

## Graptofaunas del Miembro Salto Macho, Formación La Chilca (Ordovícico Superior-Silúrico Inferior), en la quebrada Poblete Norte, Precordillera Central de San Juan, Argentina

Fernando Enrique LOPEZ<sup>1,2</sup>, Cintia KAUFMANN<sup>1,4</sup>, Laura Inés LEÓN<sup>2,3,4</sup>, Victor Hugo CONTRERAS<sup>2,3,4</sup>, Osvaldo Agustín CONDE<sup>2</sup> y Mauricio Gabriel CAMPOS<sup>2</sup>

**Abstract:** GRAPTOLITES OF THE SALTO MACHO MEMBER, LA CHILCA FORMATION (UPPER ORDOVICIAN-LOWER SILURIAN), AT THE POBLETE NORTE CREEK, CENTRAL PRECORDILLERA OF SAN JUAN, ARGENTINA. Graptolite faunas are documented at the Salto Macho Member of the La Chilca Formation, Poblete Norte Creek, Central Precordillera of San Juan Province. This formation consists of a fine grained siliclastic deposit composed by yellowish gray sandstones and shales. The identified graptolite fauna consists of *Lagarograptus praeacinae* Cuerdo, Rickards and Cingolani, *Normalograptus normalis* (Lapworth), *Metabolograptus persculptus* (Elles and Wood), *Normalograptus acceptus* (Koren and Mikhailova), *Atavograptus atavus* Jones, *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn) and *Monograptus* sp., and represents the Upper Ordovician (Upper Hirnantian) and Lower Silurian (Middle-Upper Rhuddanian). The graptolite assemblage allows us to record the *Metabolograptus persculptus* Zone (Upper Hirnantian) and the possible *Atavograptus atavus* Zone (Middle-Upper Rhuddanian) at the Salto Macho Member of the La Chilca Formation. The presence of *M. cf. M. priodon* in the upper levels of the Salto Macho Member of the La Chilca Formation would indicate a Lower Telychian age for these levels. Also, the extension range of *L. praeacinae* that reaches upper Hirnantian levels is confirmed in this study. A brachiopod assemblage and scolecodonts were recognized together with graptolite fauna on the bedding planes from the studied Member. The present contribution deals with the graptolite taxonomy, biostratigraphy and biostratigraphic correlation with the Ancha Creek, Cerro del Fuerte and Baños de Talacasto sections from the Argentine Precordillera.

**Resumen:** En el presente estudio se mencionan y describen las faunas de graptolitos provenientes del miembro inferior de la Formación La Chilca, en la quebrada Poblete Norte, Precordillera Central sanjuanina, y las biozonas a las se refieren. Esta unidad está constituida por rocas siliciclásticas de granulometría fina a media de color pardo rojizo a pardo amarillento, que contienen una rica graptofauna. La asociación de graptolitos identificada se compone de: *Lagarograptus praeacinae* Cuerdo, Rickards y Cingolani, *Normalograptus normalis* (Lapworth), *Metabolograptus persculptus* (Elles y Wood), *Normalograptus acceptus* (Koren y Mikhailova), *Atavograptus atavus* Jones, *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn) y *Monograptus* sp. El registro de dichas especies sugiere la presencia de la Zona de *Metabolograptus persculptus* en los niveles basales de la Formación La Chilca, y de la posible Zona de *Atavograptus atavus* en niveles suprayacentes, e indica una edad correspondiente al Ordovícico Superior (Hirnantiano alto) y Silúrico inferior (Rhuddaniano medio-alto). La presencia de *M. cf. M. priodon* en los niveles cuspidales del Miembro

<sup>1</sup> CONICET, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Av. Ignacio de la Roza 590 (O), 5400, Rivadavia, San Juan, Argentina. E-mail: felopez@unsj-cuim.edu.ar, cintiakaufmann@gmail.com, osvaldoagustin94@gmail.com, campos.mauricio66@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Av. Ignacio de la Roza 590 (O), 5400, Rivadavia, San Juan, Argentina. E-mail: lauleon@unsj-cuim.edu.ar, vcontre@unsj-cuim.edu.ar

<sup>3</sup> Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Av. Ignacio de la Roza 590 (O), 5400, Rivadavia, San Juan, Argentina.

<sup>4</sup> Instituto de Geología Dr. Emiliano P. Aparicio, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Av. Ignacio de la Roza 590 (O), 5400, Rivadavia, San Juan, Argentina.

Salto Macho de la Formación La Chilca indicaría una edad no más antigua que Telychiano bajo para los niveles portadores. Además, se confirma que el rango de extensión de *L. praeacinae* alcanza niveles correspondientes al Hirnantiano alto. Se identifican braquiópodos y escolecodontes como fauna asociada a los graptolitos en los planos de estratificación. Se realiza finalmente una correlación bioestratigráfica entre los niveles inferiores de la Formación La Chilca en la quebrada Poblete Norte, con otras secciones de la Precordillera, como la quebrada Ancha, el cerro del Fuerte y los Baños de Talacasto.

**Palabras clave:** Graptolitos, Ordovícico, Silúrico, Precordillera, Argentina.

**Key words:** Graptolites, Ordovician, Silurian, Precordillera, Argentina.

## Introducción

Significativos aportes acerca de la litología, contenido paleontológico y aspectos paleoambientales de las sucesiones silúricas del área de Talacasto fueron dados a conocer desde fines del s. XX (Baldis *et al.*, 1984; Sánchez *et al.*, 1991; Benedetto *et al.*, 1992; Albanesi *et al.*, 2006; Peralta, 2013; Garcías Páez, 2016; León *et al.*, 2016; Asurmendi *et al.*, 2017; 2018; Gómez *et al.*, 2017; entre otros). Los estudios realizados en este sector de la Precordillera se han centrado principalmente en las quebradas Ancha, Salto Macho y Baños de Talacasto (Baldis *et al.*, 1984; Cuerda *et al.*, 1988; Astini y Maretto, 1996; Peralta y Persia, 1999; Persia, 2001; Peralta *et al.*, 2003; Rubinstein *et al.*, 2006; Giudicatte y Alfaro, 2009; Gómez, 2016; entre otros), mientras que existen escasas menciones para los afloramientos de la Formación La Chilca en la sección Poblete Norte hasta el presente.

La sección Poblete Norte, tradicionalmente conocida como Poblete, se ubica en la sierra de Talacasto, al norte de la Ruta Provincial N°436, en el margen norte del río Talacasto (Latitud 31°00'02,03" S- Longitud 68°46'25,72" W), departamento de Ullum, provincia de San Juan, Argentina. Para acceder a la quebrada Poblete Norte se recorre la RN 40 desde la Ciudad de San Juan con dirección hacia el norte hasta alcanzar el empalme con la Ruta Provincial N°436, por la cual se circula un total de 17 Km hasta el paraje de "Baños de Talacasto". Luego se continúa 5 Km hacia el oeste

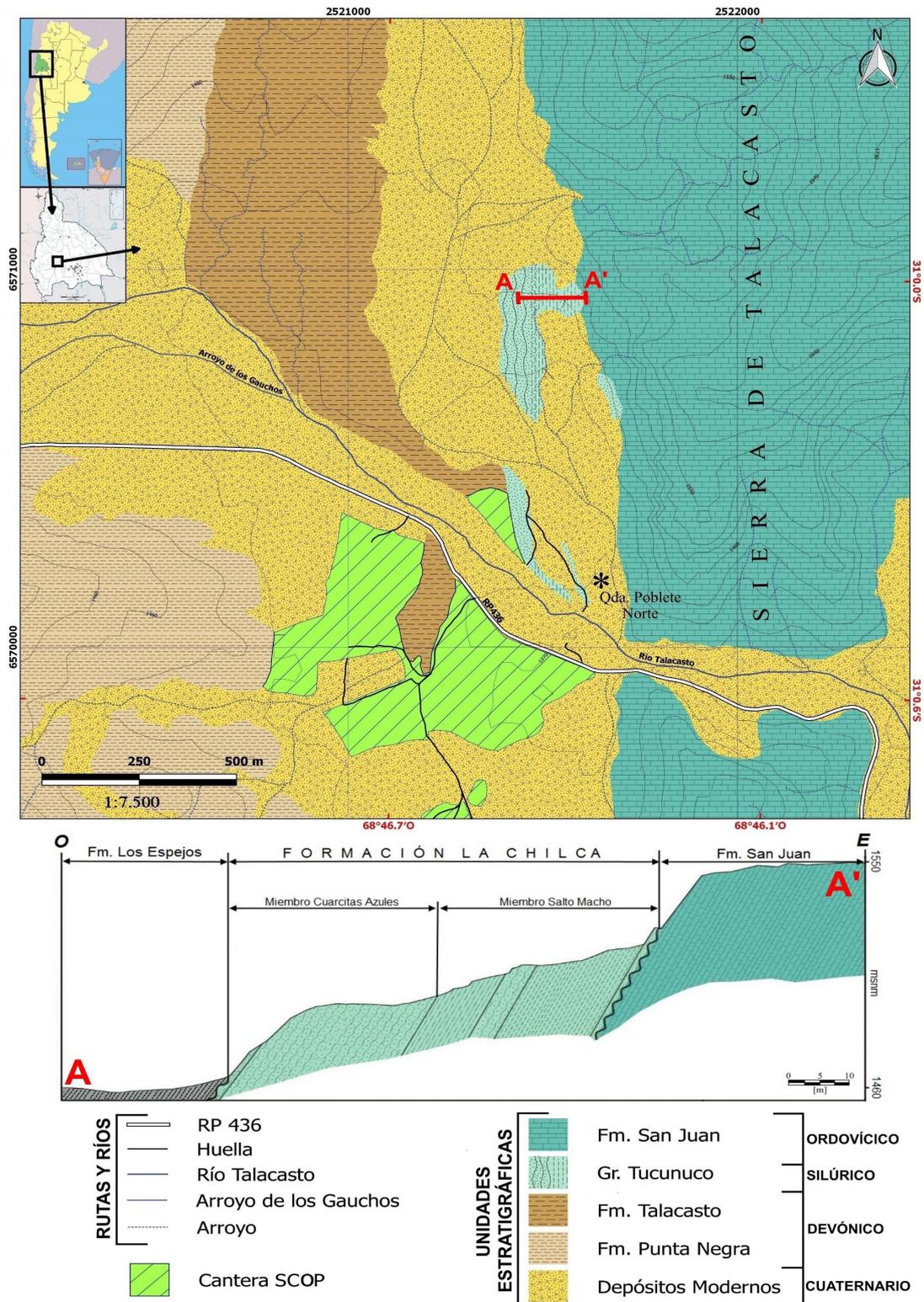
hasta la cantera de la empresa SCOP. Al norte de la cantera, se debe recorrer 1,5 Km hasta la sección Poblete Norte (Figura 1).

Afloran en el área de estudio unidades correspondientes a la Formación San Juan (Floiano - Darriwilliano) (Sarmiento, 1986), los depósitos del Grupo Tucunuco (Hirnantiano - Lochkoviano) (Cuerda *et al.*, 1988; Benedetto *et al.*, 1992) y el Grupo Gualilán (Lochkoviano - Frasniano) (Herrera, 1991; Baldis, 1973). La estratigrafía del área culmina con depósitos de edad cuaternaria, los cuales consisten en sucesiones coluviales - aluviales compuestas por limos, arenas, conglomerados y fanglomerados de ambientes de planicies de inundación (Ramos y Vujovich, 2000), (Figura 1).

En esta contribución se da a conocer la fauna de graptolitos hallada y las biozonas identificadas en el Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca aflorante en la quebrada Poblete Norte, área de Talacasto, San Juan, describiéndose asimismo sus aspectos sedimentológicos y estratigráficos.

## Marco geológico

La Precordillera es una unidad morfoestructural que se extiende al oeste de Argentina, a lo largo de las provincias de La Rioja, San Juan y Mendoza (Furque y Cuerda, 1979). Se caracteriza por la presencia de sedimentitas marinas del Paleozoico Inferior y Medio, además de depósitos continentales del Paleozoico Superior,



**Figura 1.** Mapa geológico del sector occidental de la sierra de Talacasto y ubicación de la quebrada Poblete Norte, señalada por el asterisco. El perfil A-A' corresponde a la columna estratigráfica relevada en el presente trabajo. / **Figure 1.** Geology and location map of the study area, Talacasto Range. The Poblete Norte Creek is indicated by the asterisk. The A-A' section represents the stratigraphic column studied in this paper.

Triásico y Cenozoico. Con base en sus aspectos estratigráficos y estructurales, la Precordillera se

divide en: Precordillera Occidental (Baldis *et al.*, 1982), Central (Baldis y Chebli, 1969) y Oriental

(Ortiz y Zambrano, 1981).

La Precordillera Central fue ampliamente estudiada por diversos autores (Bodenbender, 1902; Stappenbeck, 1910; Braccacini, 1946, 1950; Baldis y Chebli, 1969, entre otros) y se define como una faja plegada y corrida de lámina fina sobre rocas sedimentarias paleozoicas, limitada hacia el este por las estructuras de lámina gruesa correspondientes a la Precordillera Oriental, y al oeste por un cambio estructural (aparición de fallamiento antitético) con la Precordillera Occidental (Giampaoli y Cegarra, 2003).

Los afloramientos silúricos se extienden a lo largo de la totalidad de la Precordillera Central desde el norte del río Jáchal hasta el sur del río San Juan, agrupados principalmente en tres unidades litoestratigráficas: Grupo Tucunuco (Cuerda, 1969), Formación Tambolar y Formación Los Bretes (Peralta *et al.*, 2003; Peralta, 2013).

El Grupo Tucunuco está integrado por las formaciones La Chilca y Los Espejos, y sus depósitos poseen rumbo norte - sur y buzamiento al oeste. Los mismos, en el área de Talacasto, se encuentran en discordancia erosiva sobre la sucesión de rocas carbonáticas de edad ordovícica correspondientes a la Formación San Juan.

La Formación La Chilca consiste en una sucesión psamo - pelítica de color verde amarillento y arreglo estrato - grano creciente, con su estratotipo ubicado en el cerro La Chilca (Cuerda, 1965). Esta unidad aflora además en otras secciones de la Precordillera Central: área de Jáchal, cerro del Fuerte, quebrada de Las Aguaditas, área de Tucunuco, Aguada de Los Azulejitos, Río de Las Chacritas, Talacasto, etc. (Espisúa, 1968; Baldis y Cané, 1968; Cuerda, 1969; Hugo *et al.*, 1977; Baldis *et al.*, 1984; Benedetto *et al.*, 1986; Astini y Piovano, 1992; Persia, 2001; entre otros). Esta unidad está integrada por dos miembros. El miembro inferior, denominado Salto Macho, se inicia con conglomerados con clastos de chert (Rolleri, 1947, en Furque y Cuerda, 1979) compuesto principalmente por areniscas y fangolitas. Este miembro posee una edad ordovícica superior a llandooveriana temprana, determinada con base

en graptolitos (Cuerda *et al.*, 1982, 1988; Peralta, 1985) y palinomorfos (Melendi y Volkheimer, 1982). El Miembro Cuarцитas Azules (superior), incluye areniscas y fangolitas de coloración verde amarillenta, de edad llandooveriana tardía a wenlockiana temprana (Kerlleñevich y Cuerda, 1986). Con base en la asociación de estructuras sedimentarias biogénicas y físicas, estos depósitos fueron considerados indicadores de un ambiente de plataforma externa dominada por tormentas (Peralta, 1990; Astini y Piovano, 1992). Los niveles inferiores del Miembro Salto Macho han sido interpretados como depósitos glacialmarinos retrabajados en condiciones de nivel de mar alto y acción de mareas (Asurmendi *et al.*, 2018). Hacia el techo, el Miembro Cuarцитas Azules posee niveles de areniscas ferro - fosfáticas las cuales están cubiertas en paraconcordancia por los depósitos de la Formación Los Espejos (Peralta, 1990).

## Descripción estratigráfica del perfil

La sección estratigráfica analizada en el presente estudio comprende los niveles inferiores de la Formación La Chilca, aflorantes en la quebrada Poblete Norte, que corresponden al denominado Miembro Salto Macho (Baldis *et al.*, 1984). El mismo ha sido reconocido previamente para el área de Talacasto en las quebradas Ancha y Baños de Talacasto (Baldis *et al.*, 1984; Cuerda *et al.*, 1988; Lenz *et al.*, 2003; Albanesi *et al.*, 2006), y recientemente, Asurmendi *et al.* (2018) aborda aspectos estratigráficos y litofaciales para la quebrada Poblete Norte. La sucesión mencionada es portadora de la graptofauna descrita en este trabajo (Figura 2).

Litológicamente, el Miembro Salto Macho en Poblete Norte se compone de areniscas con un arreglo grano - estratocreciente e intercalaciones esporádicas de niveles pelíticos. En la base de la unidad se identifica un paraconglomerado, de 55-60 cm de espesor y color pardo rojizo oscuro, compuesto por clastos de cuarzo redondeado de tamaño arena media a gruesa,

con apariciones eventuales de *chert* redondeado. Sobreyace al conglomerado una sucesión de limolitas, arcilitas y areniscas de granulometría media a fina intercaladas, de coloración pardo oscuro, y con abundancia de oolitas ferruginosas. Estos niveles alcanzan los 2,5 m de espesor y poseen base y techo irregulares.

Hacia el tramo superior de esta sucesión se observa una gradual disminución en la granulometría hacia arcilitas, las cuales presentan color pardo verdoso e incipiente fisilidad y conforman un paquete de 2,2 m de espesor. Continúan por encima depósitos de pelitas - lutitas que alcanzan los 3,2 m de espesor. Se caracterizan por su coloración gris oscuro y por presentar delgadas intercalaciones de areniscas finas a medias. Las pelitas poseen una fisilidad muy marcada y un importante contenido de materia orgánica.

Hacia el techo de la unidad se observa una sucesión en la cual intercalan niveles de arenisca fina a media y limolitas de coloración pardo verdoso. Este conjunto presenta una gradación inversa y laminación en los estratos. Se observaron ondulitas en el techo de los niveles de areniscas, fuerte bioturbación y la presencia de abundantes icnofósiles (*Zoophycus* y *Chondrites*) en esta porción del perfil. El mismo culmina con un nivel de limolitas que logra un espesor de 1,5 m y que se encuentra en contacto con las areniscas del Miembro Cuarcitas Azules.

## Materiales y metodos

Se realizaron observaciones sedimentológicas y estratigráficas en los niveles inferiores de la Formación La Chilca, aflorantes en la quebrada Pobleto Norte, correspondientes al denominado Miembro Salto Macho, realizándose posteriormente un perfil estratigráfico. Se efectuó un muestreo paleontológico de graptolitos a lo largo de la sucesión, principalmente en los niveles de granulometrías finas donde en general se hallan preservados estos fósiles. Se recolectaron en total siete muestras, las cuales fueron denominadas PN-008/014. Los ejem-

plares fueron observados en gabinete bajo lupa binocular, fotografiados, ilustrados y finalmente clasificados. Los tubarios presentaron variados estados de preservación, algunos se observaron fragmentados y en algunos casos con reemplazo total a minerales de hierro.

En el presente estudio fue considerada la clasificación sistemática de graptolitos realizada por Maletz (2014) y las modificaciones recientemente introducidas en el *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part V (Hemichordata)* (Maletz, 2019).

## Resultados paleontológicos

Las graptofaunas fueron halladas en los niveles PN-010, PN-013 y PN-014 del perfil (Figura 3). En los restantes puntos de muestreo, el material se presentaba fragmentario y con deficiente preservación. Se identificaron braquiópodos y escolecodontes (Figura 5K-L) en asociación con los graptolitos en los planos de estratificación.

El material descrito en este estudio, identificado con el acrónimo institucional INGEO - PIN° (entre los números 1824 a 1841), fue ingresado a la colección paleontológica del Repositorio del Instituto de Geología Dr. Emiliano P. Aparicio, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina.

## Paleontología sistemática

Phylum HEMICHORDATA Bateson, 1885  
Clase GRAPTOLITHINA Bronn, 1846  
Orden GRAPTOLOIDEA Lapworth, 1875  
Suborden AXONOPHORA Frech, 1897  
Familia NEODIPILOGRAPTIDAE Melchin *et al.*, 2011

Género *Metabolograptus* Obut y Sennikov, 1985  
Especie tipo: *Diplograptus modestus sibericus* Obut, 1955

*Metabolograptus persculptus* (Elles y Wood, 1907)  
Figuras 4C y 5D

1865. *Diplograptus persculptus* (Salter?) 25, (ver Strachan, 1971)





**Figura 3. A)** Vista hacia el sur de la sección estudiada en la quebrada Poblete Norte; **B)** Contacto entre la Formación San Juan (izquierda) y la Formación La Chilca (derecha); **C)** Niveles PN-008, PN-009 y PN-010 (de izquierda a derecha); **D)** Nivel PN-012; **E)** Pelitas del nivel PN-014 (indicadas con la flecha); **F)** Contacto entre las formaciones La Chilca y Los Espejos. / **Figure 3. A)** South view of the studied section at the Poblete Norte Creek; **B)** Contact between San Juan Formation (left) and La Chilca Formation (right); **C)** Sampled levels PN-008, PN-009, and PN-010 (from left to right); **D)** Sampled level PN-012; **E)** Sampled level PN-014 (indicated by the arrow); **F)** Contact between La Chilca Formation (left) and Los Espejos Formation (right).

Descripción: Colonia de 4,55 mm de largo. La longitud de la espina sicular es de 0,92 mm. Las tecas se disponen en forma oblicua con respecto al eje central (40-35°). El ancho proximal es de 0,55 mm y el ancho medio a la altura de la th4<sup>1</sup> es de 1 mm. Las aperturas tecales son levemente introvertidas y las paredes suprageniculares pseudorectas a suavemente convexas a cóncavas. El espaciamento tecal varía entre 8-9 tecas/10 mm. El valor de 2TRD es de 0,82 mm en la th2<sup>1</sup>.

Observaciones: Los caracteres básicos expuestos coinciden con valores de medidas expuestas por Štorch y Loydell (1996), los cuales describen un tubario con un ancho medio de 1 mm y un espaciamento tecal de 8-10 tecas/10 mm.

Procedencia: Nivel PN-010. Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca, quebrada Poblete Norte, correspondiente a la Zona de *Metabolograptus persculptus*.

Distribución: La especie *M. persculptus* ha sido descrita en la Precordillera para la Formación Don Braulio (Sánchez *et al.*, 1988, 1991; Peralta y Baldis, 1990) y para Formación La Chilca expuesta en los Baños de Talacasto (Cuerda *et al.*, 1988) y en el cerro del Fuerte (Brussa, 1987; Rickards *et al.*, 1996; Rubinstein y Brussa, 1999). Posee amplia distribución a nivel global, donde ha sido citada en: Kazakhstan (Mikhailova, 1970), Estados Unidos (Rickards y Riva, 1981; Berry, 1986), Escocia (Williams, 1983), China (Lin y Chen, 1984), y Paraguay (Alfaro *et al.*, 2010), entre otros países.

Familia NORMALOGRAPTIDAE Storch y Serpagli, 1993  
 Género *Normalograptus* Legrand, 1987, emend.  
 Especie tipo: *Climacograptus scalaris normalis* Lapworth, 1877.

*Normalograptus acceptus* (Koren y Mikhailova, 1980)  
 Figuras 4D y 5G

1980. *Climacograptus acceptus* Koren y Mikhailova (en Koren *et al.*), p. 129-30, pl. 36, figs. 1-6, pl. 37, fig. 1, text-figs. 33a, b, v, g.

Material: Único tubario fragmentado e incompleto, de conservación moderada. INGEO - PI-1831.

Descripción: Tubario de 11,06 mm de largo, que posee un ancho proximal de 0,65 mm, un ancho medio de 0,90 mm en la th5<sup>1</sup>, y alcanza un ancho distal de 1,18 mm en th11<sup>1</sup> y de 1,35 mm en la th13<sup>1</sup>. Presenta una espina sicular de 0,74 mm de longitud, aperturas tecales variables entre semicirculares, irregulares a levemente introvertidas, con paredes suprageniculares rectas a cóncavas, y con una capucha apertural en los primeros dos pares de tecas, la cual está ausente en la parte distal. El espaciamento tecal es de 12 tecas/10 mm y 2TRD de 1,16 mm en th2<sup>1</sup>.

Observaciones: Las dimensiones de la colonia de esta colección coinciden con las brindadas por Koren y Mikhailova (1980, en Page *et al.*, 2013), para los ejemplares recolectados en Libia, con rangos de valores de ancho distal entre 0,75-0,95 mm (sin especificar teca), ancho medio-distal en th5 de 0,60-0,85 mm, ancho proximal en th1 de 0,40-0,60 mm, y 2TRD en th2<sup>1</sup> de 1,05-1,55 mm.

Procedencia: Nivel PN-013. Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca, quebrada Poblete Norte. Perteneciente a la posible Zona de *Atavograptus atavus*.

Distribución: En la Precordillera, *N. acceptus* ha sido reconocida únicamente en los Baños de Talacasto (Cuerda *et al.*, 1988). A nivel global esta especie ha sido mencionada en Rusia (Koren *et al.*, 1979), Kazakhstan (Apollonov *et al.*, 1980), Uzbekistan (Koren y Melchin, 2000) y China (Wang *et al.*, 2017), y Oceanía: Australia (VandenBerg *et al.*, 1984), entre otros.

*Normalograptus normalis* (Lapworth, 1877)  
 Figuras 4B y 5B-C

1877. *Climacograptus scalaris* var. *normalis* n.var.; Lapworth, p. 138, pl. 6, fig. 31.

1993. *Normalograptus normalis*. Štorch y Serpagli, text-fig. 3D.

Material: Colonia bien preservada. Molde y contramolde. INGEO-PI-1825-A y B.

Descripción: Largo total de 6,1 mm, con un ancho proximal de 0,62 mm y uno medio de 0,88 mm (medido en th4<sup>2</sup>). La longitud de la espina sicular es de 0,76 mm. Las tecas son de morfología variable entre semicirculares, se-

mielipsoidales más o menos abiertas, y en algunos casos con genículos extendidos paralelos al largo de la colonia. Presenta profundas excavaciones tecales. En la mayor parte de la colonia, la pared supragenicular es recta y paralela al eje central. El espaciamento tecal es de 11-12 tecas/10 mm en la zona proximal-media y el valor de 2TRD en 1,26 mm en th2<sup>1</sup>.

Observaciones: Los valores indicados por Rickards (2002) expresan un espaciamento tecal de 11 tecas/10 mm y un ancho de 0,6 – 0,7 mm para la porción proximal de la colonia, coincidiendo en parte con los ejemplares del presente estudio. La presencia de esta especie en la Formación La Chilca fue detallada por Cuerda *et al.* (1988) e incluida en el género *Climacograptus*.

Procedencia: Nivel PN-010. Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca, quebrada Poblete Norte. Asociado a *Metabolograptus persculptus* y *Lagarograptus praeacinaces* en la Zona de *Metabolograptus persculptus*.

Distribución: La especie *N. normalis* ha sido ampliamente reconocida en Precordillera en la Formación Don Braulio (Peralta, 1993), expuesta en la sierra de Villicum, en la Formación La Chilca, en los Baños de Talacasto (Cuerda *et al.*, 1988) y en el cerro del Fuerte (Rickards *et al.*, 1996; Rubinstein y Brussa, 1999). Por otro lado, para la Formación Lipeón ha sido descrito *Climacograptus* sp. aff. *C. normalis* (Monteros *et al.*, 1993) en los afloramientos de la sierra de Zapla, en la provincia de Jujuy. A nivel global, variaciones entre los ejemplares del género han permitido el reconocimiento de subespecies (Legrand, 1986; Underwood *et al.*, 1998; entre otros), lo que explicaría su abundancia en el registro paleontológico mundial. En particular, la especie *N. normalis* ha sido citada en sucesiones de Gales (Davies, 1929), Canadá (Lenz, 1979), Rusia (Koren *et al.*, 1979), China (Yu-nan, 1984; Xu *et al.*, 2005), Argelia (Legrand, 1986), Mauritania (Underwood *et al.*, 1998), Irán (Rickards *et al.*, 2000), Reino Unido (Rickards, 2002) y Libia

(Loydell, 2012), entre otros.

Suborden VIRGELLINA Fortey y Cooper, 1986  
Superfamilia MONOGRAPTOIDEA Lapworth, 1873  
Familia MONOGRAPTIDAE Lapworth, 1873  
Género *Atavograptus* Rickards, 1974, emend.  
Especie tipo: *Monograptus atavus* Jones, 1909.

*Atavograptus atavus* Jones, 1909  
Figuras 4G y 5J

1909. *Monograptus atavus*, Jones, p. 531, text-fig. 185.  
1978. *Pristiograptus atavus*, Chen y Lin, p. 53, Pl. 9, fig. 27.  
1988. *Atavograptus atavus*, Štorch, p. 12- 13, Pl. 1, figs. 1 - 3; text-fig. 2a.

Material: Tubario incompleto y de moderada conservación. INGEO - PI-1834

Descripción: Tubario monoseriado incompleto de 8,5 mm de longitud, 0,33 mm a 0,40 mm de ancho, con una leve curvatura en su dorso. Las tecas se presentan como simples tubos con apertura mayormente ortogonal al eje de la colonia, y una pared supragenicular cóncava a subrecta, conformando un ángulo menor a los 15° con respecto al eje del estipe. El espaciamento tecal medido fue de 25 tecas/10 mm y un 2TRD de 0,8 mm.

Observaciones: Las dimensiones de los tubarios hallados en Talacasto presentan notorias diferencias con los indicados por Koren y Bjerreskov (1997) y Lukasik y Melchin (1997) para los ejemplares de Rusia y Canadá. El espaciamento tecal del ejemplar de este estudio es mayor que el indicado por los autores (6-7 tecas/10 mm proximal a 9-10 tecas/10 mm distal y 4-5,5 tecas/5 mm, respectivamente). El valor de 2TRD es menor al mencionado por Lukasik y Melchin (1,8-2,5 mm) para los ejemplares de la Formación *Cape Phillips*. Las diferencias entre la morfología y dimensiones de la colonia estudiada y las de *Atavograptus atavus* podrían explicarse como producto de variaciones del tubario hacia su porción distal, aunque la escasez de material no permite mayor precisión en esta asignación.

Procedencia: Nivel PN-013. Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca, quebrada Poblete Norte. Perteneciente a la posible Zona de *Atavograptus atavus*.

Distribución: La especie *A. atavus* tiene una distribución amplia a nivel local. Fue descrita en depósitos de la Formación La Chilca expuestos en el cerro del Fuerte (Benedetto *et al.*, 1986; Brussa, 1987; Rickards *et al.*, 1996; Rubinstein y Brussa, 1999). Ha sido mencionada por Peralta (1993) para la Formación Don Braulio. En la quebrada Ancha, Giudicatte y Alfaro (2009) describen un tubario de Formación La Chilca con caracteres genéricos atribuibles a *Atavograptus*, pero sin detallar su nivel específico. A nivel global ha sido citada en Gales (Jones, 1909; Davies, 1929), Gran Bretaña (Rickards, 1976; Zalasiewicz *et al.*, 2009), Dinamarca (Bjerrreskov, 1978), China (Chen y Lin, 1978; Ni *et al.*, 1982; Xu, 1984); Canadá (Lenz, 1979; Melchin, 1987, 1989; Lukasik y Melchin, 1997), República Checa (Štorch, 1994), Italia (Dieni *et al.*, 2005) y Francia (Štorch y Feist, 2008).

Género *Lagarograptus* Obut *et al.*, 1968

Especie tipo: *Lagarograptus inexpeditus* Obut y Sobolevskaya, 1968.

*Lagarograptus praeacinaces* Cuerda, Rickards y Cingolani, 1988  
Figuras 4A y 5<sup>a</sup>

Material: Colonia monoseriada incompleta. INGENO - PI-1824.

Descripción: Tubario recto e incompleto. El largo máximo encontrado es de 3,6 mm, con un ancho de 1,11 mm. Presenta tecas de apertura recta y ortogonal al borde dorsal, con presencia de genículos marcados delgados con bordes afilados. El espaciamiento tecal medido es de 7 tecas cada 10 mm.

Observaciones: Los ejemplares estudiados por Cuerda *et al.* (1988) poseen anchos ligeramente mayores que los del presente estudio (1,3 mm) en la porción distal del tubario, y espaciamiento tecal menor (5 - 6 tecas en 10 mm). *L. praeacinaces* ha sido descrito por primera vez

por Cuerda *et al.* (1988) en el Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca, para el área de Talacasto. En un primer momento, su aparición se limitaba a niveles ubicados por encima de los 1,6 m desde el contacto con la Formación San Juan. El hallazgo del mismo en niveles inferiores a los mencionados se corresponde a lo planteado por Giudicatte y Alfaro (2009).

Procedencia: Nivel PN-010. Miembro Salto Macho en la Formación La Chilca, quebrada Poblete Norte. Asociado a las especies *Metabolograptus persculptus* y *Normalograptus normalis* en la Zona de *Metabolograptus persculptus*.

Distribución: *L. praeacinaces* posee una distribución areal restringida a la Precordillera, habiendo sido citada para la Formación La Chilca en los Baños de Talacasto (Cuerda *et al.*, 1988) y en la quebrada Ancha (Giudicatte y Alfaro, 2009). Por otro lado, también ha sido hallada en la Formación Don Braulio (Peralta, 1993).

Género *Monograptus* Geinitz, 1852

Especie tipo: *Lomatoceras priodon* Bronn, 1835.

*Monograptus* cf. *priodon* (Bronn, 1835)

Figuras 4H-L y 6A-E

1835. *Lomatoceras priodon* Bronn, p. 55-56, Pl. 1:13.

1913. *Monograptus priodon* (Bronn) - Elles y Wood, pp. 418-20, text - figs. 282 a-d; plate XLII, figs. 2 a-e.

Material: Cinco tubarios incompletos con buena a moderada preservación. INGENO - PI-1837, 1838, 1839, 1840 y 1841.

Descripción: Tubarios largos y ligeramente curvados. El máximo largo medido alcanza 20 mm. Las colonias se encuentran incompletas en sus porciones iniciales, lo cual impide la medición de sus anchos proximales. Las tecas son curvadas con formas de gancho. El ancho distal es de 1.84 mm, en la mayor a de las colonias, alcanzando 2 mm en uno de los ejemplares (INGENO - PI-1837). El espaciamiento tecal es de 10 tecas en 10 mm.

Observaciones: Los ejemplares hallados en la sección Poblete Norte se asemejan en su

morfología y dimensiones a la especie *M. priodon*. Sin embargo, debido a la ausencia de tubarios completos, el material ha sido comparado con dicha especie. Las colonias de *M. cf. priodon* mencionadas en la quebrada ancha (Talacasto), presentan un ancho distal ligeramente mayor (2,25 mm) y un valor de espaciamento de 10 tecas/10 mm en su parte distal (Albanesi *et al.*, 2006). Los ejemplares de *M. priodon* descritos en el área de Bornholm (Dinamarca), presentan un valor de espaciamento tecal de 11,5 a 14 tecas/10 mm en la parte proximal y 8 a 10 tecas/10 mm en la parte distal (Bjerreskov, 1975).

Procedencia: Nivel PN-014. Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca, quebrada Poblete Norte. Posiblemente, perteneciente a biozonas equivalentes a la Zona de *Spirograptus turriculatus* o Zona de *Spirograptus crispus*.

Distribución: La especie *M. priodon* ha sido descrita previamente para la Precordillera en la Formación La Chilca aflorante en el cerro del Fuerte (Stappenbeck, 1910) y en la quebrada Ancha (Cuerda, 1985; Kerlleñevich, 1986; Kerlleñevich y Cuerda, 1986; Albanesi *et al.*, 2006). En la Formación Vargas Peña, Cuenca Intracratónica del Paraná (Paraguay), han sido descritos ejemplares de *Monograptus* aff. *M. priodon* (Uriz *et al.*, 2008, 2018). *M. priodon* ha sido ampliamente mencionada en diversas sucesiones de edad silúrica a nivel global, e.g.: Irlanda (Baily, 1869), Estados Unidos (Decker, 1952), Escocia (Skevington, 1971; Bull y Loydell, 1995); Gran Bretaña (Rickards, 1973), República Checa (Štorch, 1994), Serbia (Krstic *et al.*, 2005), Gales (Rickards *et al.*, 2005) y Suecia (Loydell y Jeppsson, 2006).

*Monograptus* sp.  
Figuras 4E-F y 5H-I

Material: Dos colonias incompletas. INGEO - PI-1832 y 1833.

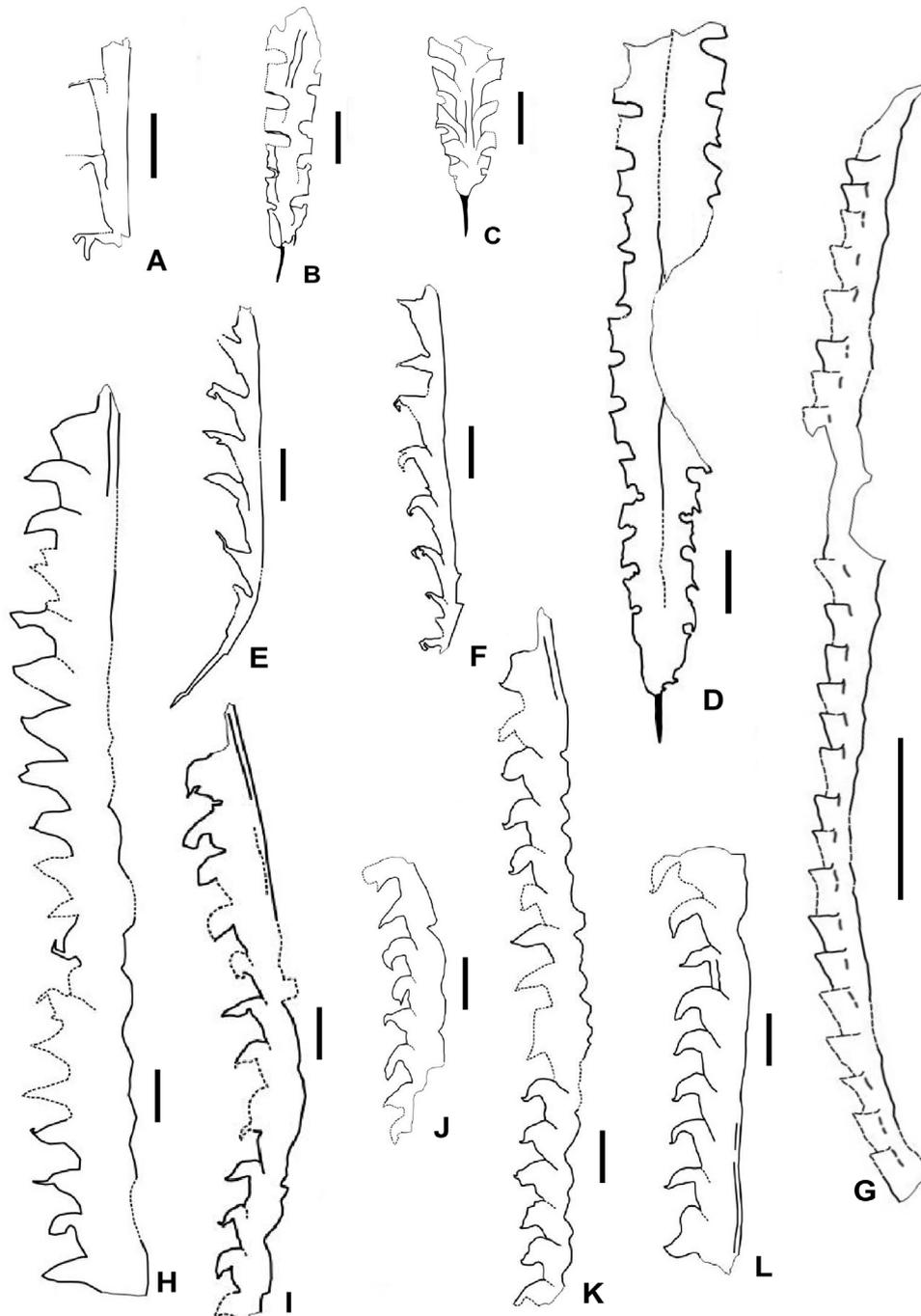
Descripción: Colonia incompleta, cur-

vada mayormente hacia su zona proximal, con un largo de 8,06-8,23 mm, con un ancho distal 1,02-1,03 mm y un ancho medio de 0,90-0,94 mm. Las tecas poseen forma triangular, con una prolongación final en forma de gancho hacia el sector proximal. Las paredes ventrales libres son cóncavas. El espaciamento tecal es de 10 tecas en 10 mm para ambos ejemplares.

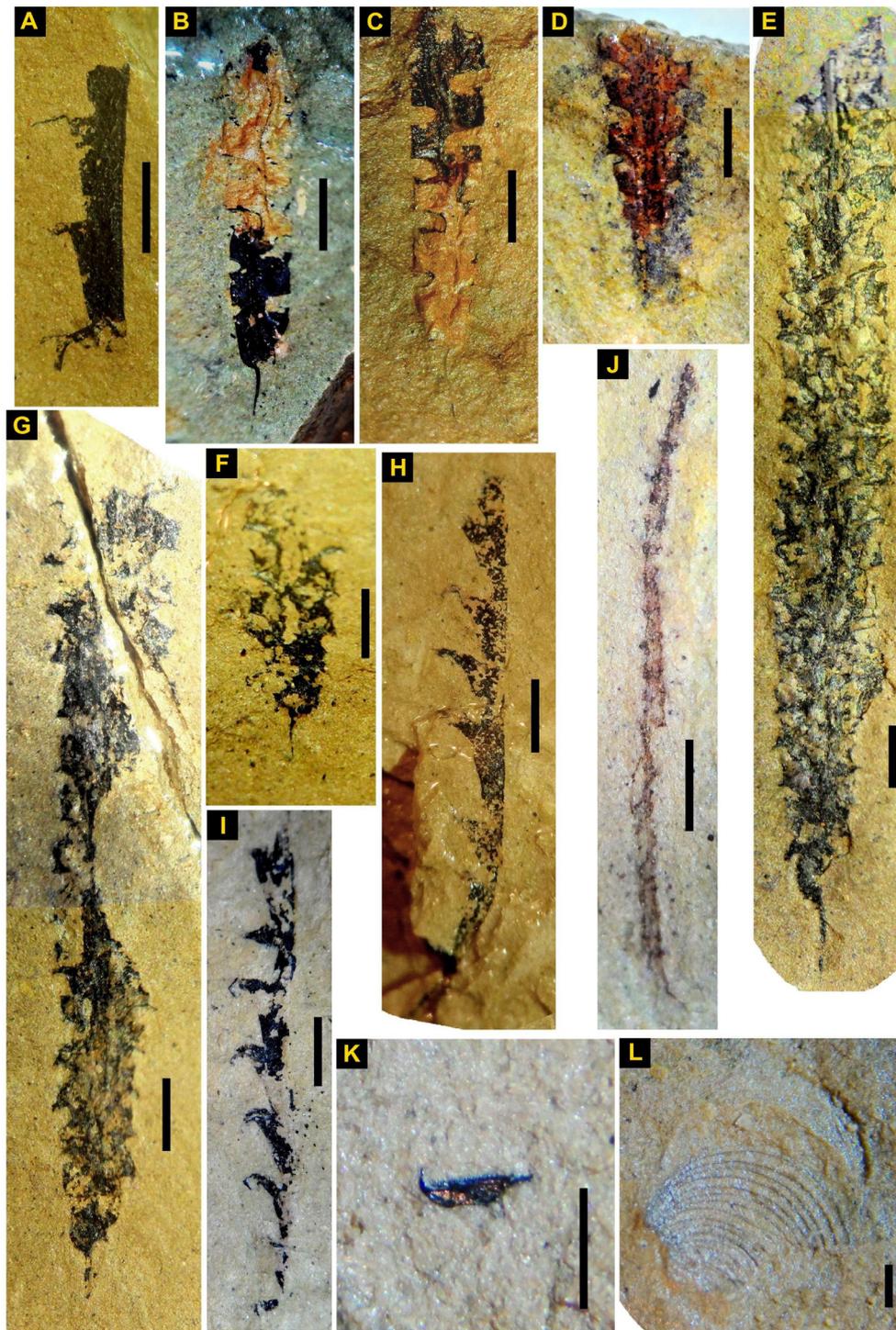
Observaciones: Cuerda *et al.* (1982) describen un espécimen de 1 mm de ancho máximo, con un valor de espaciamento tecal de 5 tecas/5 mm, valores coincidentes con los obtenidos. Estos autores mencionan la presencia de un total de 3 ejemplares bajo el género *Monograptus* sp., de los cuales dos luego han sido renombrados en Cuerda *et al.* (1988) como *Monograptus priodon* Bronn y *Lagarograptus praeacinaces* Cuerda, Rickards y Cingolani.

Procedencia: Nivel PN-013. Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca, quebrada Poblete Norte. Asociado a *Atavograptus atavus*, perteneciente a la posible Zona de *Atavograptus atavus*.

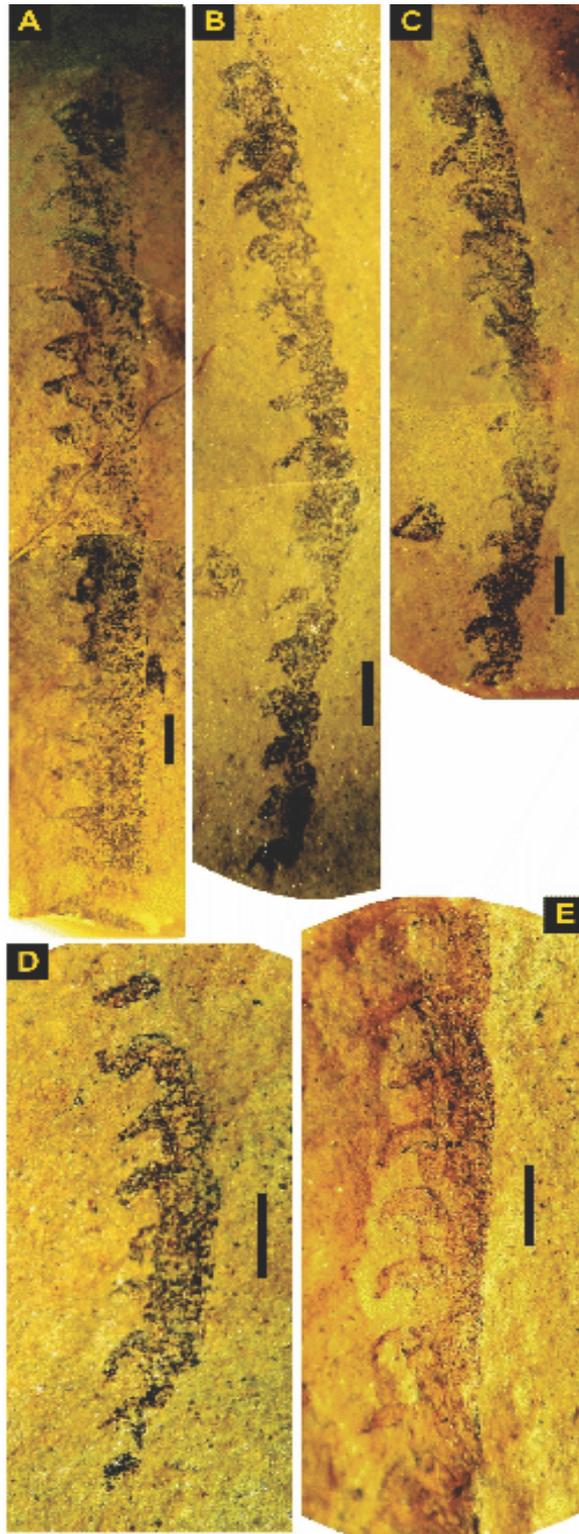
Distribución: El género *Monograptus* ha sido descrito previamente para el Grupo Tucunuco en cerro del Fuerte (Stappenbeck, 1910; Rickards *et al.*, 1996; Rubinstein y Brussa, 1999), cerro La Chilca (Cuerda, 1965, 1969, 1971), río Las Chacritas (Antonioli, 1975), Talacasto (Cuerda *et al.*, 1982; Peralta, 1984), quebrada Ancha (Cuerda, 1985; Kerlleñevich y Cuerda, 1986; Albanesi *et al.*, 2006), para Formación Rinconada (Peralta, 1987), Formación Don Braulio (Peralta y Baldis, 1990; Peralta, 1993), entre otros. En una escala global ha sido mencionado en Estados Unidos (Decker, 1952; Berry, 1986), Argelia (Legrand, 1961), Canadá (Lenz y Jackson, 1964), Malasia (Jones, 1967), Escocia (Skevington, 1971; Bull y Loydell, 1995), Gran Bretaña (Rickards, 1973), Australia (Garratt y Rickards, 1984), República Checa (Štorch, 1994), Rusia (Koren y Suyarkova, 1994), China (Zhang y Lenz, 1997; Ni *et al.*, 1998), Suecia (Loydell y



**Figura 4.** Graptofauna del Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca en la quebrada Poblete Norte. **A)** *Lagarograptus praeacinaces*. Colonia incompleta. IN-GEO-PI-1824; **B)** *Normalograptus normalis*. Sicula y primeras tecas. IN-GEO-PI-1825 - A y B; **C)** *Metabolograptus persculptus*. Colonia incompleta, sólo sicula y primeras tecas visibles. IN-GEO-PI-1826; **D)** *Normalograptus acceptus*. IN-GEO-PI-1831; **E-F)** *Monograptus* sp. IN-GEO-PI-1832 y 1833; **G)** *Atavograptus atavus*. Colonia incompleta. IN-GEO-PI-1834; **H-L)** *Monograptus* cf. *priondon*. Sicula y caracteres iniciales ausentes. IN-GEO-PI-1837 a 1841. Escala gráfica = 1 mm. / **Figure 4.** Graptolites from the Salto Macho Member, La Chilca Formation, Poblete Norte Creek. **A)** *Lagarograptus praeacinaces*. Incomplete colony. IN-GEO-PI-1824; **B)** *Normalograptus normalis*. Sicula and first thecae are visible. IN-GEO-PI-1825 - A and B; **C)** *Metabolograptus persculptus*. Incomplete colony, only sicula and first thecae are visible. IN-GEO-PI-1826; **D)** *Normalograptus acceptus*. IN-GEO-PI-1831; **E-F)** *Monograptus* sp. IN-GEO-PI-1832 and 1833; **G)** *Atavograptus atavus*. Incomplete colony. IN-GEO-PI-1834; **H-L)** *Monograptus* cf. *priondon*. Sicula and initial portion of the colony are absent. IN-GEO-PI-1837 to 1841. Graphic scale = 1 mm.



**Figura 5.** Graptofauna del Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca en quebrada Poblete Norte. Fotografías. **A)** *Lagarograptus praeacinaces*. INGEO-PI-1824; **B-C)** *Normalograptus normalis*. INGEO-PI-1825-A y B; **D)** *Metabolograptus persculpatus*. INGEO-PI-1826; **E-F)** Graptolito Indet. INGEO-PI-1829 y 1830; **G)** *Normalograptus acceptus*. INGEO-PI-1831; **H-I)** *Monograptus* sp. INGEO-PI-1832 y 1833; **J)** *Atavograptus atavus*. INGEO-PI-1834; **K)** Escolecodonte indet. INGEO-PI-1835; **L)** Braquiópodo indet. INGEO-PI-1836. Escala gráfica = 1 mm. / **Figure 5.** Graptolites from the Salto Macho Member of the La Chilca Formation, Poblete Norte Creek. Photographs. **A)** *Lagarograptus praeacinaces*. INGEO-PI-1824; **B-C)** *Normalograptus normalis*. INGEO-PI-1825-A and B; **D)** *Metabolograptus persculpatus*. INGEO-PI-1826; **E-F)** *Indet. graptolite*. INGEO-PI-1829 and 1830; **G)** *Normalograptus acceptus*. INGEO-PI-1831; **H-I)** *Monograptus* sp. INGEO-PI-1832 and 1833; **J)** *Atavograptus atavus*. INGEO-PI-1834; **K)** *Indet. scolecodont*. INGEO-PI-1835; **L)** *Indet. braquiopod*. INGEO-PI-1836. Graphic scale = 1 mm.



**Figura 6.** Graptofauna del Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca en quebrada Poblete Norte. Fotografías. **A-E)** *Monograptus cf. priodon*. INGEO-PI-1837 a 1841. Escala gráfica = 1 mm. / **Figure 6.** Graptolites from the Salto Macho Member of the La Chilca Formation, Poblete Norte Creek. Photographs. **A-E)** *Monograptus cf. priodon*. INGEO-PI-1837 to 1841. Graphic scale = 1 mm.

Maletz, 2002; Loydell y Jeppsson, 2006), Serbia (Krstic *et al.*, 2005), Gales (Rickards *et al.*, 2005) y Paraguay (Uriz *et al.*, 2008, 2018).

### Bioestratigrafía

Se describen en la presente contribución las asociaciones de graptolitos recolectados en el Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca, aflorante en la quebrada Poblete Norte, Talacasto (Figura 2).

La asociación más antigua está compuesta por *Metabolograptus persculptus*, *Normalograptus normalis* y *Lagarograptus praeacinaces* hallada en niveles pelíticos basales (PN-010, a 1,05 m de la base de la Formación La Chilca), permitiendo registrar la Zona de *Metabolograptus persculptus*. Esta fauna revela una edad hirnantiana alta (Ordovícico Superior) para los estratos portadores. Niveles equivalentes fueron reconocidos en la base de la Formación La Chilca, en el área de los Baños de Talacasto, por Cuerda *et al.* (1988), quienes documentaron una asociación integrada por *Persculptograptus persculptus* (Lapworth), *Normalograptus angustus* (Perner), *N. cf. medius* (Törquist), *N. normalis* (Lapworth) y *Metaclimacograptus robustus* Cuerda, Rickards y Cingolani.

En la sucesión de lutitas negras que yacen por encima de los niveles pelíticos, fueron hallados tubarios deficientemente preservados (PN-012, a 5,6 m de la base de la Formación La Chilca).

Sobreyacen a la sucesión anterior niveles pelíticos que presentan una asociación de graptolitos compuesta por *Atavograptus atavus*, *Normalograptus acceptus* y *Monograptus* sp. (PN-013, a 7,4 m de la base de la unidad). Esta graptofauna indicaría la posible presencia de la Zona de *Atavograptus atavus*, sugiriendo una edad rhudaniana media-alta para los niveles portadores. Faunas pertenecientes posiblemente a esta biozona han sido mencionadas asimismo en el área de los Baños de Talacasto, con la presencia de *Lagarograptus praeacinaces* Cuerda, Rickards y Cingolani, *Talacastograptus leanzai* Cuerda, Rickards y Cingolani, *Normalograptus angustus* (Perner) y *N.*

*normalis* (Lapworth) (Cuerda *et al.*, 1988).

El hallazgo de *Monograptus* cf. *priodon* en los niveles de limolitas de la parte superior del Miembro Salto Macho (PN-014, a 18,35 m de la base) sugiere una edad telychiana (Llandoveriano tardío) para los mismos. La presencia de monograptidos comparables con *M. priodon* ya ha sido mencionada anteriormente por Kerlleñevich (1986) y Kerlleñevich y Cuerda (1986) para la Formación La Chilca en los Baños de Talacasto, y por Albanesi *et al.* (2006) en la misma unidad, aflorante en la quebrada Ancha.

### Correlación Bioestratigráfica

Graptofaunas pertenecientes a la Zona de *M. persculptus* fueron identificadas en la Precordillera, en los afloramientos de la Formación Don Braulio, en la Sierra de Villicum y cerro La Chilca (Peralta, 1985; Sánchez *et al.*, 1988; Peralta y Baldis, 1990; Sánchez *et al.*, 1991), en la Formación La Chilca en cerro del Fuerte (Rickards *et al.*, 1996; Rubinstein y Brussa, 1999) y en la quebrada de los Baños de Talacasto (Cuerda *et al.*, 1988). La Zona de *M. persculptus* fue registrada en la Formación Eusebio Ayala, en la Cuenca de Paraná (Paraguay), indicando una posible edad hirnantiana alta (Alfaro *et al.*, 2010). Una correlación con niveles equivalentes puede establecerse en secciones de Norteamérica, Báltica, Avalonia, Noreste de África y Australia (Loydell, 2011), y China (Lin y Chen, 1984), donde fueron hallados graptolitos de la Zona de *M. persculptus*.

La Zona de *A. atavus* fue reconocida en la Precordillera únicamente en la Formación La Chilca, aflorante en la quebrada de los Baños de Talacasto (Cuerda *et al.*, 1988) y cerro del Fuerte (Benedetto *et al.*, 1986; Brussa, 1987; Rickards *et al.*, 1996; Rubinstein y Brussa, 1999). A nivel global, una correlación podría realizarse solo con secciones de Laurentia (Loydell, 2011) (Figura 7).

La identificación de *M. cf. priodon* en la parte cuspidal del Miembro Salto Macho, expuesto en la quebrada Poblete Norte, permite correlacionar dichos niveles con los depósitos aflorantes

en la quebrada Ancha (Albanesi *et al.*, 2006). Lenz *et al.* (2003) propusieron que *M. cf. priodon* pertenecería a una biozona equivalente a la Zona de *Spirograptus turriculatus* o a la Zona de *Spirograptus crispus*, aún no definida para la Precordillera.

El reconocimiento de estratos correspondientes al lapso temporal Hirnantiano-Rhuddaniano (Zonas de *M. persculptus* y posiblemente de *A. atavus*) en el Miembro Salto Macho en la quebrada Poblete Norte, permite establecer una correlación con: la Formación Don Braulio (Miembro de fangolitas fosilíferas), estudiada en la sierra de Villicum y en el cerro La Chilca (Peralta, 1985; Sánchez *et al.*, 1988; Peralta y Baldis, 1990; Sánchez *et al.*, 1991); la Formación La Chilca en el cerro del Fuerte (Benedetto *et al.*, 1986; Brussa, 1987; Rickards *et al.*, 1996; Rubinstein y Brussa, 1999), en la quebrada de los Baños de Talacasto (Cuerda *et al.*, 1988; Lenz *et al.*, 2003) y en la quebrada Ancha (Albanesi *et al.*, 2006); en función del contenido de graptolitos recolectados en estas localidades de la Precordillera sanjuanina (Figura 7).

### Discusión

El Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca aflorante en la quebrada Poblete Norte contiene graptofaunas indicativas de una edad hirnantiana-llandoveriana. A partir de estas asociaciones se puede documentar la presencia de la Biozona de *Metabolograptus persculptus* y posiblemente la de *Atavograptus atavus*. Esto permite sugerir una correlación bioestratigráfica con niveles equivalentes de la mencionada unidad en el sector de los Baños de Talacasto (Cuerda *et al.*, 1988), quebrada Ancha (Albanesi *et al.*, 2006) y cerro del Fuerte (Rickards *et al.*, 1996; Rubinstein y Brussa, 1999); como así también con la Formación Don Braulio (Sierra de Villicum) donde se documentaron asociaciones de graptolitos referibles a la Zona *M. persculptus* (Peralta, 1985; Peralta y Baldis 1990; Sánchez *et al.* 1991) (Figura 7).

El hallazgo de colonias de *L. praecinaces*

	Hemisf. Norte			GONDWANA						
	Báltica + Avalonia	Laurentia NA+Scotl.	Austral. + África	PRECORDILLERA						
				Vill./C° la C.	C° del Fue.	Baños de T.	Qda. Ancha	Pobl. Norte (este trabajo)		
SILURICO	TELYCH.	<i>Streptograpt. crispus</i>	<i>Streptograpt. crispus</i>	<i>M. flandri / P. meridionalis</i>			≅ <i>Spirog. crispus</i> ?			
		<i>Spirograpt. turriculatus</i>	<i>Spirograpt. turriculatus</i>	<i>Spirograpt. turriculatus</i>		<i>Spirograptus turricatus</i>		≅ <i>Spirog. turriculatus</i> ?	* <i>Monograp. priodon</i>	* <i>Monograp. priodon</i>
		<i>Spirograpt. guerichi</i>	<i>Spirograpt. guerichi</i>	<i>Spirograpt. guerichi</i>						
	AERONIANO	<i>Stimulog. halli</i>							≅ <i>Stimulog. halli</i> ?	
		<i>Stimulog. sedgwickii</i>	<i>Stimulog. sedgwickii</i>	<i>Stimulog. sedgwickii</i>		<i>Stimulograptus sedgwickii</i>			≅ <i>Stimulog. sedgwickii</i> ?	
		<i>Lituigraptus convolutus</i>	<i>Lituigraptus convolutus</i>	<i>Lituigraptus convolutus</i>						
		<i>Pribylograp. lepthoteca</i>		<i>Pribylograp. lepthoteca</i>						
		<i>Neodiplog. magnus</i>	<i>Campog. curtus</i>	<i>Coronog. gragarius</i>						
		<i>Demirastrites triangulatus</i>		<i>Paraclima. libycus</i>		<i>Demirastrites triangulatus</i> ?		↓?		↓?
	RHUDDANIANO	<i>Monograp. revolutus</i>	<i>Coronog. cyphus</i>	<i>Neodiplog. fezzanensis</i>		≅ <i>Coronog. cyphus</i>				
		<i>Cystograp. vesiculosus</i>	<i>Huttagrapt. acinaces</i>	<i>Neodiplog. africanus</i>		<i>Atavograp. atavus</i> ≅ <i>Cystograp. vesiculosus</i>		↑? posible <i>Atavograp. atavus</i>		↑? posible <i>Atavograp. atavus</i>
		<i>Parakidog. acuminatus</i>	<i>Parakidog. acuminatus</i>	<i>Neodiplog. imperfectus</i> <i>Neodiplog. incommodus</i>		<i>Parakidog. acuminatus</i> ?		probable <i>Parakidog. acuminatus</i>		
<i>Akidograp. ascensus</i>		<i>Akidograp. ascensus</i>	<i>"Paraclim." killiani</i> <i>Normalog. tilokensis</i>							
ORDOVÍCICO	HIRNANTIANO	"post-persculpt."								
		<i>Metabol. persculptus</i>	<i>Metabol. persculptus</i>	<i>Metabol. persculptus</i>	<i>Metabol. persculptus</i>	<i>Metabol. persculptus</i>	<i>Metabol. persculptus</i>		<i>Metabol. persculptus</i>	

**Figura 7.** Cuadro de correlación bioestratigráfica de las biozonas de graptolitos del Ordovícico Superior y Silúrico Inferior. Báltica y Avalonia, Laurentia (Norte América y Escocia) y Australia, y NE de África, modificado de Loydell (2011) y bibliografía allí citada; Villicum y cerro la Chilca: Formación Don Braulio (Peralta, 1985; Sánchez et al., 1988; Peralta y Baldís, 1990; Sánchez et al., 1991); cerro del Fuerte: Formación La Chilca (Benedetto et al., 1986; Brussa, 1987; Rickards et al., 1996; Rubinstein y Brussa, 1999); Baños de Talacasto: Formación La Chilca (Cuerda et al., 1988; Lenz et al., 2003); quebrada Ancha: Formación La Chilca (Albanesi et al., 2006); quebrada Pobleto Norte: Formación La Chilca (este trabajo). Nótese la modificación del arreglo bioestratigráfico de Cuerda et al. (1988) para los afloramientos de Baños de Talacasto por Lenz et al. (2003). El asterisco representa la posición aproximada de *M. cf. priodon* en el esquema bioestratigráfico. / **Figure 7.** Biostratigraphic correlation chart with Upper Ordovician and Lower Silurian graptolite biozones. Baltica and Avalonia, Laurentia (North America and Scotia), Australia with NE Africa, modified from Loydell (2011) and bibliography cited therein; Villicum and La Chilca Hill: Don Braulio Formation (Peralta, 1985; Sánchez et al., 1988; Peralta y Baldís, 1990; Sánchez et al., 1991); Cerro del Fuerte: La Chilca Formation (Benedetto et al., 1986; Brussa, 1987; Rickards et al., 1996; Rubinstein y Brussa, 1999); Baños de Talacasto: La Chilca Formation (Cuerda et al., 1988; Lenz et al., 2003); Ancha Creek: La Chilca Formation (Albanesi et al., 2006); Pobleto Norte Creek: La Chilca Formation (this paper). The position of *Monograp. cf. priodon* in the biostratigraphic chart is shown by the asterisk.

recolectadas en la base del Miembro Salto Macho en Poblete Norte coincide con las descripciones en la Formación La Chilca en quebrada Ancha por Giudicatte y Alfaro (2009), a las cuales les correspondería una edad hirnantiana alta.

La posible presencia de la Zona de *A. atavus* en la Formación La Chilca en la Quebrada de los Baños de Talacasto, fue sugerida sin la presencia de la especie guía (Cuerda *et al.*, 1988). Rickards *et al.* (1996) y luego Rubinstein y Brussa (1999), estudiaron las graptofaunas de la sección de cerro del Fuerte y propusieron una correlación con la posible Zona de *A. atavus* propuesta por Cuerda *et al.* (1988). El hallazgo de niveles con *A. atavus* en la quebrada Poblete Norte podría, a su vez, corresponderse con los mencionados por los autores antes citados. Sin embargo, la distribución de los taxones de graptolitos identificados en el presente trabajo no brinda información certera que permita verificar la presencia ni la extensión de la Zona de *A. atavus* en la quebrada Poblete Norte. Estudios adicionales serán necesarios para confirmarlas.

## Conclusiones

Las graptofaunas reconocidas en la quebrada Poblete Norte permiten ampliar el conocimiento de la distribución y diversidad de las colonias de graptolitos, pudiendo determinarse la Zona de *Metabolograptus persculptus* y la posible Zona de *Atavograptus atavus*.

La asociación de graptolitos identificada está integrada por *Lagarograptus praeacinaces*, *Normalograptus normalis*, *Metabolograptus persculptus*, *Normalograptus acceptus*, *Atavograptus atavus*, *Monograptus cf. priodon* y *Monograptus* sp.

El registro paleontológico de *M. persculptus* junto a *N. normalis* y *Lagarograptus praeacinaces*, permiten inferir la presencia de la Zona de *Metabolograptus persculptus* en los niveles basales del Miembro Salto Macho.

La presencia de la Zona de *Parakidograptus acuminatus* no pudo confirmarse en el presente estudio, debido a la escasez del material recolec-

tado y a su deficiente preservación.

Se identificaron tubarios de *Atavograptus atavus* y *N. acceptus* en la sucesión de pelitas a 7,30 m de la base de la unidad. Debido a la deficiente preservación de los mismos, los niveles portadores de esta fauna podrían asignarse posiblemente a la Zona de *A. atavus*, del Rhuddaniano medio-alto.

La presencia de *Monograptus cf. priodon* en la porción cuspidal del Miembro Salto Macho sugiere una edad llandoveryana superior (Telychiano inferior) para los niveles mencionados.

A partir de las graptofaunas identificadas, se podrían establecer correlaciones entre los niveles portadores de esta fauna en la quebrada Poblete Norte con aquellas descritas en la quebrada Ancha, en el cerro del Fuerte y en la quebrada de los Baños de Talacasto (Cuerda *et al.*, 1988; Rickards *et al.*, 1996; Lenz *et al.*, 2003; Albanesi *et al.*, 2006). Igualmente, una correlación global puede realizarse con niveles equivalentes portadores de graptofaunas de la Zona de *M. persculptus* reconocida en Báltica, Avalonia, Laurentia y Australia, y posiblemente con la Zona de *A. atavus* de Laurentia.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la lectura crítica y los valiosos comentarios de los revisores, que permitieron una mejora sustancial del manuscrito. Este trabajo fue financiado por el Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNSJ. Se agradece el apoyo de CONICET.

## Referencias

- Albanesi, G.L., Ortega, G. y Hünicken, M.A. 2006. Bioestratigrafía de conodontes y graptolitos silúricos en la sierra de Talacasto, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 43(1): 93-112.
- Alfaro, M.B., Uriz, N.J., Cingolani, C.A., Bidone, A.R. y Galeano Inchausti, J.C. 2010. Hallazgo de la Biozona de *Persculptograptus persculptus* en la Formación Eusebio Ayala (Ordovícico Superior-Llandovery), Paraguay

- oriental. *X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología* (La Plata), pp. 41.
- Antonioli, J.A. 1975. Una nueva localidad con *Monograptus uncinatus notoucinatus* en la Precordillera de San Juan. *Actas Internacional Congreso Paleontología y Bioestratigrafía*, 1: 209-218.
- Apollonov, M.K., Nikitin, I.F. y Bandaletov, S.M. 1980. The Ordovician–Silurian Boundary in Kazakhstan. *‘Nauka’ Kazakh SSR, Alma-Ata* (Kazakhstan), pp. 300.
- Astini, R.A. y Maretto, H.M. 1996. Análisis estratigráfico del Silúrico de la Precordillera Central de San Juan y consideraciones sobre la evolución de la cuenca. *II Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires), Actas, 1: 351-368.
- Astini, R.A. y Piovano, E.L. 1992. Facies de plataforma terrígena del Silúrico de la Precordillera sanjuanina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 47(1): 99-110.
- Asurmendi, E., Sánchez, M.L. y Heredia, S. 2018. Stratigraphy and facies analysis of the La Chilca Formation, Central Precordillera: Insights on the postglacial Ordovician-Silurian boundary and Early Silurian deposits from Argentina. *Geological Journal*, pp. 1-23.
- Asurmendi, E., Sánchez, M.L., Toro, E. y Heredia, S. 2017. Formación La Chilca (Ordovícico Superior–Wenlockiano): Depósitos de planicies de marea en la quebrada Poblete Norte, Precordillera Central, San Juan. *XX Congreso Geológico Argentino* (San Miguel de Tucumán): 1-6.
- Baily, W.H. 1869. Notes on Graptolites and allied fossils occurring in Ireland. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 25(1-2): 158-162.
- Baldis, B.A. 1973. Variaciones de facies en la Formación Punta Negra (Devónico) de la Precordillera sanjuanina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28: 147-155.
- Baldis, B.A. y Cané, T.C. 1968. El Paleozoico en la región occidental y austral de Jáchal (Provincia de San Juan). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 23(2): 121-128.
- Baldis, B.A. y Chebli, G.A. 1969. Estructura profunda del área central de la Precordillera sanjuanina. *IV Jornadas Geológicas Argentinas*, Actas, 1: 47-65.
- Baldis, B.A., Beresi, M., Bordonaro, O. y Vaca, A. 1982. Síntesis evolutiva de la Precordillera Argentina. *V Congreso Latinoamericano de Geología*, 4: 399-445.
- Baldis, B., Peralta, S.H. y Uliarte, E.R. 1984. Geología de la quebrada Ancha y sus alrededores en el área de Talacasto, Precordillera Sanjuanina. *IX Congreso Geológico de Argentina*, Actas, pp. 233-245.
- Benedetto, J.L., Ortega, G., Brussa, E. y Toro, B. 1986. Estratigrafía y fauna de la secuencia neo-ordovícica y llando-veriana del río Escondido, flanco occidental del cerro del Fuerte, provincia de San Juan. *Primeras Jornadas sobre Geología de Precordillera, Asociación Geológica Argentina*, San Juan, pp. 128-133.
- Benedetto, J.L., Racheboeuf, P.R., Herrera, Z., Brussa, E.D. y Toro, B.A. 1992. Brachiopodes et biostratigraphie de la formation de Los Espejos, Siluro-Devonien de la Precordillera (NW Argentine). *Geobios*, 25(5): 599-637.
- Berry, W.B. 1986. Stratigraphic significance of *Glyptograptus persculptus* group graptolites in central Nevada, USA. *Geological Society* (London), Special Publications, 20(1): 135-143.
- Bjerreskov, M. 1975. Llando-verian and Wenlockian graptolites from Bornholm. *Fossils and Strata*, 8: 1-93.
- Bjerreskov, M. 1978. Discoveries on graptolites by X-ray studies. *Acta Palaeontologica Polonica*, 23(4): 463-475.
- Bodenbender, G. 1902. Contribución al conocimiento de la Precordillera y de las Sierras Centrales de la República Argentina. *Academia Nacional de Ciencias* (Córdoba), 18: 203-264.
- Braccacini, O.I. 1946. Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-mendocina. *Boletín de Informaciones Petroleras* (Buenos Aires), pp. 258-264.
- Braccacini, O.I. 1950. Investigaciones tectónicas en la Precordillera sanjuanina. *Boletín de Informaciones Petroleras* (Buenos Aires), p. 301.
- Bronn, H.B. 1835. *Lethaea geognostica*. *E. Schweizerbart'sche* (Stuttgart), p. 185.
- Brussa, E.D. 1987. [Estratigrafía y paleontología de la secuencia neo-ordovícica-silúrica del cerro del Fuerte. Precordillera de San Juan. *Trabajo Final de Grado*, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, 76 pp. Inédito].
- Bull, E.E. y Loydell, D.K. 1995. Uppermost Telychian graptolites from the North Esk Inlier, Pentland Hills, near Edinburgh. *Scottish Journal of Geology*, 31(2): 163-170.
- Chen X. y Lin Y. 1978. Lower Silurian graptolites from Tongzi, northern Guizhou. *Memoirs of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology*, Academia Sinica, 12: 1-76.
- Cuerda, A.J. 1965. *Monograptus leintwardinensis* var. *incipiens* Wood en el Silúrico de la Precordillera. *Ameghiniana*, 4(5): 171-177.
- Cuerda, A.J. 1969. Sobre las graptofaunas del Silúrico de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 6(3): 223-235.
- Cuerda, A.J. 1971. Monograpten des Under-Ludlow BUS der Vorkordillere von San Juan. Argentinien. *Geologisches Jahrbuch*, 85: 391-400.
- Cuerda, A.J. 1985. Estratigrafía y bioestratigrafía del Silúrico de San Juan (Argentina) basada en sus faunas de graptolitos. *Ameghiniana*, 22(3-4): 233-241.
- Cuerda, A.J., Furque, G. y Uliarte, E. 1982. Graptolitos de la base del Silúrico de Talacasto, Precordillera de San Juan. *Ameghiniana*, 19 (3-4): 239-252.
- Cuerda, A.J., Rickards, R.B. y Cingolani, C. 1988. A new Ordovician-Silurian boundary section in San Juan Province, Argentina, and its definite graptolite fauna. *Journal of the Geological Society* (London), 145: 745-757.
- Davies, K.A. 1929. Notes on the graptolite faunas of the Upper Ordovician and Lower Silurian. *Geological Ma-*

- gazine*, 66(1): 1-27.
- Decker, C.E. 1952. Texas graptolites change supposed Devonian zone to Silurian. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 36(8): 1639-1641.
- Dieni, I., Giordano, D., Loydell, D.K. y Sassi, F.P. 2005. Discovery of Llandovery (Silurian) graptolites and probable Devonian corals in the Southalpine Metamorphic Basement of the Eastern Alps (Agordo, NE Italy). *Geological Magazine*, 142(1): 1-5.
- Elles, G.L. y Wood, E.M. 1907. A monograph of British graptolites. Part 6. *Monograph of the Palaeontographical Society*, 61(297): 217-272.
- Elles, G. L., Wood, E. M. y Lapworth, C. (1913). A Monograph of British Graptolites. Part IX *Monographs of the Palaeontographical Society*, 66(323): 415-486.
- Espisúa, E. 1968. El Paleozoico Inferior del río de Las Chacritas, Dpto. de Jáchal, provincia de San Juan, con especial referencia al Silúrico. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 23(4): 297-311.
- Furque, G. y Cuerda, A.J. 1979. Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias, 1: 455-522.
- Garcías Páez, Y.V. 2016. [Estratigrafía y bioestratigrafía de conodontes de la Formación Los Espejos (Silúrico) en quebrada Poblete, Talacasto, Precordillera Central. *Trabajo Final de Grado*, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina. Inédito].
- Garratt, M.J. y Rickards, R.B. 1984. Graptolite biostratigraphy of early land plants from Victoria, Australia. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 44(4): 377-384.
- Geinitz, H.B. 1852. Die Versteinerungen der Grauwackenformation in Sachsen und den angrenzenden Länder-Abtheilungen. *Verlag von W. Engelmann*, pp. 32-49.
- Giampaoli, P. y Cegarra, M.I. 2003. Análisis estructural del extremo sur de la Precordillera Central sanjuanina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58(1): 49-60.
- Giudicatte, M. y Alfaro, M. 2009. Graptofaunas de los niveles basales de la Formación La Chilca (Llandoveryano) en la Quebrada Ancha de Talacasto, Precordillera sanjuanina, Argentina. *Ameghiniana*, Suplemento Resúmenes, 46 (4): 81.
- Gómez, M.J. 2016. Observaciones estratigráficas de la Formación Los Espejos (Silúrico) en quebrada Ancha, Precordillera Central, Argentina. *Serie correlación geológica*, 32(2): 1-10.
- Gómez, M.J., Garcías, Y., Corradini, C., Mestre, A. y Heredia, S. 2017. El horizonte de "Ozarkodina" eosteinhornensis S. S. (Pridoliano) en la Formación Los Espejos, Talacasto, Precordillera Central, San Juan, Argentina. *XX Congreso Geológico Argentino* (San Miguel de Tucumán): 32-37.
- Herrera, Z.A. 1991. [Taxonomía, Bioestratigrafía y Paleobiogeografía de los braquiópodos de la Formación Talacasto (Devónico) de Precordillera Argentina. *Tesis Doctoral*, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Inédito].
- Hugo, C.A., Leanza, H.A. y Marchese, H.G. 1977. Estratigrafía del Paleozoico Inferior en Aguada de los Azulejos, San Juan, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 32(3): 227-235.
- Jaeger, H., Havlíček, V. y Schönlaub, H.P. 1975. Biostratigraphie der Ordovizium/Silur Grenze in den Südalpen – Ein Beitrag zur Diskussion um die Hirnantia-Fauna. *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, pp. 271-289.
- Jones, C.R. 1967. Graptolites of the *Monograptus hercynicus* type recorded from Malaya. *Nature*, 215 (5100): 497.
- Jones, O.T. 1909. The Hartfell-Valentian Succession in the District around Plynlimon and Pont Erwyd (North Cardiganshire). *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 65: 463-537.
- Kerleñevich, S.C. 1986. Localidades con *Monograptus priodon* (Graptolithina) en la Formación La Chilca, Precordillera de San Juan. *Primeras Jornadas sobre Geología de Precordillera*, *Asociación Geológica Argentina* (San Juan), Serie A, Monografías y Reuniones, 2: 139-144.
- Kerleñevich, S.C. y Cuerda, A.J. 1986. *Monograptus priodon* (Bronn) (Graptolithina) en la Formación La Chilca, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 23: 119-126.
- Koren, T.N. y Bjerreskov, M. 1997. Early Llandovery monograptids from Bornholm and the southern Urals: taxonomy and evolution. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 44(1): 1-43.
- Koren, T.N. y Melchin, M.J. 2000. Lowermost Silurian graptolites from the Kurama Range, eastern Uzbekistan. *Journal of Paleontology*, 74 (6): 1093-1113.
- Koren, T.N. y Mikhailova, N.F. 1980. In: Apollonov, M. K. et al. 1980. The Ordovician–Silurian Boundary in Kazakhstan. *Nauka' Kazakh SSR, Alma-Ata* (Kazakhstan), p. 300.
- Koren, T.N. y Suyarkova, A.A. 1994. *Monograptus deubeli* and *praedeubeli* (Wenlock, Silurian) in the Asian part of the former Soviet Union. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, 18(1-2): 85-101.
- Koren, T.N., Sobolevskaya, R.F., Mikhailova, N.F. y Tsai, D.T. 1979. New evidence on graptolite succession across the Ordovician-Silurian boundary in the Asian part of the USSR. *Acta Palaeontologica Polonica*, 24(1): 125-136.
- Krstic, B., Maslarevi, L. y Sudar, M. 2005. On the Graptolite Schists Formation (Silurian–Lower Devonian) in the Carpatho–Balkanides of eastern Serbia. *Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique*, 66: 1-8.
- Lapworth, C. 1877. On the graptolites of County Down. *Proceedings of the Belfast Naturalists' Field Club*, 1: 107-147.
- Legrand, P. 1961. Decouverte de *Monograptus hercynicus* (Perner) dans les chaines d'Ougarta (Algerie). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7(2): 201-205.
- Legrand, P. 1986. The lower Silurian graptolites of Oued In Djerane: a study of populations at the Ordovi-

- cian-Silurian boundary. *Geological Society, London, Special Publications*, 20(1): 145-153.
- Legrand, P. 1987. Modo de desarrollo del Suborden Diplograptina (Graptolithina) en el Ordovícico Superior y en el Silúrico. Implicaciones taxonómicas. *Revista Española de Paleontología*, 2: 59-64.
- Lenz, A.C. 1979. Llandoveryan graptolite zonation in the northern Canadian Cordillera. *Acta Palaeontologica Polonica*, 24(1): 137-153.
- Lenz, A.C. y Jackson, D.E. 1964. New occurrences of graptolites from the South Nahanni region, Northwest Territories and Yukon. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 12(4): 892-900.
- Lenz, A.C., Cuerda, A. y Peralta, S. 2003. Graptolites from the upper Llandovery of the Talacasto area, central Precordillera, San Juan, Argentina. *Journal of Paleontology*, 77(6): 1198-1202.
- León, L.I., Pereyra, M.E., Kaufmann, C., Astoga, A., García, G., Campos, M., de Arriba, J., Gil Crescentino, V. y Amat, P. 2016. Características estratigráficas e icnológicas del Grupo Tucunuco en la quebrada Poblete Norte, área de Talacasto, Precordillera Central. *III Jornada de Geología de Precordillera* (San Juan), Acta geológica lilloana, 28: 106-112.
- Lin, Y. y Chen, X. 1984. *Glyptograptus persculptus* Zone—the earliest Silurian graptolite zone from Yangzi Gorges, China. *Stratigraphy and Palaeontology of Systematic Boundaries in China, Ordovician-Silurian Boundary*: 216-225.
- Loydell, D.K. 2011. Graptolite biozone correlation charts. *Geological Magazine*, 149(1): 124-132.
- Loydell, D.K. 2012. Graptolite biostratigraphy of the E1-NC174 core, Rhuddanian (lower Llandovery, Silurian), Murzuq Basin (Libya). *Bulletin of Geosciences*, 87(4): 651-660.
- Loydell, D.K. y Jeppsson, L. 2006. Graptolites from the Lower and Upper Visby formations of NW Gotland. *Geologiska Föreningen*, 128(2): 159-160.
- Loydell, D.K. y Maletz, J. 2002. Isolated *Monograptus* 'gemmatus' from the Silurian of Osmundsberget, Sweden. *Geologiska Föreningen*, 124(4): 193-196.
- Lukasik, J.J. y Melchin, M.J. 1997. Morphology and classification of some early Silurian monograptids (Graptoloidea) from the Cape Phillips formation, Canadian Arctic Islands. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 34(8): 1128-1149.
- Maletz, J. 2014. The classification of the Pterobranchia (Cephalodiscida and Graptolithina). *Bulletin of Geosciences*, 89(3): 477-540.
- Maletz, J. 2019. Part V, Second Revision, Chapter 25: Superfamily Retiolitoidea and family Neodiplograptidae: Introduction, morphology, and systematic descriptions. *Treatise Online*, 117: 1-8. <https://journals.ku.edu/treatiseonline/issue/view/1265>
- Melchin, M.J. 1987. Upper Ordovician graptolites from the Cape Phillips Formation, Canadian Arctic Islands. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 35: 191-202.
- Melchin, M.J. 1989. Llandovery graptolite biostratigraphy and paleobiogeography, Cape Phillips Formation, Canadian Arctic Islands. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 26(9): 1726-1746.
- Melendi, D.L. y Volkheimer, W. 1982. Datos palinológicos del límite Ordovícico-Silúrico de Talacasto, Provincia de San Juan. Parte I: Base del Silúrico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 37: 221-236.
- Mikhailova, N.F. 1970. On the discovery of *Glyptograptus persculptus* (Salter) in the Dalmanitina Beds of Kazakhstan. *Estonian Journal of Earth Sciences* 19: 177-178.
- Monteros, J., Moya, M.C. y Cuerda, A. 1993. Graptolitos Ashgilliano-Llandoveryanos en la base de la Formación Lipcón, Sierra de Zapla, Jujuy. Su importancia en la correlación con el Silúrico de la Precordillera Argentina. *XII Congreso Geológico Argentino* (Mendoza), 2: 304-314.
- Ni, Y.N., Chen, T., Cai, C., Li, G. y Duan, Y. 1982. The Silurian rocks in Western Yunnan. *Acta Palaeontologica Sinica*, 21(1): 119-132.
- Ni, Y.N., Lenz, A.C. y Chen, X. 1998. Pridoli graptolites from northern Xinjiang, northwest China. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 35(10): 1123-1133.
- Obut, A.M. y Sennikov, N.V. 1985. Osobennosti llandoveryyskikh planktonovich soobchestv Sibirskoy Platformi. In: Betechtuna, O.A. y Zhuravleva, I.T. (eds) Sreda i zhizn v geologicheskoy proshlom (Paleobasseiny i ich obitateli). *Trudy Instituta Geologii i Geofiziki*, 628: 51-60.
- Obut, A.M., Sobolevskaya, R.F. y Merkuryeva, A.P. 1968. Graptolity y kernakh burivnykh skvazhin noryl'skogo rayona. Akad. Nauk SSR. *Geologiya va Geofizika Institutu*, pp. 1-136.
- Ortiz, A. y Zambrano, J.J. 1981. La provincia geológica Precordillera oriental. *VIII Congreso Geológico Argentino* (Buenos Aires), 3: 59-74.
- Page, A., Meinhold, G., Le Heron, D. P. y Elgady, M. 2013. Normalograptus kufraensis, a new species of graptolite from the western margin of the Kufra Basin, Libya. *Geological Magazine*, 150(4): 743-755.
- Peralta, S.H. 1984. Nueva localidad con *Monograptus argentinus* Cuerda y *Monograptus uncinatus* var. *notouncinatus* Cuerda en la sierra de Talacasto. *IX Congreso Geológico Argentino*, Actas, pp. 305-310.
- Peralta, S.H. 1985. Graptolitos del Llandoveryano Inferior en el Paleozoico Inferior clástico del pie oriental de la sierra del Villicum, Precordillera Oriental del San Juan. *Primeras Jornadas Sobre Geología de Precordillera, Asociación Geológica Argentina* (San Juan), 1: 134-138.
- Peralta, S.H. 1987. Graptofaunas del Llanvirniano inferior (Ordovícico) y Ludloviano inferior (Silúrico) en la Formación Rinconada, Precordillera Oriental de San Juan. *IV Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía*, 1: 50-66.
- Peralta, S.H. 1990. Silúrico de la Precordillera de San Juan,

- Argentina. *XI Congreso Geológico Argentino* (San Juan), Relatorio, pp. 48-64.
- Peralta, S.H. 1993. [Estratigrafía del Paleozoico Inferior clástico de la Precordillera Oriental Sanjuanina. *Tesis Doctoral*, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina. Inédito].
- Peralta, S.H. 2013. El silúrico del flanco oriental de la sierra de la Invernada, Precordillera de San Juan: implicancias estratigráficas y paleogeográficas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 70(4): 477-487.
- Peralta, S.H. y Baldis, B. 1990. *Glyptograptus persculptus* en la Formación Don Braulio (Ashgiliano tardío-Llandoveryano temprano) en la Precordillera Oriental de San Juan. Argentina. *V Congreso Paleontología y Bioestratigrafía*, Actas, 1: 67-72.
- Peralta, S.H. y Persia, E. 1999. Significado de las discontinuidades estratigráficas del Grupo Tucunuco (Ashgiliano tardío-Silúrico), área de Talacasto, Precordillera Central de San Juan, Argentina. *XIV Congreso Geológico Argentino* (Salta), pp. 405-408.
- Peralta, S.H., Pöthe de Baldis, E., León, L. y Pereyra, M. 2003. Silurian of the San Juan Precordillera, western Argentina: stratigraphic framework. *Proceedings of the 7th International Graptolite Conference and Field Meeting of the International Subcommission on Silurian Stratigraphy*: 151-155.
- Persia, E. 2001. [Estudio Tafonómico de la Formación Los Espejos (Silúrico Superior) en el área de Talacasto (Precordillera Central) Provincia de San Juan. *Trabajo Final de Grado*, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina. Inédito].
- Ramos, V. y Vujovich, G. 2000. Hoja Geológica 3169-IV San Juan, provincia de San Juan. *Servicio Geológico Minero Argentino*.
- Rickards, R.B. 1973. On some highest Llandovery red beds and graptolite assemblages in Britain and Eire. *Geological Magazine*, 110(1): 70-72.
- Rickards, R.B. 1974. A combination of pseudovirgulae and lateral branching in a species of dichograptid. *Acta Geologica Polonica*, 24: 231-240.
- Rickards, R.B. 1976. The sequence of Silurian graptolite zones in the British Isles. *Geological Journal*, 11: 153-188.
- Rickards, R.B. 2002. The graptolitic age of the type Ashgill Series (Ordovician), Cumbria, UK. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 54(1): 1-16.
- Rickards, R.B. y Riva, J. 1981. *Glyptograptus persculptus* (Salter), its tectonic deformation, and its stratigraphic significance for the Carys Mills Formation of NE Maine, USA. *Geological Journal*, 16(4): 219-235.
- Rickards, R.B., Brussa, E.D., Toro, B.A. y Ortega, G. 1996. Ordovician and Silurian graptolite assemblages from cerro del Fuerte, San Juan Province, Argentina. *Geological Journal*, 31: 101-122.
- Rickards, R.B., Parkes, R.A. y Wright, A.J. 2005. Llandovery (Early Silurian) graptolites from the Quidong Basin, NSW. *Linnean Society of New South Wales*, 126: 143-152.
- Rickards, R.B., Wright, A.J. y Hamed, M.A. 2000. Late Ordovician and Early Silurian graptolites from southern Iran. *Records of the Western Australian Museum*, Supplement, 58: 103-122.
- Rolleri, E.O. 1947. [Estudio geológico de la quebrada de Talacasto y zonas adyacentes, provincia de San Juan. *Tesis Doctoral*, Universidad Nacional y Museo La Plata, Buenos Aires, Argentina. Inédito].
- Rubinstein, C.V. y Brussa, E. 1999. A palynomorph and graptolite biostratigraphy of the Central Precordillera Silurian Basin, Argentina. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 38 (2-3): 257-266.
- Rubinstein, C.V., Steemans, P. y Astini, R.A. 2006. Silurian marine and terrestrial palynomorphs of Quebrada Ancha Creek, Central Precordillera Basin, San Juan Province, Argentina. *XIII Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*, Resúmenes, 6: 22-25.
- Salter, J.W. 1865. *A catalogue of the collection of fossils in the Museum of Practical Geology*. In Huxley, T.H. y Etheridge, R.A. (eds), *A Catalogue of the Collections of Fossils in the Museum of Practical Geology: With an Explanatory Introduction*, London, p. 381.
- Sánchez, T.M., Benedetto, J.L. y Brussa, E.D. 1988. Late Ordovician stratigraphy, paleoecology and sea level changes in the Argentina Precordillera. *V International Symposium on the Ordovician System* (New foundland), Abstracts, 90(9): 245-258
- Sánchez, T.M., Benedetto, J.L. y Brussa, E.D. 1991. Late Ordovician stratigraphy, paleoecology, and sea level changes in the Argentine Precordillera. *Advances in Ordovician Geology*, 90(9): 245-258.
- Sarmiento, G.N. 1986. La biozona de *Amorphognatus variabilis-Eoplacognatus pseudoplanus* (conodonts), Llanvirniano inferior, en el flanco oriental de la sierra de Villicum. *Primeras Jornadas sobre Geología de Precordillera, Asociación Geológica Argentina* (San Juan), Serie A, Monografía y Reuniones, 2: 119-123.
- Skevington, D. 1971. *Monograptus priodon* (Bronn) from the Macduff Group (Upper Dalradian) of Banffshire, Scotland. *Geological Magazine*, 108(6): 485-487.
- Stappenbeck, R. 1910. La Precordillera de San Juan y Mendoza. *Ministerio de Agricultura de la Nación, sección Geología* (Buenos Aires), 4(4): 1-187.
- Štorch, P. 1988. The Ordovician-Silurian boundary in the Prague Basin, Bohemia. In A global analysis of the Ordovician-Silurian boundary. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology*, 43: 95-100.
- Štorch, P. 1994. Graptolite biostratigraphy of the lower Silurian (Llandovery and Wenlock) of Bohemia. *Geological Journal*, 29(2): 137-165.
- Štorch, P. y Feist, R. 2008. Lowermost Silurian graptolites of Montagne Noire, France. *Journal of Paleontology*, 82(5): 938-956.

- Štorch, P. y Loydell, D.K. 1996. The Hirnantian graptolites *Normalograptus persculptus* and "*Glyptograptus*" *bohemicus*: stratigraphical consequences of their synonymy. *Palaeontology* 39: 869–881.
- Štorch, P. y Serpagli, E. (1993). Lower Silurian graptolites from southwestern Sardinia. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 32(1): 3-57.
- Underwood, C.J., Deynoux, M. y Ghienne, J.F. 1998. High palaeolatitude (Hodh, Mauritania) recovery of graptolite faunas after the Hirnantian (end Ordovician) extinction event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 142(3-4): 91-105.
- Uriz, N.J., Alfaro, M.B. y Inchausti, J.G. 2008. Silurian (Llandovery) monograptids from the Vargas Peña Formation (Paraná Basin, Eastern Paraguay). *Geologica Acta: an international earth science journal*, 6(2): 181-190.
- Uriz, N.J., Tortello, F., Bidone A.R. y Siccardi A. 2018. Vestigios de un reino perdido. Un mar de hace 440 millones de años en Paraguay. *Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno"*, 30: 9-18.
- Vandenberg, A.H.M., Rickards, R.B. y Holloway, D.J. 1984. The Ordovician-Silurian boundary at Darraweit Guim, central Victoria. *Alcheringa*, 8(1): 1-22.
- Wang, W.H., Hu, W.X., Chen, Q., Jia, D. y Chen, X. 2017. Temporal and spatial distribution of Ordovician–Silurian boundary black graptolitic shales on the Lower Yangtze Platform. *Palaeoworld*, 26(3): 444-455.
- Williams, S.H. 1983. The Ordovician-Silurian boundary graptolite fauna of Dob's Linn, southern Scotland. *Palaeontology*, 26(3): 605-639.
- Xu, C. 1984. The Silurian graptolite zonation of China. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 21(2): 241-257.
- Xu, C., Jun - Xuan, F.A.N., Melchin, M.J. y Mitchell, C.E. 2005. Hirnantian (latest Ordovician) graptolites from the Upper Yangtze region, China. *Palaeontology*, 48(2): 235-280.
- Yu-nan, N. 1984. Upper Ordovician graptolites from Baoshan, western Yunnan. *Acta Palaeontologica Sinica*, 22: 320-327.
- Zalasiewicz, J.A., Taylor, L., Rushton, A.W.A., Loydell, D.K., Rickards, R.B. y Williams, M. 2009. Graptolites in British stratigraphy. *Geological Magazine*, 146(6): 785-850.
- Zhang, Y.D. y Lenz, A.C. 1997. Uppermost Wenlock and Ludlow graptolites from southern Yunnan, China. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 34(9): 1220-1238.

**Recibido:** 21 de Agosto del 2020

**Aceptado:** 05 de Febrero del 2021