benedetto, J.L., Lavié, F.J. y Muñoz, D.F. 2017. *Broeggeria* Walcott and other Cambrian and Tremadocian linguloids brachiopods from NW Argentina. *Geological Journal*. DOI: 10.1002/gj.2880
- Benton, M.J. 1995. Diversification and extinction in the history of life. *Science* 268: 52-58.
- Bergström, S.M., Astini, R.A., Huff, W.D., Cingolani, C., Brussa, E.D., y Kolata, D.R. 1998. The K-bentonite bed succession at Rio Gualcamayo in the Guandacol region, northern argentine Precordillera: The most extensive ordovician volcanic ash bed complex exposed anywhere in the world? *9º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 2: 439-444.*
- Bergström, S.M., Chen, X., Gutierrez-Marco, J.C. y Dronov, A. 2009. The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and to $\delta^{13}\text{C}$ chemostratigraphy. *Lethaia* 42, 97-107.
- Biernat G. 1972. Ordovician brachiopods from Poland and Estonia. *Paleontologia Polonica* 28: 1-116
- Billings. 1872. On some fossils from the primordial rocks of Newfoundland. *Canadian Naturalist and Quarterly Journal of Science* 6: 465-479.
- Bordonaro, O. 1985. El Cámbrico de San Isidro, Mendoza, en facies de borde externo y talud de la plataforma calcárea de Precordillera. *Primeras Jornadas sobre Geología de la Precordillera de San Juan, Actas 1: 12-17.*
- Bordonaro, O., Beresi, M. y Keller, M. 1993. Reinterpretación estratigráfica del Cámbrico del área de San Isidro, Precordillera de Mendoza. *12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 12-19.*

- Bordonaro, O., Keller, M. y Lehnert, O. 1996. El Ordovícico de Ponón Trehué en la Provincia de Mendoza (Argentina): redefiniciones estratigráficas. *13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1*: 541-550.
- Borrello, A.V. 1969. Embriotectónica y tectónica tensional. Su importancia en la evolución estructural de la Precordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 24: 5-13.
- Brock, G. A. y Holmer, L.E. 2004. Early Ordovician lingulate brachiopods from the Emanuel Formation, Canning Basin, Western Australia. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists* 30: 113-132.
- Brussa E.D. 1996. Las graptofaunas ordovícicas de la Formación Las Aguaditas, Precordillera de San Juan, Argentina. Parte I: Familias Thamnograptidae, Dichograptidae, Abrograptidae y Glossograptidae. *Ameghiniana* 33: 421-34.
- Brussa, E.D. Toro, B.A., Mitchell, C.E. y Astini, R.A. 2003. Biostratigraphic remarks on the Late Ordovician graptolite fauna from the area around Estancia Canota, Precordillera de Mendoza, Argentina. In: G.L. Albanesi, M.S. Beresi y S.H. Peralta (eds.), *Ordovician from the Andes. Serie Correlación Geológica* 17: 53-57.
- Buatois, L.A. y Mángano, M.G. 2003. Sedimentary facies, depositional evolution of the Upper Cambrian-Lower Ordovician Santa Rosita Formation in northwest Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 16, 343-363.
- Buatois, L.A., Zeballo, F.J., Albanesi, G.L., Ortega, G., Vaccari, N.E., y Mángano, M.G. 2006. Depositional environments and stratigraphy of the Upper Cambrian-Lower Ordovician Santa Rosita Formation at the Alfarcito area, Cordillera Oriental, Argentina: integration of biostratigraphic data within a sequence stratigraphic framework. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 13: 1-29.
- Buggisch, W., y Astini, R.A. 1993. The late Ordovician Ice age: New evidence from the Argentine Precordillera. In: Findlay, R.H., Unrug, R., Banks, M.R., and Veevers, J.J. (eds.) *Gondwana eight, assembly, evolution and dispersal*. Balkema Press, Rotterdam. pp. 439-447.

Callaway, C. 1877. On a new area of Upper Cambrian rocks in South Shropshire, with a description of a new fauna. *Quarterly Journal of the Geological Society*, London 33: 652-672.

Camacho, H.H. y Longobucco, M.I. 2008. Los Invertebrados Fósiles (Tomos I y II). Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires. 950 pp.

Candela, Y. y Hansen, T. 2010. Brachiopod associations from the Middle Ordovician of the Oslo Region, Norway. *Palaeontology* 53: 833-867.

Cañas, F.L. 1995. Early Ordovician carbonate platform facies of the Argentine Precordillera: restricted shelf to open platform evolution. *In: Cooper, J.D., Droser, M.L., and Finney, S.C. (eds.), Ordovician Odyssey. The Pacific Section Society for Sedimentary Geology, Book 77: 221-224.*

Cañas F.L. 1999. Facies sequences of Late Cambrian to Early Ordovician carbonates of the Argentine Precordillera: A physical stratigraphic comparison with Laurentian platforms. *In: Keppie J.D. & Ramos V.A., eds. Laurentia-Gondwana connections before Pangea. Geological Society of America, Special Paper 336: 43-62.*

Cañas, F. L. y Carrera, M. G. 1993. Early Ordovician microbial-sponge-receptaculitid bioherms of the Precordillera, western Argentina. *Facies* 29: 169-178.

Cañas, F. L y Carrera, M. G. 2003. Precordilleran reefs. *In: Benedetto, J. L., ed. Ordovician Fossils of Argentina, Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, 131-153.*

Carrera, M.G. y Astini, R.A. 1998. Valoración de las restricciones ambientales durante la transición Arenigiano-Llanvirniano, Ordovícico de la Precordillera Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 53 (1): 41-56.

Carrera, M.G., Fenoglio, F., Albanesi, G.L. y Voldman, G.G. 2013. Conodonts, sequence stratigraphy and the drowning of the San Juan carbonate platform in the Ordovician of the Argentine Precordillera. *In Albanesi G. L. and Ortega, G., eds. Conodonts from the Andes. Publicación Especial Asociación Paleontológica Argentina, 13: 5-12.*

Cecca, F. 1999. Palaeobiogeography of Tethyan ammonites during the Tothonian (latest Jurassic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 147: 1-37.

Cecca, F. 2002. Palaeobiogeography of Marine Fossil Invertebrates. Concepts and Methods. *Taylor & Francis*, London, 273 pp

Chen X., Goldman D., Zhang Y., Ma X., Finney S.C. y Chen Q. 2017. Systematic Palaeontology. In: Chen X., Zhang Y., Goldman D., Bergström S.M., Fan J., Wang Z., Finney S.C., Chen Q. and Ma X. (Eds.), *Darriwilian to Katian (Ordovician) Graptolites from Northwest China.*, Elsevier, pp. 96-348.

Chen, D. y Rong, J. 2019. A new craniid brachiopod genus from the terminal Ordovician Hirnantia fauna of Myanmar and South China. *Papers in Palaeontology* 2019: 1-15.

Chuang, S.H. 1971. New interpretation of the morphology of *Schizambon australis* Ulrich and Cooper (Ordovician siphonotretid inarticulate brachiopod). *Journal of Paleontology* 45: 824-832.

Cingolani, C.A. y Varela, R. 1999. The San Rafael block, Mendoza (Argentina): Rb-Sr isotopic age of basement rocks. *2º South American Symposium on Isotopic Geology, Extended abstracts*, pp. 23-26.

Cisterna C., Koukharsky, M., Coira, B. Günter, C. y Ulbrich, H. 2017. Arenigian tholeiitic basalts in the Famatina Ordovician basin, northwestern Argentina. *Andean Geology* 44: 123-146.

Cockerell, T.A.D. 1911. The name *Glossina*. *Nautilus* 25, 96.

Collo, G., R.A. Astini, P.A. Cawood, C. Buchan, y M. Pimentell. 2009. U-Pb detrital zircon ages and Sm-Nd isotopic features in low-grade metasedimentary rocks of the Famatina belt: implications for late Neoproterozoic-early Palaeozoic evolution of the proto-Andean margin of Gondwana. *Journal of the Geological Society*, London 166: 303-319.

Conway-Morris, S. y Whittington, H.B. 1985. Fossils of the Burgess Shale. A national treasure in Yoho National Park, British Columbia. Geological Survey of Canada Miscellaneous Report 43: 1-31.

Cooper, G.A. 1956. Chazian and related brachiopods. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 127 (Parts 1 and 2), 1245 p., 259 pl.

Coira, B. y Zappettini, E.O. 2008. Mapa Geológico de la Provincia de Jujuy, República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. <http://sig.segemar.gov.ar/>.

Cuerda, A.J. 1965. Nota sobre la estratigrafía de la Sierra de Perico, en la Provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 19: 207-210.

Cuerda, A.J. 1973. Reseña del Ordovícico argentino. *Ameghiniana* 10: 272-312.

Curry, G.B. y Brunton, C.H.C. 2007. Stratigraphic distribution of brachiopods. *In: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H Brachiopoda, Revised, Vol. 6: Supplement.* (Ed. P.A. Selden). The Geological Society of America, Inc. & The University of Kansas, Boulder, Colorado & Lawrence, Kansas, 2901-2965.

d'Orbigny, A. 1847. Considérations zoologiques et géologiques sur les Brachiopodes ou Palliobranches (parts 1-2). *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, 25(5): 193-195; 25(7): 266-269.

Dahlquist, J.A., Pankhurst, R.J., Rapela, C.W., Galindo, C., Casquet, C., Fanning, C.M., Saavedra, J., E. Baldo, y González-Casad. J. 2005. New SHRIMP ages in the Sierra de Famatina, NW Argentina: Implications for the Famatinian Orogen, *In Gondwana* 12, Geological and Biological Heritage of Gondwana, eds. Pankhurst, R.J. and Veiga, G.D. Abstracts, 123. Mendoza.

Dall, W.H. 1870. A revision of the Terebratulidae and Lingulidae. *American Journal of Conchology* 6: 88-168.

Dalla Salda, L.H., Cingolani, C.A. y Varela, R., 1992a. The Early Paleozoic orogenic belt of the Andes in southwestern South America: Result of Laurentia-Gondwana collision?: *Geology* 20: 617-620.

Dalla Salda, L.H., Dalziel, I.W.D., Cingolani, C.A. y Varela, R., 1992b. Did the Taconic Appalachians continue into southern South America?: *Geology* 20: 1059-1062.

Dalziel, I.W.D. 1997. Neoproterozoic–Paleozoic geography and tectonics: Review, hypothesis, environmental speculation. *Geological Society of America Bulletin* 109: 16-42.

Dalziel, I.W.D., Dalla Salda, L. y Gahagan, L. 1994. Paleozoic Laurentia-Gondwana interaction and the origin of the Appalachian-Andean mountain system. *Geological Society of America Bulletin* 106: 243-252.

Davidson, T. 1868. On the earliest forms of Brachiopoda hitherto discovered in the British Palaeozoic rocks. *Geological Magazine* 5, 303-316.

de Candolle, A.P. 1838. Statistique de la famille des Composées. *Treutel & Würtz, Paris, Strasburg*.

de Verneuil, E. 1845. Paléontologie, Mollusques, Brachiopodes. *In*: R. I. Murchison, E. de Verneuil, & A. de Keyserling, Géologie de la Russie d'Europe et des Montagnes de l'Oural, vol. 2, no. 3. John Murray. London. p. 17–395, 43 pl.

Duméril, A.M.C., 1806. Zoologie analytique ou méthode naturelle de classification des animaux. Paris: *Allais*, 344 pp. [in French].

Emig, C.C. 1997. Ecology of inarticulated brachiopods. *In*: Williams, A., Brunton, C.H.C., Carlson, S.J. et al.: *Treatise on Invertebrate Paleontology, part H, Brachiopoda, Revised*. Geological Society of America Inc. and The University of Kansas, Boulder, Lawrence, 473-495.

Emig C.C. y Gutiérrez-Marco J.C. 1997. Signification des Niveaux à lingulidés à la limite supérieure du Grès Armoricaire (Ordovicien, Arenig, Sud-Ouest de l'Europe). [Lingulid

beds at the upper limit of the Armorican Quartzite (Ordovician, Arenig, SW Europe)]. *GEOBIOS* 30 (4): 481-495.

Emmons, E. 1842. Geology of New York, part II, survey of the second geological district: New York, New York State Museum, p. 395.

Ernst, A. y Carrera, M. G. 2012. Upper Ordovician (Sandbian) bryozoan fauna from Argentinean Precordillera. *Journal of Paleontology* 86 (5): 721-752

Fanning, C.M., Pankhurst, R.J., Rapela, C.W., Baldo, E.G., Casquet, C. y Galindo, C. 2004. K-bentonites in the Argentine Precordillera contemporaneous with rhyolite volcanism in the Famatinian Arc. *Journal of the Geological Society* 161 (5): 747-756.

Feltes N.A, Serra F., Ortega G. y Albanesi G.L. 2018. Graptolite and conodont faunas of Upper Ordovician (Sandbian) successions of the Argentine Precordillera: Biostratigraphic implications. *Geological Journal* 2018:1-22. <https://doi.org/10.1002/gj.3298>

Feltes N.A., Albanesi G.L., & Bergström S.M. 2016. Conodont biostratigraphy and global correlation of the middle Darriwilian-lower Sandbian Las Aguaditas Formation, Precordillera of San Juan, Argentina. *Andean Geology* 43: 60-85.

Fletcher, H.O. 1964. New linguloid shells from Lower Ordovician and Middle Palaeozoic rocks of New South Wales. *Records of the Australian Museum*, 26: 283-294.

Fortey, R.A. y Mellish, C.J.T. 1992. Are Some Fossils Better Than Others For Inferring Paleogeography? The Early Ordovician of the North-Atlantic Region as an example. *Terra Nova* 4: 210-216.m

Freeman, G. y Lundelius, J.W. 1999. Changes in the timing of mantle formation and larval life history traits in linguliform and craniiform brachiopods. *Lethaia* 32: 197-217.

Freeman, G. y Lundelius, J.W. 2005. The transition from planktotrophy to lecithotrophy in larvae of Lower Palaeozoic Rhynchonelliform brachiopods. *Lethaia* 38: 219-254.

- Freeman, G. y Lundelius, J.W. 2007. Variance in prolegular size: a correlate of larval trophic mode in Early Palaeozoic brachiopods. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 98: 233-238.
- Fu L.P. 1982. Brachiopoda. In: Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources (Eds.), Palaeontological Atlas of Northwest China. Shaanxi, Guansu and Ningxia, 1. Precambrian to Early Palaeozoic. *Geological Publishing House, Beijing*, 95-179. [In Chinese].
- Furque, G. 1958. El Ordovícico de la Precordillera Riojana. *Revista del Museo de la Plata* 4 (28): 343-369.
- Furque, G. 1963. Descripción geológica de la Hoja 17b, Guandacol. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 92, 104pp.
- Furque, G., 1979. Descripción geológica de la hoja 33n, Coronel Pringles, Provincia de Buenos Aires. Boletín 174, Secretaría de Minería, Servicio Nacional Minero Geológico: 30 pp, Buenos Aires.
- Gallardo, G. y Heredia, S. 1995. Estratigrafía y sedimentología del Miembro Inferior de la Formación Empozada (Ordovícico Medio y Superior), Precordillera Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, 60: 449-460.
- Giuliano, M.E., Albanesi, G.L., Ortega, G., Zeballo, F.J. y Monaldi, C.R. 2013. Conodonts and graptolites of the Santa Rosita Formation (Tremadocian) at the Nazareno area, Santa Victoria Range, Cordillera Oriental of Salta, Argentina. In: 3rd. International Conodont Symposium, Conodonts from the Andes. *Asociación Paleontológica Argentina Publicación Especial*, Buenos Aires; 13, 39-44.
- Gorjansky, V.J. 1969. Inarticulate brachiopods of the Cambrian and Ordovician of the northwest Russian Platform. *Ministerstvo Geologii RSFSR, Severo-Zapadnoe Territorialnoe Geologicheskoe Upravlenie* 6: 1-173.
- Gorjansky V.J. y Popov L.E. 1985. Morphology, systematic position and origin of the inarticulate brachiopods with calcareous shells. *Paleontologicheskij Zhurnal* 3: 3-14. [in Russian]

- Gray, J.E. 1840. Synopsis of the contents of the British Museum, 42nd edition: British Museum, London, 370 pp.
- Gundrum, L.E. 1979. Demosponges as substrates: an example from the Pennsylvanian of North America. *Lethaia* 12, 105-119.
- Hadding, A. 1913. Undre Dicellograptus-skiffer i Skåne jämte några därmed ekvivalenta bildningar. *Lund Universitets Årsskrift*, (NF) 9: 1-90.
- Halamski, A.T. 2004. Deliella, a new Devonian craniid brachiopod. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Monatshefte, 3: 181-192.
- Hall J. 1872. Notes on some new and imperfectly known forms among the Brachiopoda. - Preliminary notice, *A. R. St. Cab. Nat. Hist.*, 23: 244-247.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 9.
- Hansen J. y Holmer L.E. 2011. Taxonomy and biostratigraphy of Ordovician brachiopods from northeastern Ny Friesland, Spitsbergen. *Zootaxa*, 3076: 1-122.
- Harper, D.A.T., Mitchell, W.I., Owen, A.W. y Romano, M. 1985. Upper Ordovician brachiopods and trilobites from the Clashford House Formation, near Herbertstown, Co. Meath, Ireland. *Bulletin of the Natural History Museum, Geological Series* 38: 287-308.
- Harper, D.A.T., Cocks, L.R.M., Popov, L.E., Sheehan, P.M., Bassett, M.G., Copper, P., Holmer, L.E., Jin, J. y Jia-Yu, R. 2004. Brachiopods. *In*: Webby, B.D., F. Paris, F., Droser, M.L. and Percival I.G. (Eds.), The great Ordovician biodiversification event. Columbia University Press, New York. 157-178.
- Harper, D.A.T., Rasmussen, C.M.O., Liljeroth, M., Blodgett, R.B., Candela, Y., Jin Jisuo, Percival, I.G., Rong Jiayu, Villas, E. y Zhan R. 2013. Biodiversity, biogeography and phylogeography of Ordovician rhynchonelliform brachiopods. *Geological Society, London, Memoirs* 38(1): 127-144.

Harrington, H.J. 1937. On some Ordovician fossils from Northern Argentina. *Geological Magazine* 74: 97-124.

Harrington, H.J. 1938. Sobre las faunas del Ordoviciano inferior del Norte argentino. *Revista del Museo de La Plata*, nueva serie 1: 109-289.

Harrington, H.J., y A.F. Leanza. 1957. Ordovician trilobites of Argentina. *University of Kansas Special Publication* 1: 1-276.

Harrison, S., Ross, S.J. y Lawton, J.H. 1992. Beta Diversity on Geographic Gradients in Britain. *The Journal of Animal Ecology*, 61: 151.

Havlíček, V. 1972. Life habit of some Ordovician inarticulate brachiopods. *Věstník Ustředního ústavu geologického* 47: 229-234.

Havlíček, V. 1980. Inarticulate brachiopods in the Lower Ordovician of the Montagne Noire. (South France). *Memoire de la Societe d'Etudes Scientifiques de l'Aude*, 3-11.

Havlíček V. 1982. Lingulacea, Paterinacea, and Siphonotretacea (Brachiopoda) in the Lower Ordovician sequence of Bohemia. *Sborník geologických věd, Paleontologie* 25: 9-82.

Havlíček, V. 1989. Climatic changes and development of benthic communities through the Mediterranean Ordovician. *Sborník geologických věd, Geologie* 44: 79-110.

Havlíček, V. 1994. Kosovian inarticulate brachiopods and their ancestors (Late Ordovician, Prague Basin). *Věstník Českého geologického ústavu* 69: 59-67.

Heredia, S. 1995. Conodontes cámbricos y ordovícicos en los bloques alóctonos del conglomerado basal de la Formación Empozada, Ordovícico Medio-Superior, San Isidro, Precordillera de Mendoza, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 60: 235-248.

- Heredia, S. 1996. El Ordovícico del arroyo Ponón Trehué, sur de la provincia de Mendoza. *13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas* 1: 601-605.
- Heredia, S. y Gallardo, G. 1996. Las megaturbiditas de la Formación Empozada: un modelo interpretativo para el Ordovícico turbidítico de la Precordillera Argentina. *Revista Geológica de Chile*, 23: 17-34.
- Heredia, S., y Mestre, A. 2007. Conodont Provincialism in the Upper Ordovician of the Cuyania Terrane (Argentina). *4th European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America* (Madrid), Actas: 189-193.
- Heredia, S.E., Gallardo, G. y Maldonado, A. 1990. Conodontes caradocianos en las calizas alóctonas del Miembro Superior de la Formación Empozada (Ordovícico Medio y Superior), San Isidro (Mendoza, Argentina). *Ameghiniana*, 27: 197-206.
- Heredia S.E., Beresi M. Peralta S. 2005. Darriwilian conodont biostratigraphy of the Las Chacritas Formation, Central Precordillera (San Juan Province, Argentina). *Geologica acta* 3 (4): 385-394.
- Herrera, Z. A. y Benedetto, J. L. 1991. Early Ordovician brachiopod faunas from the Precordillera basin, Western Argentina: Biostratigraphy and paleobiogeographical affinities. *In: Mackinnon, D. I., Lee, D. E. and Campbell, J. D., eds. Brachiopods through Time. A.A. Balkema, Rotterdam, p. 283-301*
- Hints, L. 1975. Ordovician brachiopods: Enteletacea from the East Baltic area. *Eesti NSV Teaduste Akademia Geologia Instituut [in Russian]*.
- Holl, H.B. 1865. On the geological structure of the Malvern Hills and adjacent areas. *Geological Survey of London Quarterly Journal* 21, 72-102.
- Holmer, L.E. 1986. Inarticulate brachiopods around the Middle-Upper Ordovician boundary in Västergötland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, 108 (2): 97-126.

- Holmer, L.E. 1989. Middle Ordovician phosphatic inarticulate brachiopods from Västergötland and Dalarna, Sweden. *Fossils and Strata* 26: 1-172.
- Holmer, L.E. 1991a. The taxonomy and shell characteristics of a new elkaniid brachiopod from the Ashgill of Sweden. *Palaeontology* 43: 195-204.
- Holmer, L.E. 1991b. The systematic position of *Pseudolingula* Mickwitz and related lingulacean brachiopods. In: Mackinnon, D. I., Lee, D.E. & Campbell, J. D. (eds) *Brachiopods*. Balkema, Rotterdam, 15–21.
- Holmer, L.E. 2000. Redescription of the Ordovician acrotretoid brachiopod *Conotreta* Walcott, 1889. *GFF* 122: 313-318.
- Holmer, L.E., y Popov, L.E. 1994. Revision of the type species of *Acrotreta* and related brachiopods. *Journal of Paleontology* 68: 433-450.
- Holmer L.E. y Popov L.E. 2000. Lingulata. In: Williams A., Brunton C.H.C. & Carlson S.J., eds. *Treatise on Invertebrate Paleontology, part H, Brachiopoda, revised, v. 2*. Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, Geological Society of America and University of Kansas Press, 30-146.
- Holmer L.E. y Popov L.E. (2007) - Linguliformea. In: Williams A., Brunton C.H.C. & Carlson S.J., eds. *Treatise on Invertebrate Paleontology, part H, Brachiopoda (revised), vol. 7 (supplement)*. Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas, Geological Society of America, and the University of Kansas, 2532-2591.
- Holmer, L.E., Koneva, S.P., Popov, L.E. y Zhylkaidarov, A.M. 1996. Lingulate brachiopods and associated conodonts from the Middle Ordovician (Llanvirn) of the Malyi Karatau Range, Kazakhstan. *Paläontologische Zeitschrift* 70:481-495.
- Holmer, L.E., Popov, L.E., Koneva, S.P. y Rong, J.Y. 1997. Early Cambrian *Lingulellotreta* (Lingulata, Brachiopoda) from South Kazakhstan (Malyi Karatau Range) and South China (Eastern Yunnan). *Journal of Paleontology* 71 (4): 577–584.

- Holmer, L.E., Popov, L. y Lehnert, O. 1999. Cambrian phosphatic brachiopods from the Precordillera of western Argentina. *GFF* 121: 227-242.
- Holmer, L.E., Popov, L. y Bassett, M.G. 2000. Early Ordovician organophosphatic brachiopods with Baltoscandian affinities from the Alay Range, southern Kirgizia. *GFF* 122: 367-375.
- Holmer, L.E., Popov, L.E., Koneva, S.P. y Bassett, M.G. 2001. Cambrian-early Ordovician brachiopods from Malyi Karatau, the western Balkhash Region, and northern Tien Shan, Central Asia. *Special Papers in Palaeontology* 65:1-180.
- Holmer, L.E., Skovsted, C.B. y Williams, A. 2002. A stem group brachiopod from the Lower Cambrian: Support for a Micrina (halkieriid) ancestry. *Palaeontology* 45(5): 875-882.
- Holmer, L.E., Popov, L.E., Streng, M. y Miller, J.F. 2005. Lower Ordovician (Tremadocian) lingulate brachiopods from the House and Fillmore Formations, Ibex Area, Western Utah, USA. *Journal of Paleontology* 79: 884-906.
- Holmer, L.E., Popov, L.E. y Bassett, M.G. 2013. Silurian Craniide brachiopods from Gotland. *Palaeontology* 56: 1029-1044.
- Holmer L.E., Popov L.E., Lehnert O. y Ghobadi Pour M. 2016. Ordovician (Darriwilian-Sandbian) linguliform brachiopods from the southern Cuyania Terrane of west-central Argentina. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists* 49: 31-50.
- Holmer, L.E., Ghobadi Pour, M., Popov, L.E., Zhang, Z. y Zhang, Z. 2017a. Ecology, biofacies, biogeography and systematics of micromorphic lingulate brachiopods from the Ordovician (Darriwilian-Sandbian) of south-central China. *Papers in Palaeontology* 3: 317-361.
- Holmer, L.E., Popov, L.E., Ghobadi Pour, M., Zhang, Z. and Zhang, Z. 2017b. Unusual pitted Ordovician brachiopods from the East Baltic: the significance of coarsely pitted ornamentations in linguliforms. *Papers in Palaeontology* 3: 387-399.

- Hünicken, M.A., y Sarmiento, G.N. 1987. Conodontes de la Zona Oepikodus evae de la Formación San Juan en la Quebrada del Río Guandacol, La Rioja, Argentina. *IV. Congr. Latinoam. Paleont., Mem. 2*: 62 1-633.
- Huff, W. D., Davis, D., Bergström, S. M., Krekeler, M. P.S., Kolata, D. R., y Cingolani, C. A. 1997. A biostratigraphically well-constrained K-bentonite U-Pb zircon age of the lowermost Darriwilian Stage (Middle Ordovician) from the Argentine Precordillera. *Episodes 20*: 29-33.
- Huff, W.D., Bergström, S.M., Kolata, D.R., Cingolani, C., y Astini, R.A. 1998. Ordovician K-bentonites in the Argentine Precordillera: Relations to Gondwana margin evolution. *In*: Pankhurst, R.J., and Rapela, C.W. (eds.) *The Proto Andean margin of Gondwana. Geological Society, London, Special Publication 142*: 107-126.
- Jeppsson, L., Fredholm, D. y Mattiasson, B. 1985. Acetic acid and phosphatic fossils: a warning. *Journal of Paleontology 59*: 952- 956.
- Jin Y., Hou X. y Wang H. 1993. Lower Cambrian pediculate lingulids from Yunnan, China. *Journal of Paleontology, 67 (5)*: 788-798.
- Kauffman, E.G. 1973. Cretaceous Bivalvia. *In*: Hallam, A. (Ed.), *Atlas of Palaeobiogeography. Elsevier, New York*. 353-382 pp.
- Kayser, E. 1897. Beiträge zur Kenntnis einiger paläozoischen Faunen Süd-Amerikas. *Zeitschrift der Deutschen Geologische Gesellschaft 49*: 274-317.
- Keller, M. 1999. Argentine Precordillera: Sedimentary and plate tectonic history of a Laurentian crustal fragment in South America. *Geological Society of America Special Paper 341*: 131 p.
- Keller, M. y Flügel, E. 1996. Early Ordovician reefs from Argentina: stromatoporoid vs. stromatolite origin. *Facies 34*: 177-192.

- Keller, M., Eberlein, S. y Lehnert, O. 1993. Sedimentology of Middle Ordovician carbonates in the Argentine Precordillera: evidence of regional relative sea-level changes. *Geologische Rundschau* 82: 362-377.
- Keller, M., Cañas, F. L., Lehnert, O. y Vaccari, N. E. 1994. The Upper Cambrian and Lower Ordovician of the Precordillera (western Argentina): some stratigraphic reconsiderations. *Newsletters on Stratigraphy* 31: 115-132.
- Keller, M., Buggisch, W., y Lehnert, O. 1998. The stratigraphical record of the Argentine Precordillera and its plate-tectonic background. *Geological Society of London Special Publication* 142: 35-56.
- King W. 1846. Remarks on certain genera belonging to the class Palliobranchiata. *Annals and Magazine of Natural History (series 1)* 18: 26-42, 83-94.
- Klouček, C. 1919. Novinky z Částkrušnohorských vrstev d la. IV. *Rozpravy České akademie věda umění*, Praha 27: 1-6.
- Koken, E.F.R. 1889. Ueber die Entwicklung der Gastropoden vom Cambrium bis zur Trias. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie* 6: 305-484.
- Koliha, J. 1924. Atremata z krušnohorských vrstev (dā). *Palaeontographica Bohemiae* 10, 1-61.
- Kolobova, I.M. y Popov, L.E. 1986. On the palaeontological characteristics of the Middle Ordovician Anderken Formation in the Chu-ilijski mountains (southern Kazakhstan). *Ezhegodnik vsesoyuznogo paleontologicheskogo obshchestva* 29: 246-261 [in Russian].
- Koneva, S.P. 1992. New lingulates from the Middle and lower Upper Cambrian section of Kyrshabakty river in Malyi Karatau Range. In: Repina, L.N. and Rozanov, A.Y., *Drevneishye brachiopody territorii Severnoi Evrazii*, Novosibirsk, 88-99 (in Russian).
- Koneva, S.P., y L.E. Popov. 1983. On some new lingulids from the Upper Cambrian and Lower Ordovician of Malyi Karatau Range. In: Apollonov, M.K., Bandaletov, S.M. and

Ivshin, N.K. (eds.) *Stratigrafiya i paleontologiya nizhnego paleozoya Kazakhstana*. Nauka Alma-Ata, 112-124 (in Russian).

Krause F.F. y Rowell A.J. 1975. Distribution and systematics of the inarticulate brachiopods of the Ordovician carbonate mud mound of Meiklejohn Peak, Nevada. *The University of Kansas Paleontological Contributions* 61, 1-74.

Kuhn, O. 1949. *Lehrbuch der Paläozoologie*. E. Schweizerbart, Stuttgart, 326 pp.

Kutorga, S.S. 1846. Ueber das silurische und devonische Schichten-System von Gatschina. *Russisch-Kaiserliche Mineralogische Gesellschaft zu St. Petersburg, Verhandlungen*, 1845-1846: 85-139.

Kutorga, S.S. 1848. Ueber die Brachiopoden-Familie der Siphonotretaee. *Russisch-Kaiserliche Mineralogische Gesellschaft zu St. Petersburg, Verhandlungen*, 1847: 250-286.

Lavié F.J. 2018. Linguliformean brachiopods from the Las Plantas Formation (Ordovician, Sandbian), Argentine Precordillera. *Ameghiniana* 55: 600-606.

Lavié F.J. y Benedetto J.L. 2016. Middle Ordovician (Darriwilian) linguliform and craniiform brachiopods from the Precordillera (Cuyania Terrane) of west-central Argentina. *Journal of Paleontology* 90: 1068-1080.

Lavié, F.J. y Benedetto, J.L. 2019. First lingulate brachiopods from the Ordovician volcano-sedimentary rocks of the Famatina Range, western Argentina. *PalZ* <https://doi.org/10.1007/s12542-019-00496-5>

Lavié, F.L., Mestre, A. y Carrera, M.G. 2017. Microbraquiópodos inarticulados del techo de la Formación San Juan (Darriwiliano medio), Precordillera central. XX Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán, Tucumán, 7 al 11 de Agosto. *Libro de Actas S11*: 55-57.

Lavié, F.L., Serra, F. y Feltes, N.A. 2018. Microbrachiopods from the Las Aguaditas and Las Chacritas Formations (Middle Ordovician), Precordillera terrane of western Argentina:

a preliminary taxonomic analysis. *8th International Brachiopod Congress, Permophiles Issue #66 Supplement 1*: 66-67.

Lavié, F.L., Serra, F. y Feltes, N.A. 2019. Linguliform microbrachiopods from Las Aguaditas and Las Chacritas Formations (Middle-Upper Ordovician) of Argentine Precordillera. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 125(3): 651-668.

Lehnert, O. 1995. Goedynamic processes in the Ordovician of the Argentine Precordillera: new biostratigraphic constraints. *In*: Cooper, J.D., Droser, M.L., and Finney, S.C. (eds.) *Ordovician Odyssey. The Pacific Section Society for Sedimentary Geology, Book 77*: 75-79.

Lehnert, O., Keller, M. y Bordonaro, O. 1998. Early Ordovician conodonts from the southern Cuyania Terrane (Mendoza Province, Argentina). *Paleontologica Polonica* 58: 47-65.

Lehnert, O., Bergström, S.M., Keller, M. y Bordonaro, O. 1999. Ordovician (Darriwilian-Caradocian) conodonts from the San Rafael region, west-central Argentina: biostratigraphic, paleoecologic, and paleogeographic implications. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 37: 199-214.

Lenz, A.C. 1993. A Silurian sponge-inarticulate brachiopod life? association. *Journal of Paleontology* 67 (1): 138-139.

Levy, R., y F. Nullo. 1980. Braquiópodos de la Sierra de Famatina (Formación Suri), Provincia de La Rioja. *Actas 2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* 1: 31-47.

Lockley, M.G. y Williams, A. 1981. Lower Ordovician Brachiopods from mid and southwest Wales. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology series* 35, p. 78.

M'Coy, F. 1851. On some new Cambro-Silurian fossils. *Annals and Magazine of Natural History* 8, 387-409.

- Manca, N., Heredia, S., Hünicken, M. y Rubinstein, C. 1995. Macrofauna, conodontes y acritarcos de la Formación Santa Rosita (Tremadociano), Nazareno, Provincia de Salta, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 60, 267-276.
- Mángano, M.G. y L.A. Buatois. 1996. Shallow marine event sedimentation in a volcanic arc-related setting: The Ordovician Suri Formation, Famatina Range, northwest Argentina. *Sedimentary Geology* 10: 63-90.
- Mángano, M.G. y L.A. Buatois. 1997. Slope apron deposition in an arc-related setting: the Vuelta de las Tolas Member (Suri Formation), Famatina Basin, northwest Argentina. *Sedimentary Geology* 10: 155-180.
- Mángano, M.G. y Buatois, L.A. 1999. Ichnofacies models in Early Paleozoic tide-dominated quartzites: Onshore-Offshore gradients and the classic Seilacherian paradigm. *In: Quo Vadis Ordovician?* Kraft, P., Fatka, O. (eds). *Acta Universitatis Carolinae Geologica*: Prague; 43: 151-154.
- Mángano, M.G. y Buatois, L.A. 2004. Reconstructing Early Phanerozoic intertidal ecosystems: Ichnology of the Cambrian Campanario Formation in northwest Argentina. *In: Trace Fossils in evolutionary palaeoecology*, Webby, B.D., Mángano, M.G. and Buatois, L.A. (eds). *Fossils and Strata* 51: 17-38.
- Mángano, M.G., Astini, R.A., Buatois, L.A. y Dávila, D.F. 2002. The Ordovician System in the Famatina Belt: Depositional and tectonic evolution. *In: Aspects of the Ordovician System in Argentina*, ed. F.G. Aceñolaza. *INSUGEO, Serie Correlación Geológica* 16: 295-312, San Miguel de Tucumán.
- Massa, D., Havlíček, V. y Bonnefous, J. 1977. Stratigraphic and faunal data on the Ordovician of the Rhadames Basin (Libya and Tunisia). *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine* 1: 3-27.
- Matthew, G.F. 1895. Traces of the Ordovician System on the Atlantic coast. *Royal Society of Canada, Transactions* (series 1, section 4) 1, 253-279.

- McKerrow, W.S. y Cocks, L.R.M. 1986. Oceans, islands arcs and olistostromes: the use of fossils in distinguishing sutures, terranes and environments around the Iapetus Ocean. *Journal of the Geological Society of London* 143: 185-191.
- Menke C.T. 1828. Synopsis methodica molluscorum generum omnium et specierum earum quae in Museo Menkeano adservantur. G. Uslar, Pyrmonti, 91 pp.
- Mergl, M. 1995. New lingulate brachiopods from the Milina Formation and the base of the Klabava Formation (late Tremadoc-early Arenig), central Bohemia. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 70: 101-109.
- Mergl, M. 1996. New lingulate brachiopods from the top of the Klabava Formation (Lower Ordovician, Arenig, Bohemia). *Journal of the Czech Geological Society* 41: 43-54.
- Mergl, M. 1997. Oboloid brachiopods with burrowing sculptures in the Lower Ordovician of Bohemia. *Věstník Českého geologického ústavu* 72: 127-139.
- Mergl, M. 1999a. Genus *Paterula* (Brachiopods) in the Ordovician-Silurian sequence of Central Bohemia. *Věstník českého ústavu geologického* 74: 347-361.
- Mergl, M. 1999b. Genus *Lingulops* (Lingulata, Brachiopoda) in Silurian of the Barrandian. *Journal of the Czech Geological Society* 44: 155-158.
- Mergl, M. 2001. Lingulate brachiopods of the Silurian and Devonian of the Barrandian (Bohemia, Czech Republic). *Acta Musei Nationalis Pragae, ser. B, Historia Naturalis* 57 (1-2): 1-49.
- Mergl, M. 2002. Linguliformean and craniiformean brachiopods of the Ordovician Trěnice to Dobrotiva formations of Barrandian, Bohemia. *Acta Musei Nationale Prague, Series B, Natural History* 58: 1-82.
- Mergl, M. y Kordule, V. 2008. New Middle Cambrian lingulate brachiopods from the Skryje-Týřovice area (Central Bohemia, Czech Republic). *Bulletin of Geosciences* 83: 11-22.

- Mergl, M., Kraft, J. y Kraft, P. 2007. Life habit and spatial distribution of siphonotretid brachiopods in the Lower Ordovician of the Prague Basin, Czech Republic. *Earth and Environmental Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 98, 253-261.
- Mergl, M., Herrera, Z.A., Villas E. y Ortega, G. 2015. Lingulate brachiopods from the Lampazar Formation (late Cambrian) of the Cordillera Oriental of northwestern Argentina. *Journal of Paleontology* 89: 537-552.
- Mergl, M. Hoşgör, I., Yılmaz, I.O., Zamora, S. y Colmenar, J. 2017. Divaricate patterns in Cambro-Ordovician obolid brachiopods from Gondwana. *Historical Biology*. DOI: 10.1080/08912963.2017.1327531
- Mestre A. 2010. Estratigrafía y bioestratigrafía de Conodontes de la “Transición Cuspidal” de la Formación San Juan al sur del paralelo 30°, Precordillera de San Juan. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan, 330 p. Inédita.
- Mestre, A. y Heredia, S.E. 2013. La zona de *Yangtzeplacognathus crassus* (Conodonta), Darriwiliano de la Precordillera Central, San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 50: 407-417.
- Mickwitz, A. 1896. Ober die Brachiopodengattung *Obolus* Eichwald. *Memoires de L'Academie Imperiale des Sciences de St. Petersburg* 4: 1-215.
- Miller, A.I. 1997. Comparative diversification dynamics among Palaeocontinents during the Ordovician Radiation. *Geobios* 20: 397-406.
- Mitchell, C.E., Brussa, E.D., Toro, B.A., y Astini, R.A. 1998. Late Ordovician graptolites from the Empozada Formation, Argentine Precordillera, an outer shelf, cool water, peri-Gondwanan assemblage? In: Gutiérrez-Marco, J.C., and Rábano, I. (eds.) *Proceedings 6th International Graptolite Conference & Field Meeting*, IUGS Subcommission on Silurian Stratigraphy. *Temas Geológico-Mineros*, 23: 224-226.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza. 84 pp.

Moya, M.C., Malanca, S. y Monteros, J.A. 2003. The Cambrian- Tremadocian units of the Santa Victoria Group (northwestern Argentina): A new correlation scheme. *Serie Correlación Geológica* 17: 105-111.

Muñoz, D.F. y J.L. Benedetto. 2016. The eoorthid brachiopod *Apheoorthina* in the Lower Ordovician of NW Argentina and the dispersal pathways along western Gondwan. *Acta Palaeontologica Polonica* 61: 633-644.

Murchison, R.I. 1839. The Silurian System, founded on geological researches in the counties of Salop, Hereford, Radnor, Montgomery, Caermathen, Brecon, Pembroke, Monmouth, Gloucester, Worcester, and Stafford; with descriptions of the coalfields and overlying formations; 2 volumes. John Murray: London; 1-768.

Murchison, R.I. 1859. Siluria. The history of the oldest fossiliferous rocks and their foundations; with a brief sketch of the distribution of gold over the earth. John Murray, London, 3rd ed., 523 p., 37 pl.

Nazarov B.B. y Popov L.E. 1980. Stratigrafiya i fauna ordovikskikh kremnisti-karbonatnykh otlozhenii Kazakhstana. *Trudy Geologicheskogo Instituta Akademiya Nauk SSSR*, 331: 1-190.

Nelson, G. y Platnick, N.I. 1981. Systematics and Biogeography - cladistics and vicariance. *Columbia University Press*, New York. 567 pp

Neuman, R.B. 1984. Geology and paleobiology of islands in Iapetus Ocean: review and implications. *Geological Society of America Bulletin*, 95: 1188-1201.

Neuman, R.B. y Bates, D.E.B. 1978. Reassessment of Arenig and Llanvirn age (early Ordovician) brachiopods from Anglesey, north-west Wales. *Palaeontology* 21: 571-613.

Neuman, R.B. y Harper, D.A.T. 1992. Paleogeographic significance of the Arenig-Llanvirn Toquima-Table Head and Celtic brachiopod assemblages. *In: Webby, B.D. & Laurie, J. (eds) Global Perspectives on Ordovician Geology*. Balkema. Rotterdam, 241-254.

- Nikitina, O. I., Popov, L. E., Neuman, R. B., Bassett, M. G. y Holmer, L. E. 2006. Mid Ordovician (Darriwilian) brachiopods of South Kazakhstan. *In: Bassett, M. G. and Deisler, V.K., eds. Studies in Palaeozoic Palaeontology. National Museum of Wales Geological Series, 25: 145-222.*
- Nuñez, E. 1979. Descripción geológica de la Hoja 28d, Estación Soitúé, Provincia de Mendoza. *Servicio Geológico Nacional, Boletín, 166: 1-67.*
- Ortega, G. y Brussa, E. 1990. La subzona de *Climocograptus bicornis* (Caradociano temprano) en la Formación Las Plantas en su localidad tipo. *Ameghiniana 27: 281-288.*
- Ortega, G., Toro, B. y Brussa, E.D. 1993. Las zonas de graptolitos de la Formación Gualcamayo (Arenigiano tardío-Llanvirniano temprano) en el norte de la Precordillera (provincias de La Rioja y San Juan), Argentina. *Revista Española de Paleontología 8 (2): 207-219.*
- Ortega, G., Albanesi, G. L. y Frigerio, S. 2007. Graptolite-conodont biostratigraphy and biofacies of the Middle Ordovician Cerro Viejo succession, San Juan, Precordillera, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 245: 245-264.*
- Ortiz, A. y Zambrano, J.J. 1981. La provincia geológica Precordillera Oriental. *8º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 59-74.*
- Ottone, E.G., Albanesi, G.L., Ortega, G. y Holfeltz, G.D. 1999. Palynomorphs, conodonts and associated graptolites from the Ordovician Los Azules Formation, Central Precordillera, Argentina. *Micropaleontology 45: 225-250.*
- Owen, A.W. y Crame, J.A. 2002. Palaeobiogeography and the Ordovician and Mesozoic-Cenozoic biotic radiations. *Geological Society, London, Special Publications 194: 1-11.*
- Owens, R.M., Fortey, R.A., Cope, J.C.W., Rushton, A.W.A. y Bassett, M.G. 1982. Tremadoc faunas from the Carmarthen district, South Wales. *Geological Magazine 11, 1-112.*
- Pander C.H. 1830. Eiträge zur Geognosie des Russischen Reiches. St. Petersburg, 165 pp.

- Pankhurst, R.J., Rapela, C.W., Saavedra, J., Baldo, E., Dahlquist, J., Pascual, I. y Fanning, C.M. 1998. The Famatinian magmatic arc in the central Sierras Pampeanas: an Early to Mid-Ordovician continental arc on the Gondwana margin. *In: The proto-Andean margin of Gondwana*, eds. Pankhurst, R.J. and Rapela, C.W. *Geological Society London, Special Publications* 142: 343-367.
- Peralta, S.H. 1986. La graptofauna ordovícica de la Formación La Cantera, Precordillera Oriental de San Juan. *4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Actas 1: 67-71.
- Peralta, S.H. y Baldis, B.A. 1994. Graptolites y trilobites del Ordovícico tardío en el perfil del río Las Chacritas, Precordillera Central de San Juan, Argentina. *V Congreso Argentino Paleontológico y Bioestratigráfico, Trelew, actas*. pp. 201-205.
- Peralta, S.H., y Carter, C. 1990. La glaciación Gondwánica del Ordovícico tardío: evidencias en fangolitas guijarrosas de la Precordillera de San Juan, Argentina. *11º Congreso Geológico Argentino, Actas 2*: 181-185.
- Peralta, S.H., Heredia, S. y Beresi, M.S. 1999. Upper Arenigian - Lower Llanvirnian sequence of the Las Chacritas river, Central Precordillera, San Juan Province, Argentina. *Actas Universitatis Carolinae-Geologica* 43 (1/2): 123-126.
- Percival, I.G. 1978. Inarticulate brachiopods from the Late Ordovician of New South Wales, and their palaeoecological significance. *Alcheringa* 2: 117-141.
- Percival, I.G. y Engelbretsen, M.J. 2007. Early Ordovician lingulate brachiopods from New South Wales. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 128: 223- 241.
- Percival, I.G., Wright, A.J., Simes, J.E., Cooper, R.A. y Zhen, Y.Y. 2009. Middle Ordovician (Darriwilian) brachiopods and trilobites from Thompson Creek, northwest Nelson, New Zealand. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists* 37: 611-639.

- Percival I.G., Simes J.E., Cooper R.A. y Zhen Y.Y. 2011. Middle Ordovician linguliformean brachiopods from the Maruia-Springs Junction area, New Zealand. *Mem. Ass. Australasian Palaeontol.* 42: 459-492.
- Percival, I.G., Engelbretsen, M.J., Brock, G.A. y Farrell, J.R. 2016. Ordovician (Darriwilian-Katian) lingulate brachiopods from central New South Wales, Australia. *Australasian Palaeontological Memoirs* 49: 447-484.
- Pettersson Stolk, S., Holmer, L.E. y Caron, J.B. 2010. First record of the brachiopod *Lingulella waptaensis* with pedicle from the Middle Cambrian Burgess Shale. *Acta Zoologica (Stockholm)* 91: 150-162.
- Pickerill, R.K. 1973. *Lingulasma tenuigranulata* - paleoecology of a large Ordovician linguloid that lived within a strophomenid-trilobite community. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology* 13: 143-156.
- Popov, L.E. 1975. Bezzamkovyye brakhiopody iz srednego ordovika khrebta Chingiz. *Paleontologicheskii Zhurnal* 4: 32-41.
- Popov, L.E. 2000a. Late Ordovician (Caradoc) linguliformean microbrachiopods from north-central Kazakhstsan. *Alcheringa* 24: 257-275.
- Popov, L.E. 2000b. Late Ordovician (Ashgill) linguliformean microbrachiopods from the Bestyube Formation, north-central Kazakhstan. *Geobios* 33:419-435.
- Popov, L.E. y Holmer, L.E. 1994. Cambrian-Ordovician lingulate brachiopods from Scandinavia, Kazakhstan, and South Ural Mountains. *Fossils and Strata* 35: 1-156.
- Popov, L.E. y Holmer, L.E. 1995. Distribution of brachiopods across the Cambrian-Ordovician boundary on the East European Plate and adjacent areas. In: Cooper, J.D., Droser, M.L. and Finney, S.C. (eds.) *Ordovician Odyssey: Short Papers for the Seventh International Symposium on the Ordovician System*. SEPM, Fulleron, C.77: 117-120.
- Popov, L.E., Kazanovitch, K.K., Borovko, N.G., Sergeeva, S.P. y Sobolevskaya, R.F. 1989. The key sections and stratigraphy of the Cambrian-Ordovician phosphate bearing Obolus

- beds on the northeastern Russian platform. Ministerstvo Geologii SSSR, Mezhdedomstvennyi Stratigraficheskiy Komitet SSSR, Trudy 18:1-222 (in Russian).
- Popov, L.E., Bassett, M.G., Holmer, L.E. y Laurie, J. 1993. Phylogenetic analysis of higher taxa of Brachiopoda: *Lethaia* 26, p. 1-5.
- Popov, L.E., Nolvak, J. y Holmer, L.E. 1994. Late Ordovician brachiopods from Estonia. *Palaeontology* 37: 627-650.
- Popov, L.E., Bassett, M.G., Holmer, L.E. y Gorjansky, V.Y. 1999. Ordovician patterns of diversification in craniiform brachiopods. *Acta Universitatis Carolinae, Geologica* 43: 321-324.
- Popov, L.E., Holmer, L.E. y Miller J.F. 2002. Lingulate brachiopods from the Cambrian-Ordovician boundary beds of Utah. *Journal of Paleontology* 76 (6): 211-228.
- Popov, L.E., Ebbestad, J.O.R., Mambetov, A. y Apayarov, F.K.H. 2007. A low diversity shallow water lingulid brachiopod-gastropod association from the Upper Ordovician of Kyrgyz Range. *Acta Palaeontologica Polonica* 52: 27-40.
- Popov, L.E., Ghobadi Pour, M. y Hosseini, M. 2008. Early to Middle Ordovician lingulate brachiopods from the Lashkarak Formation, Eastern Alborz Mountains, Iran. *Alcheringa* 32: 1-35.
- Popov, L.E., Bassett, M.G., Holmer, L.E. y Ghobadi Pour, M. 2009. Early ontogeny and soft tissue preservation in siphonotretids brachiopods: New data from the Cambrian-Ordovician of Iran. *Gondwana Research* 16: 151-161.
- Popov, L.E., Holmer, L.E., Bassett, M.G., Ghobadi Pour, M. y Percival, I.G. 2013. Biogeography of Ordovician linguliform and craniiform brachiopods. In: D.A.T. Harper and T. Servais (Eds.) Early Palaeozoic Biogeography and Palaeogeography. *Geological Society London, Memoirs* 38: 117-126.
- Ramos, V.A. 2004. Cuyania, an exotic block to Gondwana: Review of a historical success and the present problems. *Gondwana Research* 7: 1009-1026.

- Ramos, V.A, Jordan, T.E., Allmendinger, R.W., Mpodo-Zis, C., Kay, S.M., Cortés, J.M. y Palma, M.A. 1986. Paleozoic terranes of the central Argentine-Chilean Andes. *Tectonics* 5: 855-880.
- Reed F.R.C. 1917. The Ordovician and Silurian Brachiopoda of the Girvan District. *Transactions of the Royal Society of Edingburgh*, 51: 795-998, plates 1-24.
- Robson, S.P. y Pratt, B.R. 2007. Late Marjuman (Cambrian) linguliformean brachiopods from the Deadwood Formation of South Dakota. *Palaeontographica Canadiana* 27: 1-93.
- Ross, R.J. Jr. 1975. Early Paleozoic trilobites, sedimentary facies, lithospheric plates, and ocean currents. *Fossils and Strata* 4: 307-329.
- Ross, R.J., Jr. y Ingham, J.K. 1970. Distribution of the Toquima–Table Head (Middle Ordovician, Whiterock) faunal realm in the Northern Hemisphere. *Geological Society of America Bulletin* 81: 393-408.
- Rowell, A.J. 1962. The genera of the brachiopod superfamilies Obolellacea and Siphonotretacea. *Journal of Paleontology* 36: 136-152.
- Rowell, A.J. 1965. Inarticulata. 260-296. In: R. C. Moore, (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H, Brachiopoda, vol. 1*. The Geological Society of America and University of Kansas Press. New York & Lawrence, Kansas, 927 pp.
- Rowell, A.J. 1977. Early Cambrian brachiopods from the southwestern Great Basin of California and Nevada. *Journal of Paleontology* 51: 68-85.
- Rusconi, C. 1954. Acerca de los fósiles ordovícicos de la quebrada Empozada, Sud del Cerro Áspero. *Revista del Museo de Historia Natural de Mendoza* 7: 61-99.
- Rusconi, C. 1955. Fósiles Cámbricos y Ordovícicos del Oeste de San Isidro, Mendoza. *Revista del Museo de Historia Natural de Mendoza* 8: 3-64.
- Salas, M.J. 2001. Taxonomía y paleobiogeografía de los ostrácodos de la Precordillera Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. Unpublished.

- Salas M.J. 2003. Ostrácodos palaeocopas, leiocopas y eridostracas del Ordovícico de la Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 40(3): 345-360.
- Salter, J. 1866. Appendix: On the fossils of North Wales. *Geological Survey of Great Britain, Memoir* 3: 240-381.
- Sánchez, T.M. 1990. Bivalvos del Ordovícico medio-tardío de la Precordillera de San Juan (Argentina). *Ameghiniana* 27: 251-26.
- Sánchez, T.M. 1997. Additional mollusca (Bivalvia and Rostroconchia) from the Suri Formation, Early Ordovician (Arenig), western Argentina. *Journal of Paleontology* 71: 1046-1054.
- Sánchez, T.M. y Babin, C. 1993. Un insolite mollusque bivalve, *Catamarcaia* n. g. de l'Arenig (Ordovicien inférieur) d'Argentine. *Comptes Rendus, Academie des Sciences, Paris*. 316: 265-271.
- Sánchez, T.M., Carrera, M.G., y Benedetto, J.L. 1996. Variaciones faunísticas en el techo de la Formación San Juan (Ordovícico Temprano, Precordillera Argentina): significado paleoambiental. *Ameghiniana* 33: 185-200.
- Sarmiento, G.N. 1985. La Biozona de *Amorphognathus variabilis-Eoplacognathus pseudoplanus* (conodonta), Llanvirniano inferior, en el flanco oriental de la Sierra de Villicum. *Primeras Jornadas sobre Geología de la Precordillera Actas* 1: 119-123.
- Sarmiento, G.N. 1991. Conodontos de la Zona *suecicus* (Llanvirniano inferior) en la Sierra de Villicum, Precordillera de San Juan, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 23: 113-132.
- Savazzi, E. 1986. Burrowing sculptures and life habits in Paleozoic lingulate brachiopods. *Paleobiology* 12: 46-63.
- Schuchert, C. 1893. A classification of the Brachiopoda. *American Geologist* 11(3):141-167.

- Schuchert C. y Le Vene C.M. 1929 - Fossilium Catalogus. In: Pompeckj, F. (ed.): I, Animalia, 42 (Brachiopoda). W. Junk, Berlin: 1-140.
- Scotese, C.R. 2016. Tutorial: PALEOMAP PaleoAtlas for GPlates and the PaleoData Plotter Program, <http://www.earthbyte.org/paleomap-paleoatlas-for-gplates/>. PALEOMAP Project, Evanston, IL. DOI: 10.13140/RG.2.2.34367.00166
- Sepkoski, J.J. 1978. A kinetic model of Phanerozoic taxonomic diversity. I. Analysis of marine orders. *Paleobiology* 4: 223-251.
- Sepkoski, J.J. 1979. A kinetic model of Phanerozoic taxonomic diversity. II. Early Phanerozoic families and multiple equilibria. *Paleobiology* 5: 222-251.
- Sepkoski, J.J. 1981. A factor analytic description of the Phanerozoic marine fossil record. *Paleobiology* 7: 36-53.
- Sepkoski, J.J. 1984. A kinetic model of Phanerozoic taxonomic diversity. III. Post-Paleozoic families and mass extinctions. *Paleobiology* 10: 246-267.
- Sepkoski, J.J. 1988. Alpha, beta or gamma: where does all the biodiversity go? *Paleobiology* 14: 221-234.
- Sepkoski, J.J. 1991. A model of onshore-offshore change in faunal diversity. *Paleobiology* 17: 58-77.
- Sepkoski, J.J. 1996. Competition in macroevolution: the double wedge revisited. In: Jablonski, D., D.H. Erwin y J.H. Lipps (Eds.), *Evolutionary Paleobiology*. University of Chicago Press, Chicago. 211-255 pp.
- Sepkoski, J.J. y Miller, A.I. 1985. Evolutionary faunas and the distribution of Paleozoic marine communities in space and time. In: Valentine, J. (Ed.), *Phanerozoic diversity patterns*. Princeton University Press, Princeton. 153-190 pp.
- Sepkoski, J.J. y Sheehan, P.M. 1983. Diversification, faunal change, and community replacement during the Ordovician radiations. In: Tevesz, M.J. y P.L. McCall (Eds.), *Biotic*

interactions in recent and fossil benthic communities. *Plenum Press, New York*. 673-717 pp.

Serra F., Albanesi G.L., Ortega G. y Bergström S.M. 2015. Biostratigraphy and palaeoecology of Middle-Late Ordovician conodont and graptolite faunas of the Las Chacritas River section, Precordillera of San Juan, Argentina. *Geological Magazine* 152 (5): 813-829.

Serra F., Feltes N.A., Ortega G. y Albanesi G.L. 2017. Lower middle Darriwilian (Ordovician) graptolites and index conodonts from the Central Precordillera of San Juan Province, Argentina. *Geological Journal* 2017: 1-17.

Sharpe, D. 1848. On *Trematis*, a new genus belonging to the family of brachiopodous Mollusca. *Geological Society of London Quarterly Journal* 4: 66-69.

Sheehan, P.M. 2001. History of marine diversity. *Geological Journal* 36: 231-249.

Sorrentino, L., Benedetto J.L. y Carrera, M.G. 2009. Diversidad taxonómica y distribución de los morfotipos de braquiópodos en la Zona de *Ahtiella argentina* (Ordovícico Medio), Formación San Juan, Precordillera Argentina. *Ameghiniana* 46: 481-493

Stanley, S.M. 2007. An analysis of the history of marine animal diversity. *Paleobiology* 33: 1-55.

Such, P., Buatois, L.A. y Mángano, M.G. 2007. Stratigraphy, depositional environments and ichnology of the lower paleozoic in the Azul Pampa area, Jujuy Province. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62, 331-344.

Sutton, M.D., Bassett, M.G. y Cherns, L. 1999. Lingulate brachiopods from the Lower Ordovician of the Anglo-Welsh basin. Part 1. *Monographs of the Palaeontographical Society, London* 154: 1-60, pls. 1-9.

Sutton, M.D., Bassett, M.G. y Cherns, L. 2000a. Lingulate brachiopods from the Lower Ordovician of the Anglo-Welsh Basin, part 2. *Monograph of the Palaeontographical Society, London* 154: 61-114, pls. 9-23.

- Sutton, M.D., Bassett, M.G., Cherns, L. 2000b. The type species of *Lingulella* (Cambrian brachiopoda). *Journal of Paleontology* 74, 426–438.
- Tenjakova, R.G. 1989. Novye vidy bezzamkovykh brachiopod iz srednego ordovika tsentralnogo Kazakhstana. (New species of inarticulate brachiopods from the Middle Ordovician of Central Kazakhstan). *Paleontologicheskii Zhurnal* 4: 15-24 (in Russian).
- Thayer, C.W. y Steele-Petrovic, H.M. 1975. Burrowing of the lingulid brachiopod *Glottidia pyramidata*: its ecologic and paleoecologic significance. *Lethaia* 8: 209-221.
- Thomas, W.A., y Astini, R.A. 1996. The Argentine Precordillera: a traveler from the Ouachita embayment of North American Laurentia. *Science*, 273: 752-757.
- Thomas, W.A., y Astini, R.A. 1999. Simple-shear conjugate rift margins of the Argentine Precordillera and the Ouachita embayment of Laurentia. *Geological Society of America Bulletin*, 111: 1069-1079.
- Thomas, W.A., y Astini, R.A. 2003. Ordovician accretion of the Argentine Precordillera terrane to Gondwana: a review. *Journal of South American Earth Sciences*, 16: 67-79.
- Thomas, W.A., Tucker, R.D., y Astini, R.A. 2000. Rifting of the Argentine Precordillera from southern Laurentia: Palinspastic restoration of basement provinces. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 32: A-505.
- Thomas, W.A., Astini, R.A., y Bayona, G. 2002. Ordovician collision of the Argentine Precordillera with Gondwana, independent of Laurentian Taconic Orogeny. *Tectonophysics*, 345: 131-152.
- Tolmacheva, T.Y., Holmer, L.E., Popov, L.E. y Gogin, I. 2004. Conodont biostratigraphy and faunal assemblages in radiolarian ribbon-banded cherts of the Burubaital Formation, West Balkhash Region, Kazakhstan. *Geological Magazine* 14: 699-715.
- Toro, B.A. y Brussa, E.D. 1997. Graptolitos de la Formación Suri (Arenig) en el Sistema de Famatina, Argentina. *Revista Española de Paleontología* 12: 175-1884.

- Toro, B.A., Meroi Arcerito, F.R., Muñoz, D.F., Waisfeld, B.G. y de la Puente, G.S. 2015. Graptolite-trilobite biostratigraphy from the Santa Victoria area, north-western Argentina. A key for regional and worldwide correlation of the Early Ordovician (Tremadocian/Floian). *Ameghiniana* 52: 535-557.
- Tortello, M.F. y Esteban, S.B. 2014. Early Ordovician trilobites from the Nazareno area, northwestern Argentina. *Journal of Paleontology* 88, 925-947.
- Troedsson G.T. 1918. Om skånes brachiopodskiffer. *Lunds Universitets Årsskrift* 2, 15 (3): 1-110.
- Turner, J. 1960. Faunas graptolíticas de América del Sur. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 14: 1-180.
- Ulrich, E.O. 1889. On *Lingulasma*, a new genus, and eight new species of *Lingula* and *Trematis*. *American Geologist*, 3: 307-391.
- Vaccari, N.E., y B.G. Waisfeld. 1994. Nuevos trilobites de la Formación Suri (Ordovícico temprano) en la región de Chaschuil, Provincia de Catamarca: Implicancias bioestratigráficas. *Ameghiniana* 31: 73-86.
- Vaccari, N.E., Benedetto, J.L., Waisfeld, B.G. y Sánchez, T.M. 1993. La Fauna de *Neseuretus* en la Formación Suri (Oeste de Argentina): edad y relaciones paleobiogeográficas. *Revista Española de Paleontología* 8: 185-190.
- Valentine, J.W. 1973. Evolutionary Paleocology of the marine biosphere. *Prentice Hall, Englewood Cliffs*. 511 pp.
- von Eichwald, E. 1829. Zoologia speciale, quam exposits animalibus tum vivis, tum fossilibus potissimum Rossiae in universum et Poloniae in specie in usum lectionum publicarum in Universitate Caesarea Vilnesi habendarum, Ps 1: Propae deutican zoologiae atque speciale, Heterozoourum expositionem continens: Vilnae, 314 p.
- Waagen, W. 1885. Salt Range fossils: *Productus* Limestone fossils. Part 4: Brachiopoda. *Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica, Series 1*: 729-770.

- Waisfeld, B.G. y Vaccari, N.E. 2003. Trilobites. *In: Ordovician Fossils of Argentina*, ed. Benedetto, J.L., 295-410. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba.
- Waisfeld, B.G., Sánchez, T.M., Benedetto, J.L. y Carrera, M.G. 2003. Early Ordovician faunal assemblages from western Argentina. Biodiversification trends and palaeogeographic constraints. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 196: 343-373.
- Walcott, C.D. 1884. Paleontology of the Eureka district, Nevada. *United States Geological Survey, Monograph* 8: 1-298.
- Walcott, C.D. 1889. Description of a New Genus and Species of Inarticulate Brachiopod from the Trenton Limestone. *United States National Museum, Proceedings*, 12: 365-366.
- Walcott, C.D. 1898. Cambrian Brachiopoda: *Obolus* and *Lingulella*, with description of new species. *United States National Museum Proceedings* 21: 385-420.
- Walcott, C.D. 1902. Cambrian Brachiopoda: *Acrotreta*; *Linnarssonella*; *Obolus*; with descriptions of new species. *United States National Museum Proceedings* 25: 577-612.
- Walcott, C.D. 1908. Cambrian Geology and Paleontology, 3. Cambrian Brachiopoda, descriptions of new genera and species. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 53, 53-137.
- Wang, H., Zhang, Z. y Holmer, L.E. 2014. Oldest glosselline linguliform brachiopods with soft parts from the Lower Cambrian of Yunnan, Southern China. *GFF* 136: 539-547.
- Webby, B.D., Cooper, R.A., Bergström, S.M. y Paris, F. 2004. Stratigraphic timeframe and time slices. *In: Webby, B.D., M.L. Droser, F. Paris y I.G. Percival (Eds.), The Great Ordovician Biodiversification Event*. Columbia University Press, New York. 41-47 pp.
- Westermann, G.E.G. 2000. Biochore classification and nomenclature in paleobiogeography: An attempt at order. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 158: 1-13.

- Whittaker, R.H. 1972. Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon* 21: 213-251.
- Williams, A. 1962. The Barr and Lower Ardmillian Series (Caradoc) of the Girvan District, south-west Ayrshire, with descriptions of the Brachiopoda. *Memoir of the Geological Society of London*, v. 3, p. 1-267.
- Williams, A. 1965. Evolution and Phylogeny. In: R.C. Moore, ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H, Brachiopoda, vol. 1*. The Geological Society of America and University of Kansas Press. New York and Lawrence. p. 164-197.
- Williams, A. 1974. Ordovician brachiopods from the Shelve District, Shropshire. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology, Supplement* 11: 1-163.
- Williams, A. y Curry, G.B. 1985. Lower Ordovician Brachiopoda from the Tourmakeady Limestone, Co. Mayo, Ireland. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology* 38: 183-269.
- Williams, A.M., James, A., Emig, C.C., Mackay, S. y Rhodes, M.C. 1997. Anatomy. In: R.L.Kaesler, ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H, Brachiopoda (Revised)*, vol. 1. The Geological Society of America & Paleontological Institute. Boulder, Colorado & Lawrence, Kansas. p. 7-188.
- Williams, A., Brunton, C.H.C. y Carlson, S.J. 2000. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda - Revised*. The Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder and Lawrence 2320 pp.
- Williams, A., Carlson, S.J. Brunton, C.H.C., Holmer, L.E & L. E. Popov. 1996. A supra-ordinal classification of the Brachiopoda. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (series B)* 351:1171-1193.
- Williams, A., Brunton, C.H.C. y Carlson, S.J. 2007. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda - Revised*. The Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder and Lawrence 906 pp.

- Winchell, N.H y Schuchert, C. 1893. The Lower Silurian Brachiopoda of Minnesota. *In*: Lesquereux, L. et al., eds., The Geology of Minnesota, v. 3: Geological and Natural History Survey of Minnesota, final report, p. 333–474.
- Winrow, P. y Sutton, M.D. 2014. Lingulate brachiopods and the Early Palaeozoic history of the Iapetus Ocean. *Lethaia*, DOI: 10.1111/let.12068.
- Wright, A.D. 1963. The fauna of the Portrane Limestone, I. The Inarticulate Brachiopods. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology* 8: 223-254.
- Wright, A.D. 1981. The external surface of *Dictyonella* and of other pitted brachiopods. *Palaeontology* 24: 443-482.
- Wright, A.D. y McClean, A.E. 1991. Microbrachiopods and the end-Ordovician event. *Historical Biology* 5, 123-129.
- Wright, A.D. y Nölvak, J. 1997. Functional significance of the spines of the Ordovician lingulate brachiopod *Acanthambonia*. *Palaeontology* 40 (1): 113-119.
- Zeballo, F.J. y Albanesi, G.L. 2013. New conodont species and biostratigraphy of the Santa Rosita Formation (upper Furongian-Tremadocian) in the Tilcara Range, Cordillera Oriental of Jujuy, Argentina. *Geological Journal* 48: 170-193.
- Zeballo, F.J., Albanesi, G.L. y Ortega, G. 2008. New late Tremadocian (Early Ordovician) conodont and graptolite records from the southern South American Gondwana margin (Eastern Cordillera, Argentina). *Geologica Acta* 6 (2): 131-145. DOI: 10.1344/105.000000247
- Zhan, R.B., Rong, J.Y., Jin, J.S., Liang, Y., Yuan, W.W., Zhang, Y.D., and Wang, Y. 2014. Discovery of a Late Ordovician Foliomena fauna in the Tarim desert, Northwest China. *Palaeoworld* 23: 125-142.
- Zhang, J. 1995. Ordovician phosphatic inarticulate brachiopods from Cili, Hunan [in Chinese]. *Acta Palaeontologica Sinica* 34:152-170.

Zhang, Z. y Holmer, L.E. 2013. Exceptionally preserved brachiopods from the Chengjiang Lagerstätte (Yunnan, China): perspectives on the Cambrian explosion of metazoans. *Science Foundation in China, Reviews* 21: 66-80.

Zhang, Z., Shu, D., Han, J. y Liu, J. 2005. Morpho-anatomical differences of the Early Cambrian Chengjiang and Recent lingulids and their implications. *Acta Zoologica* 86: 27-288.

Zhen, Y. Y., Percival, I.G. y Molloy, P.D. 2015. Late Ordovician conodonts and brachiopods from near Greenvale in the Broken River Province, north Queensland. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 137: 85-133.