



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Facultad de Ciencias Naturales y Exactas

Departamento de Ciencias Geológicas

**Análisis bioestratigráfico de los graptolitos
ordovícicos de la sección de Muñayoc,
Sierra de Quichagua, provincia de Jujuy.**

Tesis de Licenciatura en Paleontología

Autor: Lo Valvo, Gerardo Andrés

Directoras: Dra. Toro, Blanca A.

Dra. Cichowolski, Marcela

Lugar de trabajo: Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra-UNC-CONICET, Córdoba.

Año, 2019

ÍNDICE

Resumen.....	3
Abstract.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS, HIPÓTESIS, MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
2.1 Objetivos.....	8
2.2 Hipótesis.....	8
2.3 Materiales y métodos.....	9
3. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.....	12
4. MARCO GEOLÓGICO Y ANTECEDENTES.....	17
4.1 Cuenca Andina Central.....	17
4.2 Puna.....	17
4.3 Antecedentes paleontológicos.....	19
4.3.1 Puna Oriental.....	19
4.3.2 Puna Occidental y Sur de la Puna.....	20
5. SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS.....	22
5.1 Sección de Muñayoc.....	22
5.2 Sección del río Santa Rosa.....	23
6. PALEONTOLOGÍA.....	26
6.1 Afinidades biológicas de los graptolitos.....	26
6.2 Morfología.....	27
6.3 Paleontología Sistemática.....	33
Phylum Hemichordata.....	37
Subclase Graptolithina.....	37
Orden Dendroidea.....	37

Suborden Sinograptina.....	37
Género <i>Acrograptus</i>	38
Género <i>Azygograptus</i>	41
Género <i>Sigmagraptus</i>	44
Género <i>Kinnegraptus</i>	45
Suborden Dichograptina.....	47
Género <i>Dichograptus</i>	47
Género <i>Baltograptus</i>	49
Género <i>Cymatograptus</i>	64
Género <i>Expansograptus</i>	67
Género <i>Didymograptellus</i>	69
Género <i>Corymbograptus</i>	73
Género <i>Pseudophyllograptus</i>	75
Género <i>Tetragraptus</i>	79
Género <i>Tshallograptus</i>	86
7. BIOESTRATIGRAFÍA Y CORRELACIÓN.....	90
7.1 Esquemas bioestratigráficos.....	90
7.2 Biozonas.....	91
7.2.1 Biozona de <i>Tetragraptus akzharensis</i>	91
7.2.2 Biozona de <i>Baltograptus</i> cf. <i>B. deflexus</i>	92
7.2.3 Biozona de <i>Didymograptellus bifidus</i>	92
7.2.4 Biozona de <i>Azygograptus lapworthi</i>	93
7.3 Correlación.....	95
8. CONCLUSIONES.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	103

RESUMEN

En este trabajo se aborda la revisión taxonómica y el análisis bioestratigráfico de colecciones previas de graptolitos provenientes de sucesiones volcano-sedimentarias expuestas en las secciones de Muñayoc y del río Santa Rosa. El área de estudio se encuentra ubicada en el extremo sur del cordón de Cochinoca-Escaya, en la Puna Oriental de la provincia de Jujuy. Se realiza el análisis cuantitativo de la bibliografía científica sobre los graptolitos del noroeste argentino (NOA) y su variación temporal, que refleja un gran crecimiento en su estudio en las últimas décadas, aunque claramente enfocado en los registros de la Cordillera Oriental. Como resultado de la revisión taxonómica, se describen 21 taxones de graptolitos, de los cuales 11 no habían sido reconocidos anteriormente para el sector oriental de la Puna. El análisis bioestratigráfico de las especies clave permite proponer un esquema integrado por las siguientes biozonas: *Tetragraptus akzharensis* (F11), *Baltograptus* cf. *B. deflexus* (F12), *Didymograptellus bifidus* (F13) y *Azygograptus lapworthi* (Dp1). A partir de este marco bioestratigráfico se documenta la edad floiana temprana alta a dapingiana temprana para los depósitos portadores y se confirma la ubicación del límite Ordovícico Inferior-Medio en la sección de Muñayoc. Se realiza la correlación local de los niveles estudiados en ambas secciones y se correlacionan regionalmente con otras secciones de la Cuenca Andina Central (Puna, Cordillera Oriental y Sur de Bolivia). Finalmente, se aportan mayores precisiones para la correlación global del esquema bioestratigráfico de la Cuenca Andina Central con los de otras regiones ubicadas en latitudes intermedias a altas durante el Ordovícico Temprano a Medio, como Escandinavia, América del Norte, sur de China y sur de Marruecos.

ABSTRACT

This work deals with the taxonomic revision and the biostratigraphic analysis of previous graptolite collections from volcano-sedimentary successions exposed in the Muñayoc and Santa Rosa River sections. The studied area is located in the southern Cochino-Escaya belt, Eastern Puna of Jujuy province. A quantitative analysis of the scientific literature about the northwestern Argentinian graptolites, and its temporal variations is carried out, which reflects a great growth in the graptolites studies in the last decades, although these efforts are focused on the records of the Cordillera Oriental. As a result of the taxonomic revision, 21 taxa are described, which 11 taxa had not been previously recognized in the Eastern Puna. The biostratigraphic analysis of the key species allows proposing a biostratigraphic framework integrated by the following biozones: *Tetragraptus akzharensis* (F11), *Baltograptus* cf. *B. deflexus* (F12), *Didymograptellus bifidus* (F13) y *Azygograptus lapworthi* (Dp1). This framework documents an upper early Floian to early Dapingian age for the bearer deposits and confirms the presence of the Lower to Middle Ordovician boundary at the section of Muñayoc. The studied sections are locally correlated, and a regional correlation with other sections from the Central Andean Basin (Puna, Cordillera Oriental and Southern Bolivia) is proposed. Finally, more precisions to the global correlations of the Central Andean Basin with regions located at intermediate to high latitudes during the Early to Middle Ordovician, like Scandinavia, North America, South China and southern Morocco are provided.

1. INTRODUCCIÓN

Los graptolitos constituyen uno de los grupos fósiles claves para la subdivisión del Sistema Ordovícico en pisos ampliamente utilizados a escala mundial y para la correlación bioestratigráfica de alta resolución a distintas escalas (Bergström *et al.*, 2009). Los depósitos ordovícicos de Argentina poseen un amplio y diverso registro paleontológico, representan una gran variedad de paleoambientes marinos, y se distribuyen principalmente en las cuencas de la Precordillera, Famatina y parte de la Cuenca Andina Central (Astini, 2003). Esta última se extiende desde el sur de Ecuador hasta el norte de Chile y la región noroeste de Argentina, y estuvo ubicada en el borde occidental de Gondwana durante el Ordovícico. Los graptolitos que se analizan en este trabajo provienen de las secciones de Muñayoc y del río Santa Rosa, ubicadas en el sector oriental de la Puna, en la provincia de Jujuy (Fig. 1.2).

Si bien no existen trabajos cuantitativos que analicen la evolución de la producción científica sobre el estudio de los distintos grupos fósiles del Ordovícico del NOA, resulta evidente que los graptolitos y conodontes han sido utilizados tradicionalmente, como ocurre en el resto del mundo, para realizar dataciones y brindar el marco bioestratigráfico para la correlación de los depósitos que los contienen (Toro *et al.*, 2015; Albanesi y Ortega, 2016). Se destaca, asimismo, que el mayor desarrollo del conocimiento bioestratigráfico del NOA se ha producido en la Cordillera Oriental, donde se han reconocido hasta el presente la mayor cantidad de biozonas de graptolitos y conodontes. En la región de la Puna los registros de conodontes resultan escasos, por lo que, en algunas contribuciones, se han utilizado graptolitos y trilobites como herramientas paleontológicas de datación y correlación (Brussa *et al.*, 2008), a pesar que los graptolitos se registran espacial y temporalmente de forma discontinua. Sin embargo, recientes hallazgos de ambos grupos han permitido completar vacíos de información en los esquemas previamente conocidos y resaltar los problemas que restan por resolver en algunas secciones estratigráficas de la Puna (Toro *et al.*, en prensa).

En la sección de Muñayoc, Martínez *et al.* (1999) reconocieron 18 taxones de graptolitos agrupados en dos asociaciones, una inferior, que asignaron al Floiano tardío (Biozona de *Didymograptellus bifidus*), y otra en los niveles superiores, con *Azygograptus lapworthi* (según Toro y Herrera Sánchez, en prensa), que asignaron al Dapingiano temprano (Biozona de *Azygograptus lapworthi*). Por otra parte, en la sección del río Santa Rosa, Toro *et al.* (2006) reconocieron la presencia de *Baltograptus minutus* y propusieron la correlación de dicha sección con la parte inferior de la sección de Muñayoc y con el tramo superior de la Formación Acoite, en el margen occidental de la Cordillera Oriental argentina. Debido a que los taxones mencionados anteriormente en la secciones de Muñayoc y del río Santa Rosa resultan clave para definir las biozonas y completar el marco bioestratigráfico local, en este trabajo se realiza su revisión con criterios taxonómicos modernos. Asimismo, la localización geográfica intermedia de ambas secciones, entre aquellas recientemente estudiadas hacia el oeste de la Puna y las más conocidas de la Cordillera Oriental, permite aportar mayores precisiones para la correlación local y regional con otras áreas de la Cuenca Andina Central.

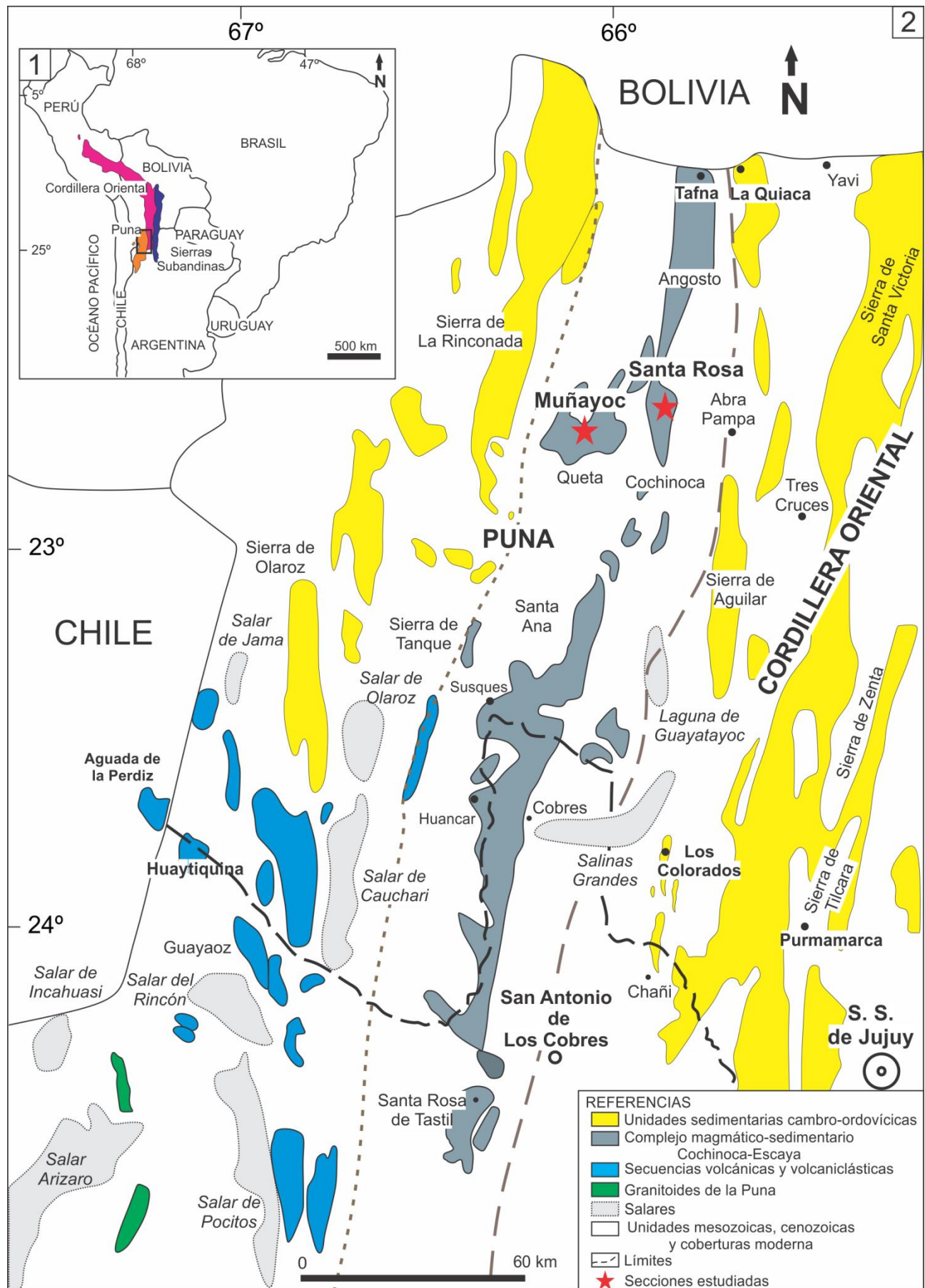


Figura. 1. 1. Provincias geológicas del NOA. 2. Mapa de afloramientos ordovícicos de la Puna y Cordillera Oriental (modificada de Astini, 2003).

2. OBJETIVOS, HIPÓTESIS, MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo general analizar las implicancias bioestratigráficas obtenidas a partir de la revisión taxonómica de la graptofauna ordovícica proveniente de la sección de Muñayoc, expuesta en la Sierra de Quichagua, y de la sección del río Santa Rosa, aflorante en la Sierra de Cochinoca, ambas en el sector nororiental de la Puna, provincia de Jujuy. Adicionalmente, se propone realizar un análisis bibliométrico, para cuantificar la evolución de la producción científica sobre el estudio de los graptolitos del NOA.

Para cumplir el objetivo general del trabajo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una revisión taxonómica exhaustiva de la fauna de graptolitos de las secciones estudiadas, de acuerdo a criterios modernos, como los sugeridos en el *Treatise of Invertebrate Paleontology* (Maletz *et al.*, 2018a, b).
- Determinar el rango temporal de las especies clave de graptolitos que permitan definir la sucesión de biozonas presentes en la secciones de Muñayoc y del río Santa Rosa, y acotar la edad de los depósitos portadores.
- Establecer una correlación local entre las secciones estudiadas y ajustar la correlación regional con otras secciones clásicas de la Puna, Cordillera Oriental argentina y sur de Bolivia.
- Efectuar una contribución a la correlación global de la Cuenca Andina Central.

2.2 Hipótesis

- Algunos de los taxones mencionados previamente en las secciones de Muñayoc y del río Santa Rosa (Martínez *et al.*, 1999; Toro *et al.*, 2006) resultan clave para la definición de biozona de graptolitos.

- El tramo superior de la secuencia bioestratigráfica reconocida en la sección de Muñayoc comprendería al límite Ordovícico Inferior-Ordovícico Medio, recientemente documentado en otras secciones del NOA (Toro, 2017; Toro y Herrera Sánchez, en prensa).
- En Muñayoc, la edad del tramo inferior de la secuencia resultaría más antigua que la postulada en trabajos anteriores, ajustando su correlación bioestratigráfica con otras secciones clásicas de la Cordillera Oriental, como Los Colorados y Santa Victoria.
- La localización geográfica intermedia de las secciones estudiadas, entre la Cordillera Oriental y la Puna Occidental, les confiere un excelente potencial para correlacionar las secuencias bioestratigráficas clásicas de ambas provincias morfoestructurales, rellenando los vacíos de información existentes en el marco bioestratigráfico regional propuesto para el NOA.

2.3 Materiales y métodos

Las tareas de gabinete comprendieron la recopilación bibliográfica y el análisis bibliométrico presentado en el apartado 3. También, se recopilaron imágenes de *Google Earth* del área de estudio, fotografías de campo de campañas geológicas previas y se diseñaron el mapa de ubicación y las columnas estratigráficas con la distribución de los taxones.

Parte de los graptolitos estudiados en este trabajo fueron recolectados e identificados anteriormente por los siguientes investigadores: Dr. Edsel Brussa, Dra. Blanca A. Toro y Dr. Jörg Maletz (en Martínez *et al.*, 1999; Toro *et al.*, 2006). El material se encuentra depositado en el repositorio del Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA)-UNC-CONICET (Figs. 2.1-2.2), bajo las siglas CEGH-UNC, MUÑ y SR. Los resultados de estos trabajos fueron presentados en el marco del 14° Congreso Geológico Argentino realizado en Salta en 1999 y el 9° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía realizado en Córdoba en 2006, y se discuten detalladamente en los apartados 4 y 7 de este trabajo.

Como parte del trabajo de laboratorio, se revisaron muestras de mano recolectadas en 16 niveles de la sección de Muñayoc y dos niveles de la sección del río Santa Rosa, cuyo contenido fósil se compone casi exclusivamente de graptolitos. El material estudiado se encuentra en su mayoría bien preservado. Los ejemplares se presentan generalmente como compresiones carbonosas o se conservan en semi-relieve. En algunos casos se encuentran afectados por deformación o metamorfismo.

Adicionalmente, se fragmentaron algunas muestras de mano para la búsqueda de ejemplares mejor preservados (Fig. 2.3), se limpiaron las muestras paleontológicas con electro-vibrador o martillo neumático, de acuerdo a su dureza y tamaño (Fig. 2.5). Los ejemplares mejor conservados fueron dibujados utilizando lupa binocular con cámara lúcida adaptada (Fig. 2.6), y fotografiados con cámara digital Leica EC3 incorporada a una lupa binocular Leica MZ6 (Figs. 2.4-2.7). Durante este proceso se aplicaron técnicas de inmersión del material en alcohol o vaselina, para mejorar su contraste con la roca. Luego de obtener las fotografías (Láms. 1-5) e ilustraciones (Figs. 15-21) de los distintos ejemplares, se efectuaron mediciones morfológicas del material seleccionado. Posteriormente, estos ejemplares fueron descritos y se realizó la asignación taxonómica correspondiente.



Figura 2. Metodología de trabajo. 1, 2. Localización y almacenamiento de las muestras de mano en el repositorio del CICTERRA-UNC-CONICET. 3. Búsqueda de nuevos ejemplares por rotura mecánica de las muestras de mano. 4, 7. Fotografiado de la graptofauna mejor conservada. 5. Limpieza de las muestras paleontológicas con martillo neumático. 6. Ilustración mediante cámara lúcida de ejemplares de graptolitos.

3. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Desde las primeras menciones bibliográficas sobre graptolitos del NOA (Brackebusch, 1883) hasta la actualidad, se han registrado una gran cantidad de publicaciones en revistas científicas, congresos y libros. En muchos casos, los graptolitos fueron el eje principal de los trabajos, mientras que en otros se los utilizó como herramienta para calibrar temporalmente los registros de otros grupos fósiles. Albanesi y Ortega (2010) realizaron una reseña histórica sobre el estudio de graptolitos y conodontes en Argentina, pero no existían, hasta el presente, trabajos que analicen la evolución de la producción científica sobre el estudio de los graptolitos del NOA desde un punto de vista cuantitativo.

Para llevar adelante este análisis fueron consideradas las publicaciones realizadas en revistas nacionales e internacionales, dirigidas a especialistas en el tema. No se tuvieron en cuenta presentaciones en congresos y libros, ya que estas no son necesariamente arbitradas. De esta forma la base de datos sobre la cual se trabajó quedó compuesta de un total de 88 publicaciones, y se siguió una metodología similar a la aplicada previamente en otros grupos taxonómicos (Damborenea, 2005; Ortiz-Jaureguizar *et al.*, 2016; Abello *et al.*, 2018; Pinilla *et al.*, 2018), utilizando planillas de cálculo para formar la matriz y realizar los distintos filtros y gráficos. Fueron cuantificados aspectos como la cantidad de trabajos publicados por año, la cantidad de autores por publicación, los países de publicación, los temas considerados en cada trabajo y el área de proveniencia de los graptolitos analizados, además de evaluar su variación en el tiempo. Al momento de analizar la cantidad de autores por trabajo son considerados como “autorías múltiples” aquellos registros que presentan 3 o más autores.

Al evaluar la proveniencia de los fósiles en los trabajos donde se estudiaron graptolitos del NOA, resalta que la Cordillera Oriental es la provincia geológica más estudiada (84,1%) en tanto que la menos estudiada es Sierras Subandinas (9,1%). Por otra parte, son 19 (21,6%) los trabajos que incorporan graptolitos de la Puna, siendo 11 los que estudian exclusivamente graptolitos provenientes de esta región, lo que representa el 12,5% del total. Estos resultados dejan en

evidencia que las investigaciones sobre graptolitos del NOA se encuentran altamente enfocadas en la Cordillera Oriental. El profundizar el conocimiento sobre los graptolitos de otras provincias geológicas permitiría analizar la dinámica del grupo en un marco regional dentro del noroeste argentino.

Hasta 1990, en los primeros 106 años de la historia del estudio de graptolitos del NOA, fueron publicados 30 trabajos que representan aproximadamente el 34% del total. A partir de 1991 se observa un incremento en la cantidad de publicaciones por periodo, acumulando hasta la actualidad 58 trabajos, que equivalen al 66% restante (Fig. 3). El máximo de publicaciones registradas corresponden al año 2003, con nueve trabajos. Se considera que esta tendencia al aumento de trabajos por periodo, y el marcado aumento desde la década de 1990, estarían relacionados a un mayor número de investigadores dedicados al tema en nuestro país.

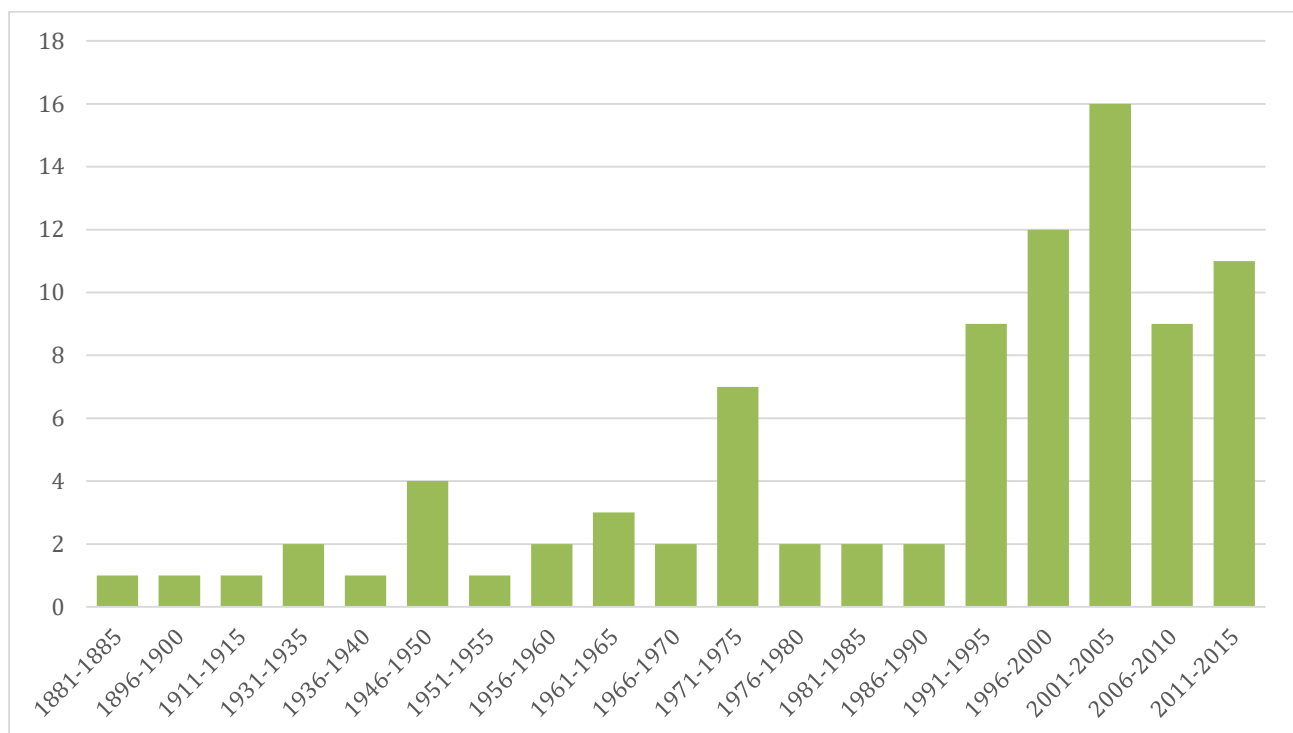


Figura 3. Variación temporal de la cantidad de trabajos publicados sobre graptolitos del NOA.

Conjuntamente con la cantidad de publicaciones por periodo, a partir de 1990 aumenta también el número de autores por publicación. Si bien existen algunos registros previos de trabajos con autorías múltiples, estos son más comunes a partir de la última década del siglo XX y son mayoría a partir del siglo XXI (Fig. 4). Estos resultados no escapan a la tendencia documentada por análisis bibliométricos previos enfocados en otras áreas paleontológicas (Ortiz-Jaureguizar *et al.*, 2016; Abello *et al.*, 2018).}

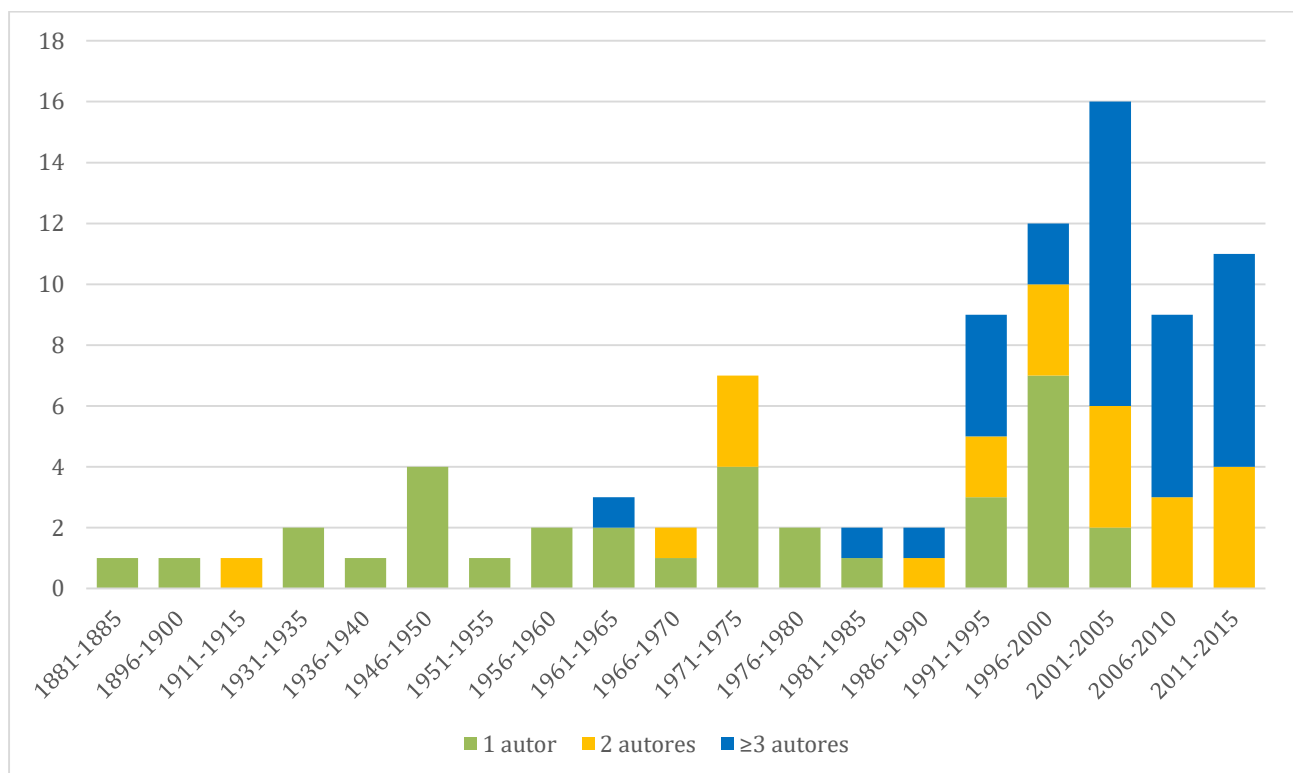


Figura 4. Número de autores por publicación, agrupado por lustro.

Por otro lado, la mayor parte de los trabajos (60%) fue publicada en Argentina (Fig. 5), donde más de la mitad corresponden a las revistas de la Asociación Geológica Argentina y de la Asociación Paleontológica Argentina (Ameghiniana). Las publicaciones en el extranjero aumentaron a partir de 1990, lo que podría asociarse a la globalización del conocimiento y cooperación con especialistas extranjeros.

En cuanto a la temática abordada en cada estudio, la bioestratigrafía (87,5%) y la taxonomía (31,8%) son los principales temas desarrollados (Fig. 6). Estos resultados se pueden explicar desde la importancia que tiene cada una de las disciplinas. La taxonomía constituye la base fundamental de las demás líneas de investigación y la bioestratigrafía es una herramienta útil a nivel mundial. La paleobiogeografía (6,8%) fue uno de los primeros temas explorados por fuera de los dos mencionados anteriormente, en tanto la morfometría, paleoecología y filogenia (1,1% cada uno) de los graptolitos del NOA han atraído el interés de los investigadores recién en la última década. Estos temas se han beneficiado con el uso de métodos e índices estadísticos que otorgan soportes confiables y permiten incorporar a los análisis bases de datos mayores.

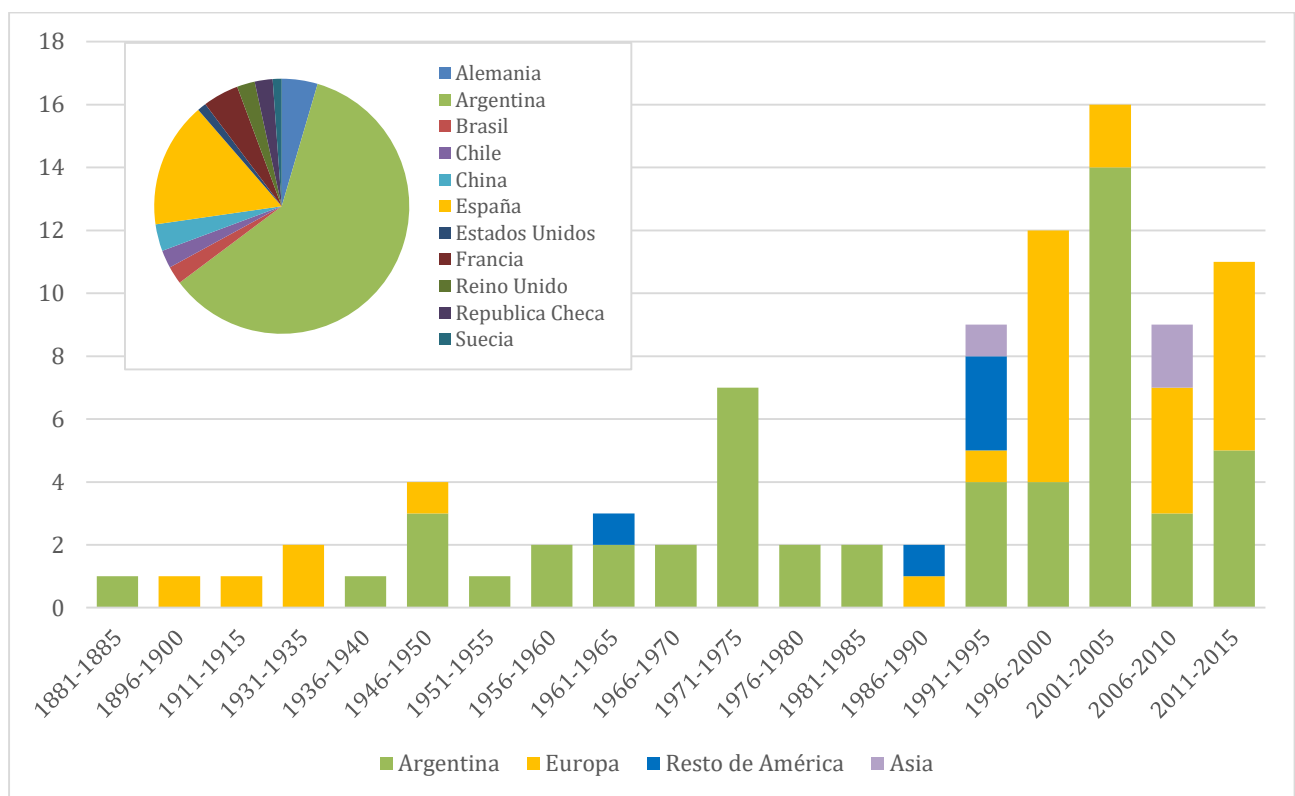


Figura 5. País donde se realizó la publicación y número de trabajos publicados. **A.** Detallando cada país. **B.** Países agrupados por región y su variación temporal.

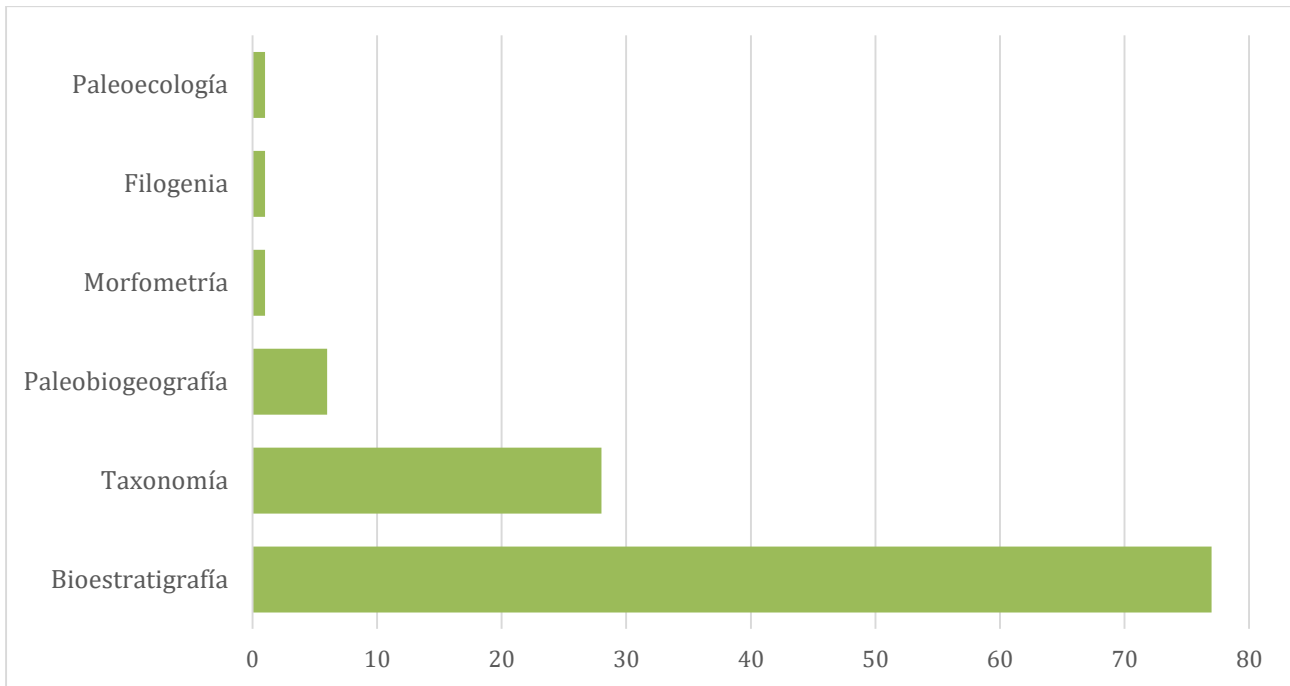


Figura 6. Distribución de los temas tratados en las publicaciones.

Los resultados de este análisis reflejan un gran crecimiento en el estudio de los graptolitos del NOA en las últimas décadas, asociado al aumento de investigadores que trabajan en Argentina y en colaboración con autores de otros países. Estos esfuerzos se encuentran sumamente enfocados a los registros de la Cordillera Oriental, dejando un vacío en el conocimiento de las otras provincias geológicas de la región. Trabajos que evalúen nuevos registros de graptolitos en la Puna o Sierras Subandinas podrían aportar nuevas evidencias sobre lo ocurrido en cada una de estas regiones y, principalmente, ayudar a comprender la distribución geográfica y temporal de los graptolitos en un marco regional. Además, explorar otras temáticas con la incorporación de nuevas tecnologías permitiría aprovechar los conocimientos taxonómicos acumulados sobre los graptolitos del NOA, enriqueciendo el conocimiento del grupo y permitiendo comparar la dinámica paleontológica de la región dentro de un marco global.

4. MARCO GEOLÓGICO Y ANTECEDENTES

4.1 Cuenca Andina Central

Los registros de la Cuenca Andina Central (Sempére, 1995) se distribuyen desde el sur de Ecuador hasta el noroeste Argentino, aunque sus afloramientos se reconocen principalmente en Bolivia, Perú, Chile y Argentina. Representa los depósitos de una cuenca de antepaís asociada al margen activo ubicado al oeste de Gondwana durante el Paleozoico temprano. En la actualidad, los depósitos se encuentran fragmentados y subdivididos por eventos tectónicos posteriores, principalmente asociados a la orogenia andina (Ramos, 2017; Benedetto, 2018). En Argentina, los depósitos de esta cuenca se ubican en la región noroeste y abarcan secuencias paleozoicas de más de 5000 metros de espesor, siendo de las más extensas del país, y se caracterizan por su riqueza fosilífera.

En el NOA se reconocen seis provincias geológicas sobre la base de las características morfológicas actuales dadas, principalmente, por los movimientos orogénicos asociados al levantamiento de los Andes (Ramos y Coira, 2008; Ramos, 2017; Benedetto, 2018). Estas provincias son: Cordillera Occidental, Puna, Cordillera Oriental, Sierras Subandinas, Sistema de Santa Bárbara y Llanura Chaqueña (Fig. 1.1) (Ramos y Coira, 2008; Ramos, 2017).

4.2 Puna

La Puna es un altiplano que fue definido como provincia geológica por Leanza (1958) y se diferencia del altiplano boliviano por su mayor elevación y sus características geológicas distintas (Turner, 1970; Ramos, 2017). Se extiende desde el límite argentino-boliviano hasta la provincia de Catamarca, donde limita al sur y al sureste con las Sierras Pampeanas, al oeste con la Cordillera Occidental, y al este con la Cordillera Oriental (Fig. 1.1).

Dentro del esquema de cuenca de antepaís descrito, Bahlburg (1990) ubica la Puna como la antifosa, conectada hacia el oeste con una plataforma angosta asociada a eventos volcánicos por medio de una pendiente de alto grado que habría llevado a la erosión de la misma y permitido un

frecuente *by-pass* de sedimentos, como se registra en el complejo turbidítico oeste. Hacia el este, una rampa de bajo gradiente habría conectado la antifosa con la plataforma representada en la actualidad por la provincia geológica de la Cordillera Oriental (Astini, 2003).

Los afloramientos ordovícicos de la Puna se disponen en dos cordones submeridionales (Fig. 1.2), en los que la base de las secuencias está dada por sedimentos cámbricos y ordovícicos (Astini, 2003). El cordón occidental está representado por las Sierras de la Rinconada-Pirquitas-Olaroz-Huaytiquina-Sierra de Guayaoz y Aguada de La Perdiz (en Chile), mientras que el cordón oriental se extiende desde el límite con Bolivia a lo largo del Cordón de Escaya-Cochinoca a través de las Sierras de Susques-del Cobre hasta el lineamiento El Toro, que separa Puna Norte de Puna Sur (Alonso *et al.*, 1984). Ambos cordones están asociados a rocas magmáticas que constituyen las denominadas Faja Eruptiva de la Puna Oriental (Méndez *et al.*, 1973) y Faja Eruptiva de la Puna Occidental (Palma *et al.*, 1986). La interpretación de la Faja Eruptiva Oriental presenta controversias, ya que existen datos contrastantes sobre su litología y edad; además, se han propuesto una gran variedad de modelos tectónicos para explicar su origen (Coira *et al.*, 1999, Bahlburg *et al.*, 2016 y referencias allí citadas).

En la parte sur del cordón oriental de Puna Norte afloran los depósitos ordovícicos más antiguos reconocidos como el Grupo Cobres (Schwab, 1973). Este grupo está integrado por las formaciones Matancilla, Taique y Chiquero, y se apoya en discordancia angular sobre el basamento conformado por la Formación Puncoviscana, de edad cámbrica temprana (Escayola *et al.*, 2011). Las formaciones Matancilla y Taique son mayormente arenosas, la primera de estas fue correlacionada con areniscas laminadas ricas en cuarzo del Cámbrico tardío de la Cordillera Oriental (Benedetto *et al.*, 2002), mientras que la unidad suprayacente se correlaciona con las areniscas de la base del Grupo Santa Victoria. Vaccari *et al.* (1999) asignaron una edad tremadociana temprana para estas unidades sobre la base de su fauna de trilobites. Por otro lado, Benedetto *et al.* (2002) indicaron que la Formación Chiquero (unidad superior del Grupo Cobres), representa un intervalo de turbiditas con influencia volcánica y asignaron la parte superior de la

secuencia al Tremadociano tardío (Biozona de *Hunnegraptus copiosus*) en base a la graptofauna, estableciendo una correlación con la Formación Parcha de la Cordillera Oriental.

Por su parte, Coira *et al.* (2004) incluyeron las rocas sedimentarias del cordón oriental de la Puna asignadas al intervalo Floiano-Darriwiliano, junto a las rocas magmáticas de la Faja Eruptiva Oriental, dentro del Complejo magmático-sedimentario Cochínoca-Escaya (CMSCE).

4.3 Antecedentes paleontológicos

4.3.1 Puna Oriental

En la Puna, los primeros estudios sobre graptolitos fueron realizados por Loss (1948) en las cercanías de Toquero y Tafna, en la provincia de Jujuy. Inicialmente, el autor se refirió a la potente secuencia ordovícica como Grupo Toro Ara (Loss, 1948), que luego fue mapeada como Formación Acoite por Turner (1964). Actualmente, según la denominación propuesta por el Servicio Geológico Minero Argentino (Hoja Geológica 2366-II/2166-IV La Quiaca, Rubiolo *et al.* 2003), estas localidades se ubican en el parte más septentrional del CMSCE. En esta área, Loss (1948) describe una graptofauna indicadora de edad floiana. Por su parte, Gutiérrez-Marco *et al.* (1996) revisaron la asociación de graptolitos previamente ubicada por Aceñolaza (1980) en el Floiano (Ordovícico Temprano), y postularon una edad cercana al límite Dapingiano-Darriwiliano (Ordovícico Medio) para los niveles portadores aflorantes en la Cuesta de Toquero. Posteriormente, Toro y Brussa (1997a, 2003) registraron una variada graptofauna que sugiere una edad darriwiliana inferior (Dw1, según Bergström *et al.*, 2009), y poco tiempo después fue confirmada la existencia de la Biozona de *Levisograptus austrodentatus*, correspondiente a dicha edad, sobre la base del hallazgo de los primeros diplográptidos en la región asignados a *Levisograptus* cf. *L. austrodentatus* (Toro y Brussa, 1997a; Toro y Lo Valvo, 2017). Bahlburg *et al.* (1990) reportaron *Baltograptus* cf. *B. vacillans*, *Tetragraptus quadribrachiatus*, *Acrograptus filiformis* e *Isograptus caducens* cf. *I. nanus*, en varias localidades en los sectores central y norte del Cordón de Escaya, asignando una edad floiana a los depósitos. Hallazgos más recientes de isograptidos (*Isograptus* cf. *I. victoriae*) en el

área de Tafna, indican la presencia de la Biozona “*Isograptus victoriae*” en niveles asignables al Dapingiano en el sector norte del CMSCE (Brussa y Toro, 2005; Toro y Lo Valvo, 2017).

En la sección del río Santa Rosa se destaca la presencia de *B. minutus*, lo cual permitió la correlación de la secuencia con el tramo inferior de la sección de Muñayoc (Toro *et al.*, 2006), donde fue reconocida la Biozona de *Didymograptellus bifidus* (Martínez *et al.*, 1999). Por encima de estos niveles, en Muñayoc, fue reconocida la presencia de *Azygograptus eivionicus*, posteriormente reasignado a *A. lapworthi* por Toro y Herrera Sánchez (en prensa), y *Dichograptus octobrachiatus* en niveles de edad floiana tardía-dapingiana (Martínez *et al.*, 1999; Brussa *et al.*, 2008).

Las asociaciones graptolíticas más antiguas reconocidas en la Puna Oriental se ubican en el sur de la región. Fueron reconocidas dos asociaciones en el área de Susques-Huancar, en secuencias correspondientes a la Formación Chiquero. La asociación más antigua, integrada por *Kiaerograptus* cf. *kiaeri*, *Clonograptus* sp. y *Paradelograptus* sp., fue referida al Tremadociano tardío (Biozona de *Aorograptus victoriae*). La asociación más joven, representada por *Hunnegraptus copiosus*, *Tetragraptus* sp. y *Paradelograptus* sp., indica la edad tremadociana tardía (Biozona de *Hunnegraptus copiosus*) de los niveles que la contienen (Benedetto *et al.*, 2002).

4.3.2 Puna Occidental y sur de la Puna

En la parte norte del sector occidental de la Puna, en turbiditas incluidas en el Complejo Turbidítico de la Puna (según Zimmermann, 2011), Bahlburg *et al.* (1990) reconocieron graptolitos que indican edades comprendidas entre el Darriwiliano temprano y el Darriwiliano tardío. En el extremo norte de este sector, en la Sierra de La Rinconada, hay registros de *Psemplexograptus* cf. *P. distichus* y *Dicellograptus salopiensis* (Toro *et al.*, 2003). Esta asociación permitió inferir una edad darriwiliana tardía para los niveles portadores y su correlación con aquellos registrados por Bahlburg *et al.* (1990) en el Complejo Turbidítico de la Puna (Brussa *et al.*, 2008).

Depósitos de la Formación Aguada de La Perdiz (Chile) correspondientes a los Complejos Volcánico y Turbidítico de la Puna (según Zimmermann, 2011) fueron asignados al Floiano tardío debido a la presencia de *Didymograptellus* cf. *D. bifidus* (Bahlburg *et al.*, 1990). Niveles equivalente fueron descritos en el área de Huaytiquina, donde se destaca la presencia de *Azygograptus lapworthi*, *Pseudotriconograptus minor*, *Tetragraptus bigsbyi*, *Isograptus* sp., *Xiphograptus lofuensis* y *Dichograptus octobrachiatus*, en la parte media y superior de la secuencia de turbiditas volcaniclásticas expuesta (Monteros *et al.*, 1996; Toro *et al.*, en prensa).

Los afloramientos más antiguos de la Puna Occidental se ubican en el sector sur y corresponden a la sucesión volcano-sedimentaria localizada al oeste del Salar del Rincón. Allí, en la Formación Las Vicuñas, se encontraron graptolitos de los géneros *Staurograptus* y *Rhabdinopora*, indicadores del Tremadociano temprano (Malanca *et al.*, 1998).

Por último, en el sector sur de la Puna los depósitos más antiguos se encuentran representados por la Formación Tolillar, que fue asignada al Tremadociano tardío debido a la presencia de *Araneograptus murrayi* (Zimmermann *et al.*, 1999).

5. SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS

El área comprendida en este estudio, correspondiente a la parte oriental de la Puna, constituye la prolongación hacia el sur del Complejo magmático-sedimentario Cochinoca-Escaya (según Coira *et al.*, 2004). Según dichos autores, en esta unidad estratigráfica se registran volcanitas y rocas subvolcánicas dacíticas y espilíticas sin-depositacionales interestratificadas con potentes sucesiones areno-pelíticas, junto a filones capa y diques básicos alcalinos. Los principales tipos de rocas sedimentarias presentes son areniscas cuarzo-feldespáticas de grano fino a medio y pelitas (arcilitas y limolitas) micáceas laminadas y macizas. La secuencia tipo del CMSCE se localiza en el flanco occidental de la Sierra de Quichagua y en el flanco oriental de la Sierra de Queta (Coira *et al.*, 2004)



Figura 7. Imagen satelital con la ubicación de las secciones estudiadas.

5.1 Sección de Muñayoc

Según Martínez *et al.* (1999) en el perfil de Muñayoc se encuentran las mejores exposiciones de la Sierra de Quichagua, que constituye una prolongación hacia el sur-suroeste de los depósitos presentes en el cordón Cochinoca-Escaya. Esta sección se encuentra ubicada a 3 km al sureste de la escuela homónima y a 44 km al oeste de la ciudad de Abra Pampa, en la provincia de Jujuy, a los

22°43'14" de latitud sur y los 66°07'31" de longitud oeste, aproximadamente. Se accede por la ruta provincial 71 hasta la escuela local, y luego por camino de tierra hasta la base del perfil (Fig. 7).

El perfil está constituido por una sucesión volcano-sedimentaria en la que se registran lavas y domos dacíticos, pelitas y areniscas cuarzosas (Figs. 8.1-8.2). La sucesión aflorante se encuentra en su mayor parte afectada por fallas y plegamientos de diversas escalas y alcanza alrededor de 150 m (Fig. 9). El perfil de Muñayoc comprende una sucesión silicoclástica grano y estrato creciente que permitió reconocer 4 litofacies diferenciadas principalmente por la proporción entre arena y pelita (Martínez *et al.*, 1999) (Fig. 9). Esta secuencia sedimentaria suprayace las peperitas que se ubican en el tope de la sucesión principalmente volcánica estudiada por Coira *et al.* (1999: fig. 9).

Desde el punto de vista paleoambiental, Martínez *et al.* (1999) interpretaron la sucesión como el pasaje de depósitos hemipelágicos/turbidíticos pobremente oxigenados de plataforma externa-talud hacia depósitos relativamente más someros generados en sectores de plataforma influenciados por la acción de olas de tormenta y olas normales.

Para el análisis taxonómico propuesto en este estudio se recuperaron muestras con graptolitos de 16 de los 18 niveles fosilíferos ilustrados en la Figura 9, siendo los niveles 2 y 8 aquellos sin muestras de mano. Martínez *et al.* (1999) reconocieron 18 taxones presentes en el perfil (Fig. 9), los cuales fueron agrupados en dos asociaciones: una en el tramo inferior inferior asignada al Floiano tardío (Biozona de *Didymograptellus bifidus*) (Brussa *et al.*, 2008), y una en el tramo superior asignada al Dapingiano (Dp1) (Toro y Herrera Sánchez, en prensa).

5.2 Sección del río Santa Rosa

Esta sección se encuentra ubicada aproximadamente 17 km al oeste de la ciudad de Abra Pampa y 26 km al este de la sección de Muñayoc, a los 22°38'33" de latitud sur y los 65°50'55" de longitud oeste, correspondiente al margen oriental del CMSCE (Fig. 7). A la misma se accede por la ruta provincial 7 y luego por el lecho del río Santa Rosa durante casi 5 km. La graptofauna estudiada proviene de la secuencia silicoclástica afectada por cuerpos intrusivos sinsedimentarios

que aflora en ambas márgenes del río Santa Rosa (Figs. 8.3-8.4), en el extremo sur de la Sierra de Cochino (Toro *et al.*, 2006). Toro *et al.* (2006) describen una asociación compuesta por *Baltograptus minutus*, *B. cf. B. deflexus*, *Tetragraptus serra* y *Sigmagraptus sp.*, sobre la cual postulan una edad arenigiana media (Floiano tardío, según Bergström *et al.*, 2009) y proponen la correlación de estos niveles con la mitad inferior de la secuencia en la sección de Muñayoc (Biozona de *Didymograptellus bifidus*) y con el tramo superior de la Formación Acoite, aflorante en el margen occidental de la Cordillera Oriental.

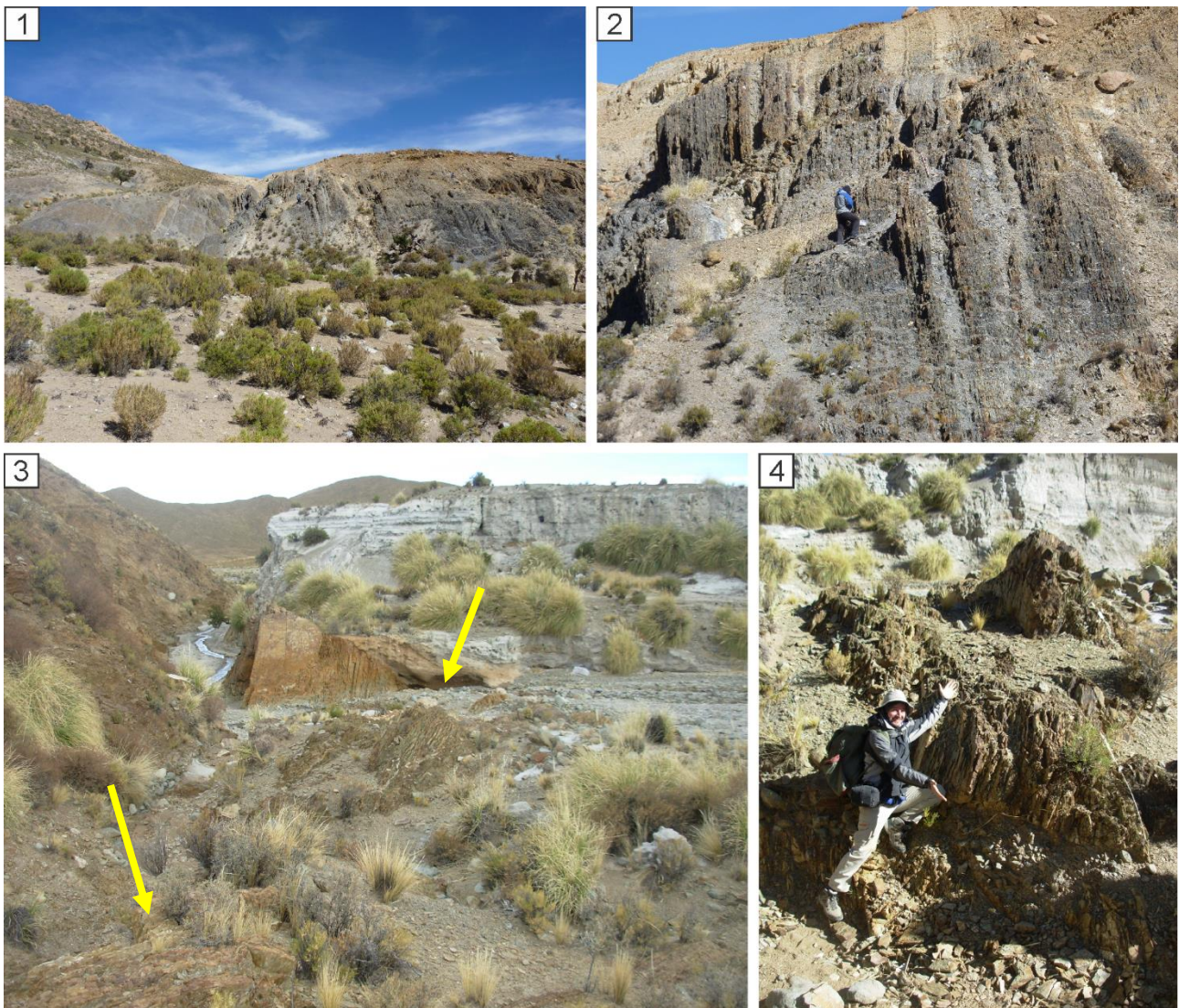


Figura 8. 1, 2. Afloramientos fosilíferos de la sección de Muñayoc 3. Vista hacia el sureste de la sección del río Santa Rosa, las flechas indican los niveles fosilíferos. 4. Afloramientos fosilíferos de la sección del río Santa Rosa.

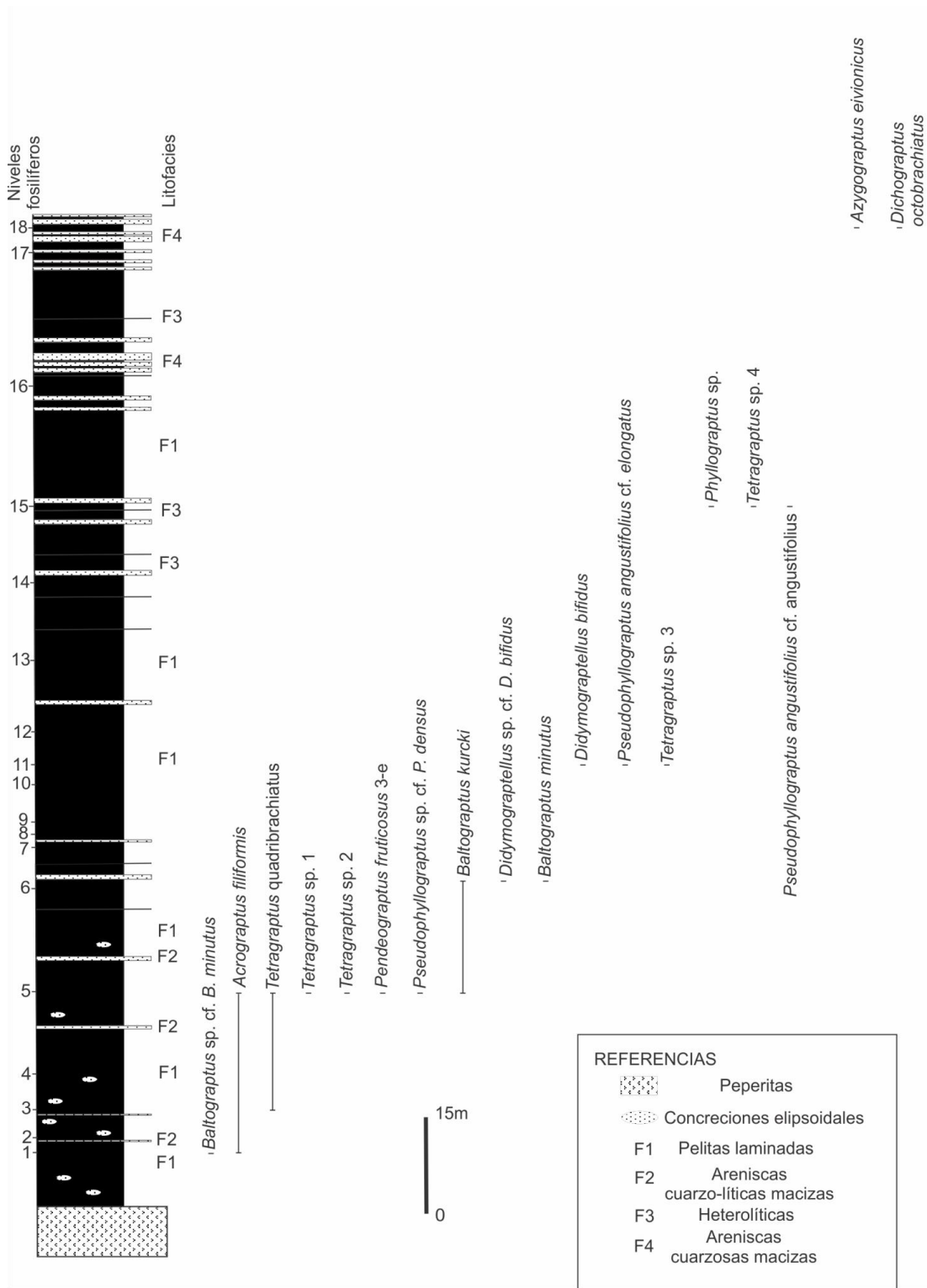


Figura 9. Columna estratigráfica de la sección de Muñayoc mostrando las litofacies y la distribución de taxones (tomada de Martínez *et al.*, 1999).

6. PALEONTOLOGÍA

6.1. Afinidades biológicas de los graptolitos

Los graptolitos (Subclase Graptolithina) son organismos marinos coloniales, principalmente conocidos a partir de su registro fósil. Si bien los graptolitos bentónicos se registran desde el Cámbrico hasta la actualidad, los más estudiados son los planctónicos por sus aplicaciones en la bioestratigrafía. Estos últimos formaron parte del macrozooplancton de los océanos ordovícicos y silúricos, principalmente. Su hábito planctónico permitió que tuvieran una distribución amplia, llevando a que sus fósiles sean encontrados en muchas partes del mundo.

El nombre graptolito alude a su aspecto más habitual y proviene del griego (*graptós*= escrito, y *lithos*= piedra). El sufijo *-lithos* obliga a que el término correcto en español sea graptolito (Gutiérrez-Marco, 2009). En el pasado los graptolitos fósiles fueron clasificados como cefalópodos, foraminíferos, briozoos, plantas, cnidarios y hasta como componentes inorgánicos de las rocas. Hoy conforman, junto a *Atubaria* Sato, 1936, *Cephalodiscus* M'Intosh, 1882 y *Rhabdopleura* Allman, en Norman 1869, la Clase Pterobranchia, del Phylum Hemichordata. Si bien la relación entre graptolitos fósiles y pterobranquios actuales ha sido discutida por distintos autores y se han sugerido diversos escenarios (Allman, 1872; Nicholson, 1872; Beklemishev 1951; Bulman, 1970), recién en las últimas décadas varios autores realizaron análisis cladísticos para evaluar la relación entre pterobranquios fósiles y actuales, como así también las relaciones internas dentro de distintos grupos fósiles (Rickards y Durman, 2006; Mitchell *et al.*, 2013; Vento *et al.*, 2015; entre otros). Hoy es ampliamente aceptada la hipótesis filogenética propuesta por Mitchell *et al.* (2013), en la que se ubica a *Rhabdopleura* en la subclase Graptolithina, junto con otros graptolitos bentónicos, y como grupo hermano de Graptolithina se postula a Cephalodiscida (Fowler, 1892). Estos últimos son organismos pseudo-coloniales ya que los individuos pierden la conexión entre sí al madurar, aunque se alojan en tubarios similares en varios aspectos a los de *Rhabdopleura*. Es este tubario lo que se preserva de los graptolitos, mientras que existen muy pocos registros en la literatura sobre hallazgos de los miembros de la colonia (zooides) (Bjerreskov, 1978, 1994; Rickards y Stait, 1984;

Loydell *et al.*, 2004) de los que todavía es discutida su validez (Maletz, 2014b; Maletz y Steiner, 2015).

Los graptolitos se distinguen entre los primeros grupos conocidos en conquistar la columna de agua; ya en el Ordovícico basal se registra la presencia de especies del género *Rhabdinopora* (Eichwald, 1855) considerados como los primeros graptolitos planctónicos (Maletz, 2017b). Pocas son las diferencias morfológicas entre el género bentónico del Cámbrico cuspidal *Dictyonema* (Hall, 1851) y el mencionado *Rhabdinopora*. Por lo que por mucho tiempo se los agrupó en un sólo género (*Dictyonema*), hasta que Erdtmann (1982) retomó el uso del nombre *Rhabdinopora* para el grupo planctónico, basándose en características del extremo proximal (Maletz, 2017b). En la actualidad se ubica a *Rhabdinopora* en el orden Graptoloidea junto al resto de los graptolitos de hábito planctónico (Hopkinson y Lapworth, 1875).

Los graptoloideos analizados en este trabajo forman parte de los subórdenes Dichograptina (Lapworth, 1873) y Sinograptina (Mu, 1957). Los representantes de estos grupos fueron muy exitosos en el Ordovícico, dominando la diversidad desde el Floiano hasta el inicio del Darriwiliano (Sadler *et al.*, 2011) (Fig. 10).

6.2. Morfología

La morfología colonial de los pterobranquios varía considerablemente entre los distintos grupos, siendo afectada por numerosos factores que pueden agruparse en dos categorías principales: aquellos controlados genéticamente y los dados por la interacción organismo-medioambiente (ecológicos). La variación ecofenotípica es más frecuente en formas bentónicas, mientras que los grupo planctónicos fueron menos afectados por las condiciones ambientales, por lo que se considera que la variación morfológica se encontraba controlada genéticamente.

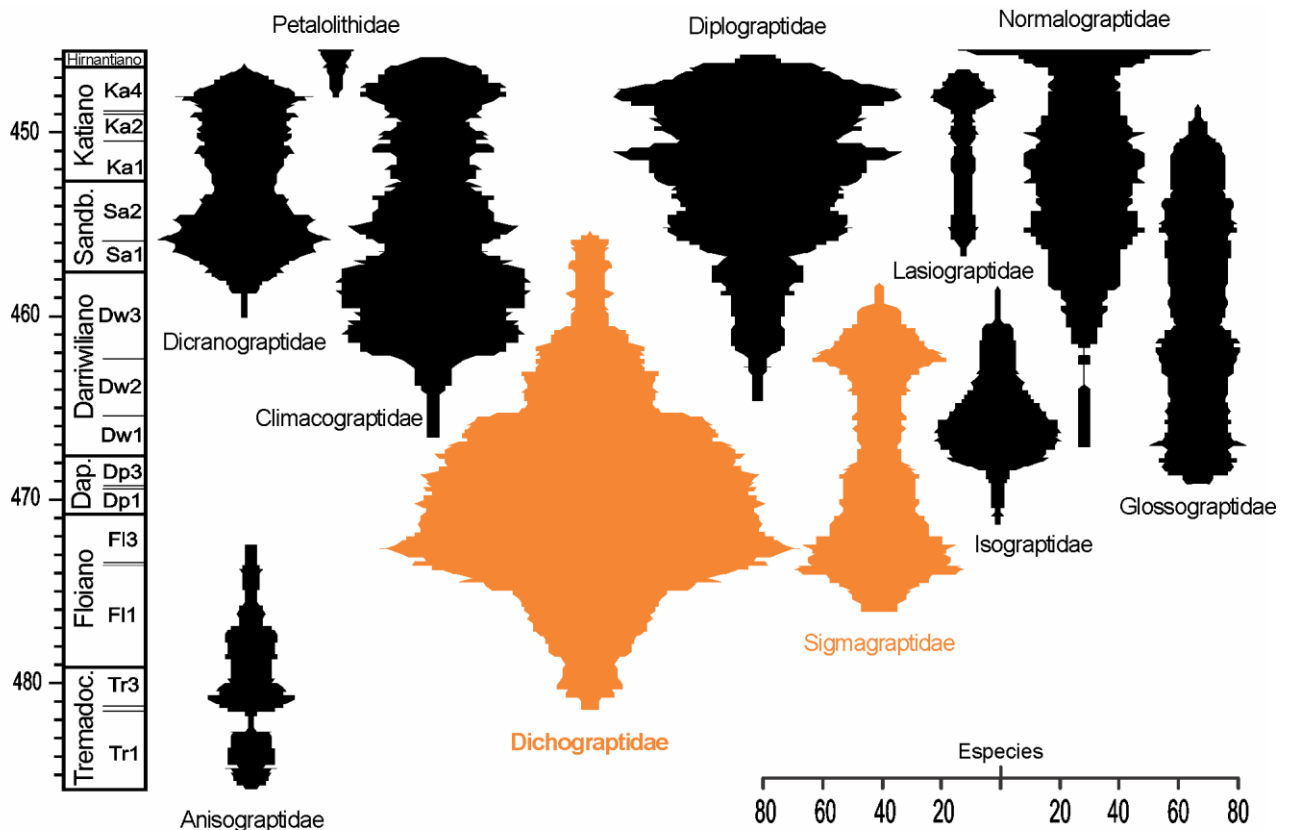


Figura 10. Riqueza específica a nivel de familia a lo largo del periodo Ordovícico. Se resaltan en color las familias estudiadas en este trabajo (tomada de Sadler *et al.*, 2011).

La estructura colonial de los graptolitos fósiles fue denominada radosoma por Törnquist (1890); este término fue ampliamente utilizado por los distintos autores durante más de 100 años. En 2013, Mitchell y colaboradores, apoyándose en las relaciones biológicas de los grupos, propusieron reintroducir el término **tubarío**, originalmente acuñado por Lankester (1884) para describir la estructura alojante de las colonias del género *Rhabdopleura*, y así reemplazar los términos radosoma y coenecio, este último referido a dicha estructura en pterobranquios actuales (Hyman, 1959). Esta propuesta fue seguida por Maletz *et al.* (2014) en el Glosario de Hemichordata del *Treatise on Invertebrate Paleontology*.

El tubario es una estructura orgánica compleja comúnmente preservada en el registro fósil. Por el contrario, los habitantes de los tubarios (**zooides**) se componen de tejidos blandos y resultan prácticamente desconocidos en el registro fósil. Es por esto que la anatomía de los zooides de los

pterobranquios se basa en el conocimiento de unos pocos miembros actuales. Como el tubario es secretado por la probóscide de los individuos, resulta inapropiado referirse a éste como un exoesqueleto.

El tubo individual en el que habita cada zooide es llamado **teca**, a excepción del que aloja al primer zooide de la colonia (de origen sexual), el cual es conocido como **sícula** (Fig. 11). Las tecas son las unidades con los que se construyen las colonias de graptolitos. En todo Graptolithina las tecas se encuentran interconectadas mediante un **canal común**, en donde se aloja el estolón, que une a los zooides durante toda su ontogenia. Cada serie de tecas sucesivas es llamada **estipe** o **serie tecal** (Fig. 11).

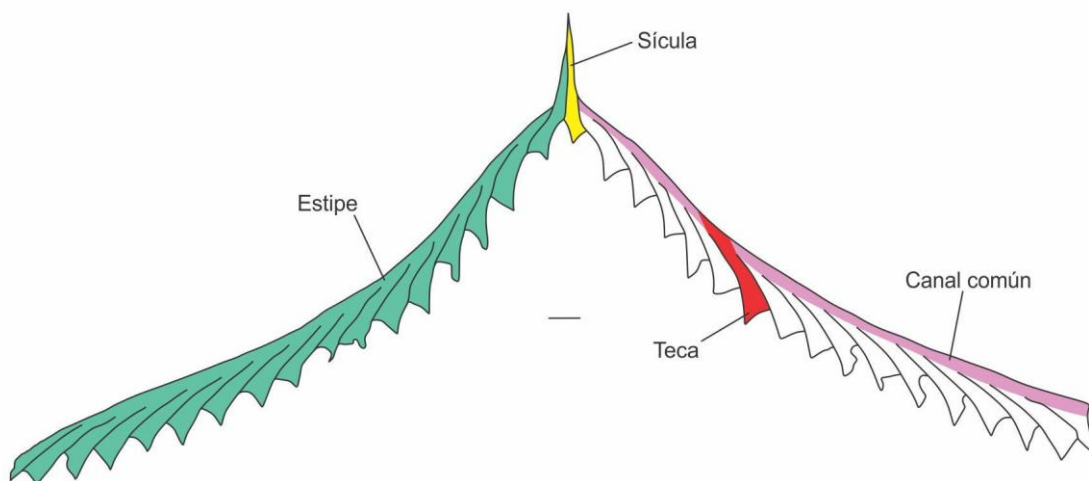


Figura 11. Estructura del tubario de los graptolitos. *Corymbograptus v-fractus tullbergi* Mosen 1937, vista anversa. Escala gráfica= 1 mm (modificada de Maletz *et al.*, 2018b, fig. 12.3d).

Las tecas son, en general, tubos simples cuya morfología puede mantenerse invariable a lo largo de los estipes, o bien puede cambiar gradual o abruptamente (Urbanek, 1973). Se encuentran yuxtapuestas y separadas entre sí por un septo intertecal. La proporción del largo total de la teca que ocupa el septo intertecal es conocido como traslapamiento tecal. En muchos grupos esta variable posee valor taxonómico, al igual que el ángulo de divergencia tecal respecto al estipe, la curvatura que presenten las tecas, su forma y su tamaño.

La pared ventral libre de las tecas es la porción de la teca que se extiende más allá del septo intertecal, formado con la teca predecesora, es decir la parte que no se traslapa. En muchos casos la curvatura de las tecas es tan marcada que se separan de las adyacentes dejando también su pared dorsal libre.

Existen diversos tipos de tecas, entre las que se reconoce a las autotecas y las bitecas (Cooper y Fortey, 1983) como las de mayor importancia por su amplia distribución en los distintos grupos. Las autotecas, de mayor tamaño, se encuentran presentes en todos los graptolitos; en tanto las bitecas no están presentes en la mayoría de los grupos planctónicos. Se cree que la distinción entre los tipos de teca respondería a distintas funciones de los zooides dentro de la colonia, como sucede en los briozoos.

Las bitecas y las autotecas brotan en tríadas desde la autoteca predecesora, cada una a un lado y a la misma altura. En graptolitos con esta brotación, las ramificaciones se dan por un simple cambio en el desarrollo de la biteca por el de una autoteca. En estos casos, en los que brotan dos autotecas, se denomina a la autoteca predecesora **dicálical**, de lo contrario, cuando sólo brota una autoteca se la conoce como **monocálical**. En los grupos en los que no hay brotación en tríadas (los graptoloideos no bitecados), las ramificaciones también se dan a partir de tecas dicalicales, pero difieren en que las tecas brotan a alturas levemente distintas.

Los graptoloideos poseen formas generalmente simétricas, posiblemente útiles para mantener la estabilidad en la columna de agua. La cantidad de estipes es un factor determinante en la forma general de las colonias planctónicas. Es así que podemos encontrar colonias multiramosas (Lám. 1, Figs. 4-6) y pauciramosas, en las que se reconocen grupos tetraramosos, biramosos y uniramosos (Lám. 1, Figs. 1-3; Lám. 4, Figs. 3, 6-7).

Así como la cantidad de estipes reviste una gran importancia para la morfología de la colonia, la disposición espacial relativa de los estipes también la tiene. Usualmente se tiene en cuenta la orientación de los estipes en función de la sícula. Por convención se ubica a la sícula con la apertura

hacia abajo y el ápice hacia arriba, definiendo la orientación de los estipes (hábito de la colonia) desde escandente a pendiente, y todas las variaciones intermedias ilustradas en la Figura 12.

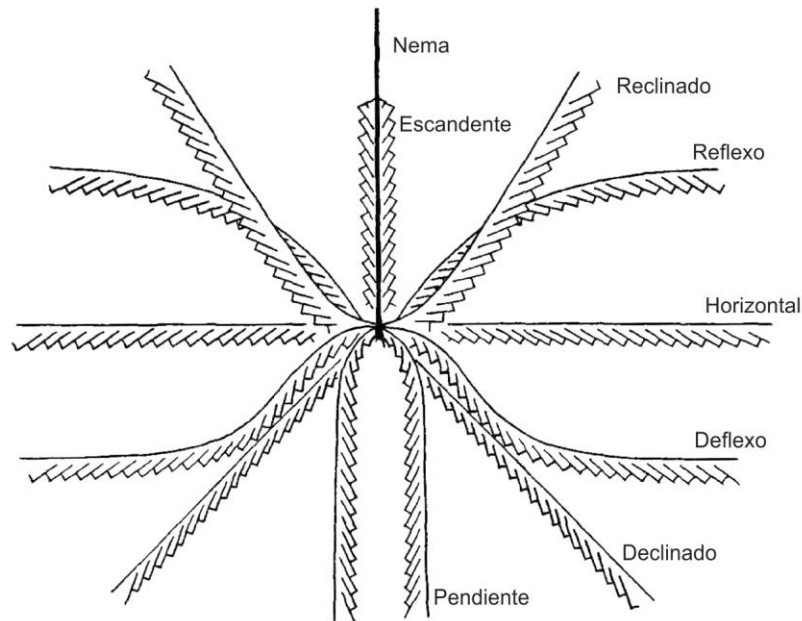


Figura 12. Diagrama de hábitos coloniales y su terminología (tomada de Maletz *et al.*, 2016, fig. 32; original Bulman, 1970, fig. 38).

Cuando la sícula posee un proceso filiforme, denominado nema, en su ápice, se la conoce como **nematófora** (Kozłowski, 1971) y es considerada indicadora del modo de vida planctónico de los graptolitos.

La sícula se puede subdividir en una región inicial, llamada prosícula, de cuyo ápice surge el nema. Desde la prosícula se desarrolla, distalmente, la metasícula, que puede tener en su margen apertural proyecciones en forma de espina (virguela) o bien redondeadas y de menor tamaño (rutelo) (Maletz, 2010).

La primera teca brota de la sícula, ya sea desde la prosícula o bien desde distintas alturas de la metasícula. En el caso de los graptolitos pauciramados, de esta teca (la primera teca de la primera serie tecal) nace la primera teca de la segunda serie tecal, que se ubicará del otro lado de la sícula

formando un canal de cruce a lo ancho de la sícula. El lado de la colonia en el que se ubica dicho canal se lo llama reverso, en tanto el lado opuesto se conoce como anverso.

Desde el punto de vista astogenético, se reconocen dos tipos principales de desarrollo proximal, el desarrollo de tipo isográpido (Bulman, 1970; Cooper y Fortey, 1982) y el tipo *artus* (Cooper y Fortey, 1982). En el primer caso, la primera teca de la serie 2 es la teca dicálical: desde el primer canal de cruce nace la segunda teca de la serie 1, conectándose a través del canal de cruce isográpido que cruza el ancho de la sícula en sentido opuesto al primer canal de cruce. Por otra parte, el desarrollo del tipo *artus* se diferencia del isográpido en que la primera teca de la serie 1 es la dicálical, es decir que de ella nace tanto la primera teca de la serie 2, como la segunda teca de la serie 1, y nunca se desarrolla el segundo canal de cruce (Fig. 13).

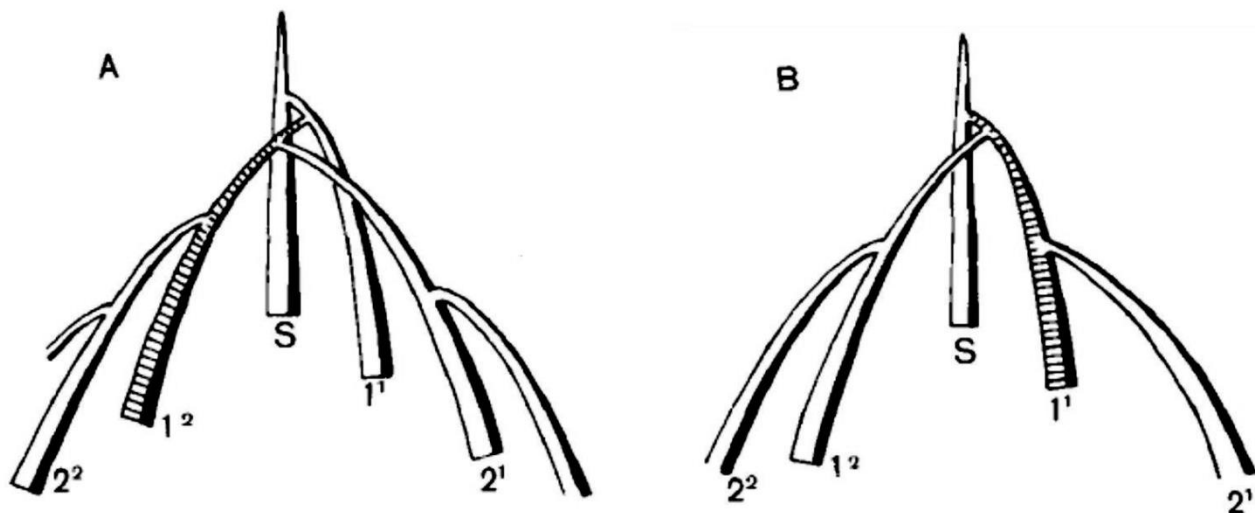


Figura 13. A. Desarrollo proximal isográpido. B. Desarrollo proximal tipo *artus*. S: sícula. Con rayas indicada la teca dicálical (tomada de Cooper y Fortey, 1983).

Los graptoloideos poseen simetría **isográpida** (Cooper, 1973; Cooper y Fortey, 1982) cuando el plano de simetría pasa entre la sícula y la primera teca de la serie te cal 1, o **meandrográpida** cuando el plano de simetría se forma sobre la sícula y los estipes se ubican simétricamente a ambos lados. Sin embargo, se reconocen ciertas variaciones dadas por la orientación de la sícula, que puede ser vertical o inclinada.

En muchos grupos de graptolitos se reconocen tecas dicalicales a lo largo de todo el estipe, dando origen a múltiples ramificaciones. Pueden disponerse de forma contigua, o bien separadas por una o más tecas monocalicales. Para muchos taxones la posición de las tecas dicalicales es invariable y se considera un carácter de relevancia taxonómica, como en el género *Tshallograptus*, que en caso de presentar ramificaciones, la teca dicálical es la teca 2.

Con el propósito de buscar un criterio uniforme para referirse a cada teca, se han propuesto distintos esquemas de notación tecal (Elles, 1897, Bulman, 1970; Cooper y Fortey, 1982). Hoy se sigue el esquema propuesto por Cooper y Fortey (1982) en el cual se usa una T (por teca) acompañada del número de teca según su posición en la serie, aumentando de proximal a distal; y un supraíndice que indica la serie tecal al que pertenece la teca. Así es que a las tecas de la serie 1 se las refiere como T1¹, T2¹, T3¹...Tn¹.

6.3 Paleontología Sistemática

Para la clasificación taxonómica de los graptolitos a nivel de especie se aplicaron los criterios morfométricos más ampliamente utilizados en la bibliografía, mientras que para niveles taxonómicos de género y superiores se siguieron las propuestas de clasificación recientemente revisadas en los distintos capítulos del *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Maletz *et al.*, 2018a, b), véase Tabla 1.

Maletz *et al.* (2009) realizaron un extenso análisis cladístico sobre los graptolitos planctónicos del Ordovícico Temprano a Medio en el cual siguen un complejo sistema de clasificación filogenética, incorporando y nombrando una gran cantidad de clados según lo propuesto por de Queiroz y Gauthier (1990) y de Queiroz (2007). Posteriormente, Maletz (2014a) propuso simplificar dicho sistema de clasificación al retomar el sistema taxonómico Linneano, reduciendo así la cantidad de taxones y simplificando la nomenclatura. En este nuevo esquema muchos grupos son naturales, sin embargo, algunos de ellos poseen carácter parafilético (*e.g.*, suborden Dichograptina) o polifilético (*e.g.*, familia Didymograptidae Mu 1950) (Fig. 14), sin embargo estos

grupos son considerados válidos por su practicidad y por su uso histórico generalizado. El mencionado esquema propuesto por Maletz (2014a) es, con algunas modificaciones, el publicado recientemente en la nueva revisión del *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Maletz, 2017c). El uso del esquema simplificado fue justificado por el mismo autor en el libro *Graptolite Paleobiology* (Maletz 2017a, pág.117).

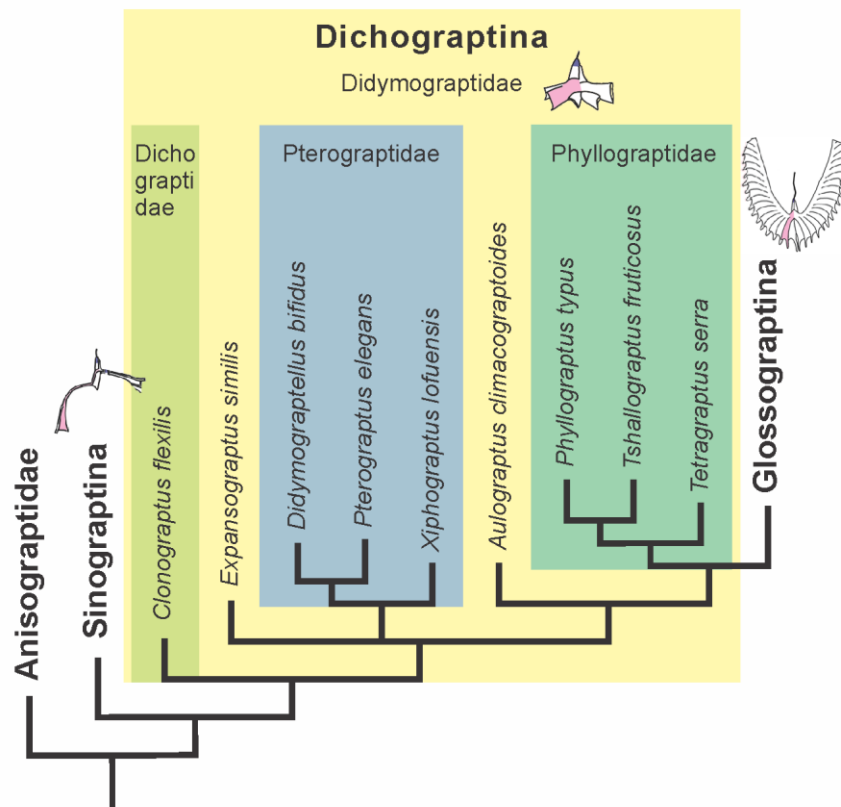


Figura 14. Relaciones biológicas dentro del suborden Dichograptina (tomada de Maletz *et al.*, 2018b).

En cuanto a algunas asignaciones específicas problemáticas, o géneros recientemente revisados por otros autores, Toro y Maletz (2007) revisaron un gran número de especies del género *Baltograptus* provenientes de la Cordillera Oriental argentina, logrando reconocer que entre los registros históricamente asignados a *Baltograptus deflexus* (Elles y Wood, 1901) se agrupaban tanto baltograptidos con desarrollo isograptido, como baltograptidos de estipes delgados y con desarrollo tipo *artus*. Los registros de desarrollo tipo *artus* coinciden con la descripción original de la especie

B. deflexus, en tanto que aquellos con desarrollo isográpido fueron asignados a *Baltograptus* sp. nov. (= *Baltograptus* cf. *deflexus* según Brussa *et al.*, 2008; *Baltograptus* sp. cf. *B. deflexus* según Maletz y Ahlberg, 2011; = *Baltograptus* cf. *B. deflexus* según Toro *et al.*, 2011). Posteriormente, Rushton (2011) definió la especie *Baltograptus jacksoni* a partir de registros británicos de baltograptidos deflexos de desarrollo proximal isográpido, e incorporó a la misma los registros argentinos. En este trabajo se sigue el criterio de Toro y Maletz (2007) para clasificar los baltograptidos deflexos con desarrollo de tipo *artus* como *B. deflexus*, y mantener la comparación de aquellos registros con brotación isográpida como *B. cf. B. deflexus*, considerando que es necesario un estudio integrado de los registros argentinos de baltograptidos deflexos para poder aseverar que los mismos pertenecen a la especie *B. jacksoni*.

Se ha tenido en cuenta, también, la reciente revisión de colecciones de graptolitos procedentes de Victoria, Australia, realizada por VandenBerg (2017), que propone la creación del género *Tshallograptus* para incluir la especie *T. fruticosus* junto a tres especies nuevas, dejando al género *Pendeograptus* como monoespecífico conteniendo a *P. pendens*. Entre las especies reconocidas dentro del nuevo género, se destaca la reasignación de los distintos morfotipos previamente reconocidos dentro de *Pendeograptus fruticosus*, denominando *T. fruticosus* al morfotipo de 4 estipes y *T. tridens* al morfotipo de 3 estipes, en tanto el morfotipo de 2 estipes sólo es mencionado ya que su registro es escaso en el área del estudio y carece de significado bioestratigráfico (VandenBerg, 2017). El autor justifica el cambio propuesto basándose en la distribución estratigráfica de los taxones, los cuales tienen picos de abundancia asincrónicos en Victoria, Australia. Cooper y Fortey (1982) reconocieron una variación en la abundancia de estos morfotipos en Spitsbergen (Noruega), similar al reconocido en Australia; sin embargo, en Nueva Zelanda y Terranova no encontraron evidencias de dicha variación temporal en las frecuencias de los morfotipos (Cooper, 1979; Williams y Stevens, 1988, respectivamente). Para la sección de Muñayoc tampoco hemos encontrado una distribución estratigráfica similar a la reconocida en Australia.

En este trabajo se identificó como *Tshallograptus fruticosus* los registros con 4, 3 y 2 estipes que coinciden con la descripción de la especie. Se considera que la cantidad de estipes no está necesariamente sujeta a un control biológico, sino que respondería a variaciones preservacionales. Por su parte, Williams y Stevens (1988) justifican de igual manera la variación en sus registros canadienses.

Tabla 1. Clasificación parcial de Pterobranchia (tomada de Maletz, 2017c).

- Phylum Hemichordata Bateson, 1885, p. 111
 - Clase Enteropneusta Gegenbaur, 1870, p. 158
 - ?Clase Planctosphaeroidea van der Horst, 1936, p. 612
 - Clase Pterobranchia Lankester, 1877, p. 448
 - Subclase Cephalodiscida Fowler, 1892, p. 297
 - Familia Cephalodiscidae Harmer, 1905, p. 5
 - Subclase Graptolithina Bronn, 1849, p. 149
 - Familia Rhabdopleuridae Harmer, 1905, p. 5
 - Familia Cysticamaridae Bulman, 1955, p. 42
 - Familia Wimanicrustidae Bulman, 1970, p. 52
 - Familia Dithecodendridae Obut, 1964, p. 295
 - Familia Cyclograptidae Bulman, 1938, p. 22
 - Orden Dendroidea Nicholson, 1872, p. 101
 - Suborden Graptodendroidina Mu & Lin in Lin, 1981, p. 244
 - Familia Dendrograptidae Roemer in Frech, 1897, p. 568
 - Familia Acanthograptidae Bulman, 1938, p. 20
 - Familia Mastigograptidae Bates & Urbanek, 2002, p. 458
 - Orden Graptoloidea Lapworth in Hopkinson & Lapworth, 1875, p. 633
 - Suborden Graptodendroidina Mu & Lin in Lin, 1981, p. 244
 - Familia Anisograptidae Bulman, 1950, p. 79
 - Suborden Sinograptina Mu, 1957, p. 387
 - Familia Sigmagraptidae Cooper & Fortey, 1982, p. 257
 - Familia Sinograptidae Mu, 1957, p. 387
 - Familia Abrograptidae Mu, 1958, p. 261
 - Suborden Dichograptina Lapworth, 1873, table 1 facing p. 555
 - Familia Dichograptidae Lapworth, 1873, table 1 facing p. 555
 - Familia Didymograptidae Mu, 1950, p. 180
 - Familia Pterograptidae Mu, 1950, p. 180
 - Familia Phyllograptidae Lapworth, 1873, table 1 facing p. 555

Phylum **HEMICHORDATA** Bateson, 1885, modificado por Fowler, 1892

Clase **PTEROBRANCHIA** Lankester, 1877, modificado por Mitchell *et al.* 2013

Definición (traducción de Mitchell *et al.*, 2013). Es el clado menos inclusivo que contiene *Rhabdopleura normani* Allman, 1869, y *Cephalodiscus dodecalophus* M'Intosh, 1887.

Subclase **GRAPTOLITHINA** Bronn, 1849, modificado por Mitchell *et al.*, 2013

Definición (traducción de Mitchell *et al.*, 2013). Taxón basado en linajes que incluye a todos los taxones que comparten un ancestro común más cercano con *Rhabdopleura* que con *Cephalodiscus*.

Diagnosis (traducción de Maletz y Beli, 2018). Pterobranquios de hábito colonial, que construyen un tubario a partir de anillos fuselares individuales y hemianillos, o, en algunos casos, membranas indefinidas; poseen un sistema de estolón rígido que conecta los zooides individualmente, producidos asexualmente, mediante un tallo altamente flexible y extensible.

Orden **GRAPTOLOIDEA** Lapworth en Hopkinson y Lapworth, 1875,

modificado por Mitchell *et al.*, 2013

Definición (traducción de Mitchell *et al.*, 2013). Es el clado total que desciende del primer graptolito que posee la sícula con ápice caudal.

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2017). Graptolitos agrupados por retener la sícula nematófora al llegar a la madurez.

Suborden **SINOGRAPTINA** Mu, 1957, modificado por Maletz *et al.*, 2009

Definición (traducción de Maletz *et al.*, 2009). Todas las especies que comparten un ancestro común más reciente con *Nicholsonograptus fasciculatus* (Nicholson, 1869) que con *Exigraptus uniformis*.

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018a). Graptolitos planctónicos, multirramosos a unirramosos, con tubario horizontal a subhorizontal; comúnmente con sícula de bordes casi

paralelos y sin rutelo, orientada perpendicularmente a los estipes; desarrollo proximal isográpido, dextral o sinistral con asimetría distintiva de los canales de cruce, perdida en formas derivadas; desarrollo tipo *artus* en taxones derivados; origen de T1¹ en la parte media de la prosícula en taxones más antiguos, pero generalmente en la parte baja de la prosícula, raramente en la metasícula; tipo tecal varía de simple dichográpido con ensanchamiento tecal gradual hasta formas con protecas y metatecas distintivamente diferenciadas; características tecales como plegamientos protecales, labios aperturales laterales, rutelo o espinas son comunes; fuselo normal a fuertemente reducido y posiblemente ausente en algunos.

Familia **SIGMAGRAPTIDAE** Cooper y Fortey, 1982

Definición (traducción de Maletz *et al.*, 2018a). Tubarios multirramosos a unirramosos, reclinados a horizontales y pendientes; colonia birradiada con disposición asimétrica de los estipes de primer orden; sícula con bordes paralelos y prosícula de bordes paralelos; origen de la primera teca en la parte media de la prosícula en los taxones más antiguos y en la parte baja de la prosícula en los más jóvenes; tecas simples o con aperturas complejas y elaboradas, delgadas y en algunos casos alargadas.

Género *Acrograptus* Tzaj, 1969

Especie tipo. *Didymograptus affinis* Nicholson, 1869

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018a). Sigmagrápido delgado con dos estipes horizontales a declinados; sícula pequeña, triangular; desarrollo proximal tipo *artus*; tecas delgadas con traslapamiento bajo o aumentando distalmente.

Acrograptus filiformis (Tullberg, 1880)

(Lám. 1, Fig. 1)

1880. *Didymograptus filiformis*, Tullberg, p. 42, lám. 2, figs. 8-11.
1901. *Didymograptus filiformis* (Tullberg), Törnquist, p. 21, lám. 3, figs. 6-7.
1937. *Didymograptus filiformis* (Tullberg), Monsen, p. 122, lám. 2, figs. 5, 12, 13, 18, 68, 72.
1979. *Didymograptus filiformis* (Tullberg), Mu, *et al.*, p. 79, lám. 27, figs. 10-14.
1990. *Acrograptus filiformis* (Tullberg), Bahlburg, *et al.*, lám. 2, fig. d.
1993. *Acrograptus filiformis* (Tullberg), Toro, p. 74, fig. 3. 2-5, fig. 4. 3-6.
1995. *Acrograptus filiformis* (Tullberg), Toro, lám. 7-9.
1999. *Acrograptus filiformis* (Tullberg), Martínez *et al.*, fig. 2.
2003. *Acrograptus filiformis* (Tullberg), Toro y Brussa, p.451, lám. 6, figs. 7-9.
2011. *Acrograptus filiformis* (Tullberg), Toro *et al.*, lám. 1, fig. 2.
2013. *Acrograptus filiformis* (Tullberg), Toro y Vento, fig. 5, 16.
2015. *Acrograptus filiformis* (Tullberg), Vento *et al.*, fig. 3.16.
2018. *Acrograptus filiformis* (Tullberg), Toro y Maletz, p. 61, figs. 4.11-12

Material. Gran cantidad de tubarios fragmentados y ejemplares completos, preservados como películas carbonosas. El ejemplar ilustrado se identifica como MUÑ1/1.

Descripción. Tubario birramoso de hábito declinado cuyos estipes brotan de la sícula a distintas alturas otorgando al extremo proximal un aspecto asimétrico característico. La sícula tiene un largo de 0,95 mm y un ancho apertural de 0,28 mm, en tanto la parte ventral libre alcanza 0,19 mm. Comúnmente, la sícula posee una leve inclinación hacia la serie tecal.

Los estipes son delgados y se ensanchan muy levemente hacia la región distal. El ancho proximal, medido en la base de la T1¹ es de 0,1 mm, en tanto en la abertura de la teca alcanza 0,34 mm. El ancho máximo registrado es de 0,56 en la T5.

El traslapamiento de las tecas es muy bajo y se encuentran inclinadas con un ángulo de 15° a 30° con respecto al eje del estipe.

Discusión. Se asigna el material a la especie *Acrograptus filiformis* dado que las características morfométricas, tanto de la sícula como de los estipes, coinciden con la descripción de dicha especie, así como también porque los ejemplares descritos poseen la morfología proximal característica. El material descrito se asemeja a la especie *A. gracilis* (Törnquist, 1890), principalmente en las medidas generales del extremo proximal y en el ancho de los estipes. Las especies se diferencian principalmente en la disposición más horizontal de los estipes de *A. gracilis*, en tanto que en *A. filiformis* los estipes son comúnmente declinados.

Procedencia y distribución. *Acrograptus filiformis* se encuentra asociado a *Tshallograptus fruticosus*, *Corymboagraptus v-fractus*, *Expansograptus holmi*, *Tetragraptus quadribrachiatus*, *Tetragraptus reclinatus*, *Cymatograptus protobalticus*, *Baltograptus vacillans*, *B. cf. B. deflexus*, *B. kurcki* y *Pseudophyllograptus cf. P. densus*, en el tercio inferior de la sección de Muñayoc (Fig. 22), en niveles asignados al Floiano temprano (Fl1 tardío), correspondientes a la Biozona de *Tetragraptus akzharensis*.

El registro de *Acrograptus filiformis* tiene una amplia distribución en el NOA, donde la especie fue reconocida por Bahlburg *et al.* (1990) en depósitos asignados al Floiano expuestos en el cordón de Escaya, en la Puna jujeña. Más tarde, fue registrada por Martínez *et al.* (1999) en la sección de Muñayoc en la Sierra Quichagua, en la parte sur del cordón Conchinoca-Escaya, en depósitos asignados aquí al intervalo Floiano temprano a Floiano medio. En la Cordillera Oriental jujeña, la especie fue registrada en distintos afloramientos de la Formación Acoite por Toro (1993, 1994b y 1997a) en las quebradas del río Cajas, Los Colorados, Chamarra y Lumará, y por Toro y Vento (2013) en la quebrada de Quinilicán, en la Sierra Aguilar.

Toro y Brussa (1997b) registraron también la presencia de *A. filiformis* en la parte baja de la Formación Suri, Sierra Famatina, en La Rioja.

Acrograptus filiformis fue definido por Tullberg (1880) para la Biozona de *D. (s.l.) balticus* de Suecia, correspondiente al Floiano. Posteriormente, su presencia fue citada en depósitos floianos de Noruega, Canadá y sur de China (Törnquist, 1901; Monsen, 1937; Mu *et al.*, 2002; Jackson y Lenz, 2006) y en Bolivia (Toro y Maletz, 2018, y referencias allí mencionadas).

Género *Azygograptus* Nicholson y Lapworth en Nicholson, 1875

Especie tipo. *Azygograptus lapworthi* Nicholson, 1875

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018a). Tubario de estipe único; origen de la T1¹ en la metasícula, creciendo hacia abajo inicialmente o inmediatamente hacia fuera a partir de la parte baja de la metasícula; estipe recto o dorsalmente recurvado; sícula recta o levemente curvada, moderado ensanchamiento hacia la apertura; tecas simples, elongadas e inclinadas formando un bajo ángulo respecto al margen dorsal del estipe y con traslapamiento tecal bajo.

Azygograptus lapworthi (Nicholson, 1875)

(Lám. 1, Figs. 2-3; Fig. 15)

1875. *Azygograptus lapworthi* Nicholson, p. 270, lám. 7, fig. 2-2c.

1898. *Azygograptus lapworthi* (Nicholson), Elles, p. 513.

1901. *Azygograptus lapworthi* (Nicholson), Elles y Wood, p. 93, text-fig. 54; lám. 13, fig. 1a-b.

1938. *Azygograptus eivionicus* (Elles), Matley, p. 559.

1991. *Azygograptus lapworthi* (Nicholson), Beckly y Maletz, pp. 896-903, lám.1, fig.2; text-figs 10A-O, 11A-E, 12.

1996. *Azygograptus eivionicus* (Elles), Monteros *et al.*, p. 733, lám. I, 1-2; lám. II, a.

1999. *Azygograptus eivionicus* (Elles), Martínez *et al.*, fig. 2.

2018. *Azyograptus lapworthi* (Nicholson), Toro y Maletz, p. 61, figs. 4.8, 13.

En prensa. *Azyograptus lapworthi* (Nicholson), Toro y Herrera Sánchez, figs. 3.1-10, 12.

Material. Numerosos especímenes regularmente preservados como películas carbonosas. Los ejemplares ilustrados se encuentran numerados como CEGH-UNC 24957, 24958 y 24961.

Descripción. Tubarios completos preservados en diferentes estados de desarrollo que alcanzan un largo máximo de 45 mm en un ejemplar geronte (CEGH-UNC 24957). El largo de la sícula varía entre 1,2 y 1,4 mm y presenta un pequeño rutelo (Lám. 1., Fig. 3; Fig. 15). El ancho apertural de la sícula alcanza los 0,3-0,4 mm, en tanto la parte libre ventral va desde 0,2 a 0,35 mm.

El estipe diverge de la sícula con un ángulo de 130° a 140° y generalmente presenta una suave concavidad en el margen dorsal. El ancho del estipe a la altura de la apertura de la T1 es de 0,5-0,65 mm y ensancha rápidamente hasta los 0,7-1 mm en la T4, luego continúa ensanchándose levemente en sentido distal. Las tecas se encuentran levemente curvadas hacia la porción distal. La inclinación tecal es de aproximadamente 14° y se encuentran dispuestas aproximadamente 8 tecas en 10 mm.

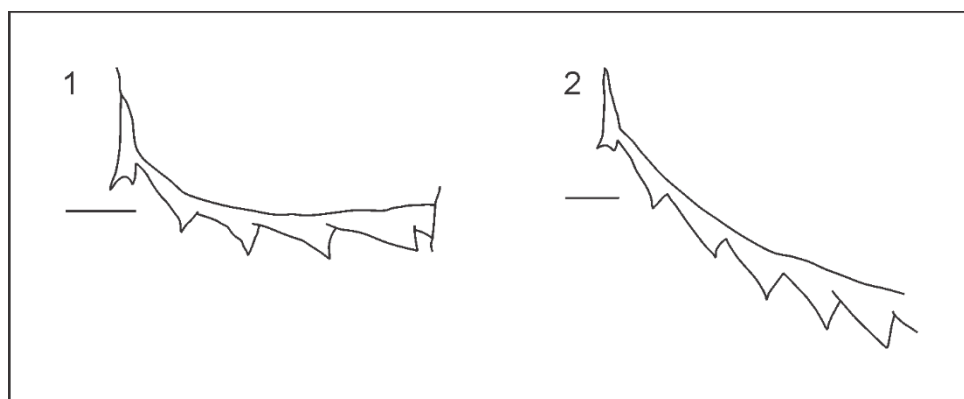


Figura 15. *Azyograptus lapworthi*, Biozona de *Azyograptus lapworthi*, sección de Muñayoc. **1.** Ejemplar CEGH-UNC 24958 **2.** Ejemplar CEGH-UNC 24954.

Discusión. Los ejemplares azyograptidos fueron recientemente analizados por Toro y Herrera Sánchez (en prensa, figs. 3.1-10, 12). Los mismos coinciden con la morfología general de *Azyograptus lapworthi*, con un estipe delgado que incrementa su ancho rápidamente a más de 1

mm. En comparación con la especie *A. eivionicus*, el material presenta tecas más curvadas, con mayor inclinación respecto al borde dorsal del estipe, y más densamente dispuestas. Por otro lado, el material es fácilmente distinguible de *A. suecicus* por la ausencia de rutelo en dicha especie, mientras que *A. hicksii* presenta un estipe más ancho, por encima de 1,5 mm, y una apertura sicular mayor con un rutelo más prominente y elongado que *A. lapworthi*.

Procedencia y distribución. Los registros de *Azygograptus lapworthi* se hallan en la parte superior de la sección de Muñayoc (Fig. 22), asociados a *Pseudophyllograptus angustifolius*, *Kinnegraptus* sp. y *Dichograptus octobrachiatus*. Los niveles en los que se reconoce la presencia de *A. lapworthi* han sido asignados a la biozona homónima por Toro y Herrera Sánchez (en prensa).

Monteros *et al.* (1996) describieron el primer registro de *A. eivionicus* proveniente de depósitos del oeste de la Puna. Este material fue reasignado por Toro y Herrera Sánchez (en prensa) como *A. lapworthi*, indicando la presencia de depósitos del Dapingiano temprano (Dp1) en la parte inferior de la sección de Huaytiquina, por debajo de niveles más jóvenes que contienen *Isograptus* sp. (Dp2) asociados al conodonte guía *Baltoniodus* cf. *B. navis* (Toro *et al.*, en prensa). La especie también fue encontrada por primera vez en la Cordillera Oriental Argentina en la parte superior de las secciones de Los Colorados y La Quiaca, Jujuy, por Toro (2017) y Toro y Herrera Sánchez (en prensa).

Azygograptus lapworthi fue mencionado por primera vez en Bolivia por Beckly y Maletz (1991). Posteriormente, Maletz *et al.* (1995), Maletz y Egenhoff (2003) y Toro y Maletz (2018) describieron la especie en la biozona homónima de la parte superior de la Formación Pircancha en las secciones de Cieneguillas-Chaupi Uno y Sama-Chaupi Uno.

Azygograptus lapworthi fue descrita por primera vez por Nicholson (1875) en Inglaterra. Es una especie común en varias regiones ubicadas en latitudes altas a medias durante el Ordovícico Temprano a Tardío, como Gran Bretaña, Suecia y sur de China, pero también está presente en Canadá y, recientemente fue registrada en Marruecos (Beckly y Maletz, 1991; Mu *et al.*, 2002; Maletz, 2005; Gutiérrez-Marco y Martín, 2016).

Género *Sigmagratus* Ruedemann, 1904

Especie tipo. *Sigmagraptus praecursor* Ruedemann, 1904

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018a). Sigmagraptinos con orden único de ramificación progresiva seguido de ramificación monoprogresiva, formando dos estipes principales con forma de zigzag y numerosos estipes laterales; extremo proximal isográpido, dextral, con sícula larga y delgada; tecas simples con baja superposición y sin modificaciones aperturales

Sigmagraptus cf. S. praecursor (Ruedemann, 1904)

(Lám. 1, Fig. 5)

- 1902 *Coenograptid*, Ruedemann, p. 566.
- 1904 *Sigmagraptus praecursor*, Ruedemann, p. 702, text-fig. 93, lám. 5, figs. 13-14.
- 1915 *Sigmagraptus praecursor* (Ruedemann), Bassler, pp. 1158-1159.
- 1947 *Sigmagraptus praecursor* (Ruedemann), Ruedemann, p. 300, lám. 49, figs. 17-20.
- 1970 *Sigmagraptus praecursor* (Ruedemann), Bulman, p. v112, fig. 77.5.
- ?1970 *Sigmagraptus aff. S. praecursor* (Ruedemann), Dewey *et al.*, p. 31.
- 1974 *Sigmagraptus praecursor* (Ruedemann), Rickards, p. 232, figs. 1-3.
- 1979 *Sigmagraptus laxus* (T.S. Hall), Cooper, p. 57, lám. 49, text-fig. 22.
- 1982 *Sigmagraptus praecursor* (Ruedemann), Cooper y Fortey, p. 262, figs. 60a-d, 61a-k.
- 1983 *Sigmagraptus praecursor* (Ruedemann), Stone y Rushton, p. 305, figs. 3g, h?.
- 2006 *Sigmagraptus sp.*, Toro *et al.*, p. 166.

Material. Un espécimen incompleto, regularmente preservado como compresión carbonosa identificado como SR1/1.

Descripción. Espécimen geronte con dicotomías hasta de 12° grado, que están espaciadas cada 1,16-2 mm en la región proximal y cada 2,5 mm en la región distal. Los estipes tienen un aspecto general en forma de zigzag y alcanzan hasta 0,5 mm de ancho. Las tecas goniograptidas están espaciadas aproximadamente de a 11 en 10 mm. Las características del extremo proximal no son observables, por lo que la posición de la sícula sólo puede ser inferida y no pueden ser tomadas las magnitudes del extremo proximal.

Discusión. Se compara el material con la especie *Sigmagraptus praecursor* por la morfología zigzagueante de los estipes y sus ramificaciones, la cual concuerda con aquella previamente ilustrada para la especie. Además, los intervalos en los que surgen las ramificaciones coinciden con las descripciones de la especie, al igual que el ancho alcanzado por los estipes. Para poder realizar la asignación específica es necesario contar con ejemplares donde se preserve el extremo proximal de la colonia.

Procedencia y distribución. El material estudiado proviene del nivel 1 de la sección del río Santa Rosa (Fig. 23). El mismo se encuentra asociado a registros de la especie *Baltograptus minutus*. Esta asignación correspondería a la primera mención de *Sigmagraptus praecursor* para Argentina.

Sigmagraptus praecursor fue definido en América del Norte, en depósitos asignados a la Biozona de “*Didymograptus bifidus*, *Phyllograptus typus* y *P. anna*” (Ruedemann, 1904). Posteriormente, la especie fue reconocida en Australia y Escandinavia (Cooper y Fortey, 1982, y referencias allí mencionadas), y en el sur de China (Mu *et al.*, 2002).

Género *Kinnegraptus* Skoglund, 1961

Especie tipo. *Kinnegraptus kinnekullensis* Skoglund, 1961

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018a). Sigmagraptidos de multirramosos a birramosos, horizontales a subhorizontales; con desarrollo proximal isograptido o tipo *artus*, dextral o sinistral;

el origen de T1¹ se ubica en la prosícula o metasícula; tecas con proteca muy delgada y metateca con ensanchamiento distintivo; rutelos robustos en todas las tecas.

***Kinnegraptus* sp.**

(Lám. 1, Fig. 4)

Material. Se encontró un ejemplar pobremente preservado como compresión carbonosa numerado como MUÑ17/1.

Descripción. Estipes delgados, declinados y levemente curvados, con un ancho promedio de 0,25 mm y un largo máximo de 4,4 mm. Presenta la morfología tecal característica del género: las paredes ventrales libres al comienzo son rectas y paralelas al lado dorsal, para luego ensancharse rápidamente hasta un máximo de 0,32 mm a nivel de la apertura. Las aperturas son rectas con un rutelo apertural. Las tecas son delgadas y varias veces más largas que anchas. El traslapamiento de las mismas es escaso y el ángulo con el que las tecas divergen del eje del estipe es menor a 15°.

Discusión. La morfología característica de las tecas mejor preservadas permite asignar el ejemplar al género *Kinnegraptus*. Sin embargo, esta asignación taxonómica no podrá precisarse a nivel específico hasta que no se cuente con un mayor número de ejemplares mejor preservados.

Procedencia y distribución. El ejemplar proviene del nivel 17 de la sección de Muñayoc (Fig. 22), ubicado en la parte superior de la columna, donde fue reconocida la Biozona de *Azygograptus lapworthi* (Dp1).

Existen pocos registros de este género en el NOA. Cuerda *et al.* (1992) registraron fragmentos de estipes de *Kinnegraptus* sp. en afloramientos de la Formación Acoite en la Sierra de Cajas, asignada al “Arenigiano superior-Llanvirniano inferior” (Darriwiliano, según Bergström *et al.*, 2009). Por su parte, Toro (1994a) reconoció la presencia del género en niveles correspondientes a la Biozona de *Baltograptus* cf. *B. deflexus* en la parte media de la Formación Acoite, en la quebrada de Los Colorados, borde occidental de la Cordillera Oriental.

Por lo tanto, este registro constituye la primera mención del género *Kinnegraptus* para la Puna argentina.

Suborden **DICHOGRAPTINA** Lapworth, 1873, modificado por Maletz, 2014a

Definición (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Graptoloideos multirramosos a birramosos con desarrollo proximal isográpido birradiado y simetría meandrográptida; de hábito escandente a reclinado, horizontal e incluso pendiente; prosícula pequeña que se ensancha y metasícula mucho más larga; las tecas son tubos simples, ensanchados con o sin rutelo; en grupos más antiguos puede estar presente una biteca sicular; ramificaciones dicótomas o cladales.

Familia **DICHOGRAPTIDAE** Lapworth, 1873

Definición (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Graptoloideos birramosos a multirramosos, con desarrollo proximal isográpido, canales de cruzamiento simétricamente ubicados y simetría proximal meandrográptida; prosícula pequeña, con ensanchamiento y metasícula cónica mucho más larga; en los taxones más antiguos puede estar presente una biteca sicular; las tecas son tubos simples, ensanchados con o sin rutelo; ramificaciones dicótomas a laterales.

Género *Dichograptus* Salter, 1863

Especie tipo. *Dichograptus sedgwicki* Gurley, 1896

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Tubarios grandes multirramosos, horizontales a subhorizontales, con dos o tres bifurcaciones consecutivas, comenzando desde un extremo proximal tetragráptido, y sin dicotomías distales; disco central en algunas especies, pero no en otras; tecas simples con traslapamiento moderado.

Dichograptus octobrachiatus (J. Hall, 1858)

(Lám. 1, Fig. 6)

1858. *Graptolithus octobrachiatus*, Hall, p. 122.

1865. *Graptolithus octobrachiatus* (J. Hall), Hall, pp. 96–99, lám. 7, figs. 1-7; lám. 9, figs. 1-4.

1868. *Dichograptus octobrachiatus* (J. Hall), Nicholson, p. 129, lám. 5, figs. 1-2.

1960. *Dichograptus octobrachiatus* (J. Hall), Turner, pp. 58–59, lám. 7, fig. 7.

1975. *Dichograptus octobrachiatus* (J. Hall), Aceñolaza y Durand, pp. 84–85, lám. I, figs. A-B; lám. II, figs. A-B.

1982. *Dichograptus octobrachiatus* (J. Hall), Cooper y Fortey, p. 188, lám. 2, fig. 3.

1994b. *Dichograptus octobrachiatus* (J. Hall), Toro, p. 212, lám. I, fig. 1; lám. II, figs. 7, 10.

1999. *Dichograptus octobrachiatus* (J. Hall), Martínez *et al.*, fig. 2.

Material. Se cuenta con un ejemplar del cual se recuperó el molde y el contramolde como compresión carbonosa. El material ilustrado fue numerado como MUÑ18/1.

Descripción. Tubario mutirramoso formado por ocho series tecales desarrolladas a partir de sucesivas dicotomías. No han podido observarse los detalles de la estructura proximal del ejemplar debido a la pobre preservación de este material. Los estipes se encuentran en distintas vistas, aquellos preservados en vista lateral presentan un ancho distal de 1,2 mm. Las tecas divergen con un ángulo aproximado de 30° y se encuentran traslapadas de 1/2 a 2/3 de su longitud.

Discusión. El espécimen estudiado se asemeja a *Dichograptus octobrachiatus* en base a su morfología general, el ancho de los estipes y las características tecales.

Procedencia y distribución. El ejemplar fue hallado en el tramo superior (nivel 18) de la sección de Muñayoc (Fig. 22), donde se desarrolla la Biozona de *Azygograptus lapworthi*.

Previamente se reconoció la presencia de *Dichograptus octobrachiatus* en niveles de la Formación Acoite expuestos en secciones de las quebradas de Chamarra y Los Colorados en la

Cordillera Oriental (Toro 1994b, 1997a). En la Puna esta especie fue reconocida en La Formación Coquena, en el área de Cátua (Aceñolaza y Durand, 1975), en niveles equivalentes expuestos en Huaytiquina (Monteros *et al.*, 1996) y, más recientemente, Martínez *et al.* (1999) mencionan su presencia en la sección de Muñayoc.

La especie fue descrita originalmente por Hall (1858) en las biozonas de "*Phyllograptus typus* y *D. octobrachiatus*" y "*Didymograptus bifidus*" de América del Norte. *Dichograptus octobrachiatus* posee amplia distribución en depósitos del Ordovícico Temprano de Inglaterra, Nueva Zelanda, Australia, Canadá y sur de China (Elles y Wood, 1901; Cooper y Fortey, 1982; Williams y Stevens, 1988; VandenBerg y Cooper, 1992; Mu *et al.*, 2002).

Familia **DIDYMOGRAPTIDAE** Mu, 1950

Descripción (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Graptoloideos de dos estipes, pendientes a horizontales, reclinados, reflexos y deflexos; sícula cónica, con ensanchamiento distintivo hacia la apertura, con prosícula pequeña; las tecas son tubos simples ensanchados; rutelo presente en taxones derivados; tecas raramente complejas o con plegamientos protecales; desarrollo proximal isográpido, dextral o derivado tipo *artus*.

Género *Baltograptus* Maletz, 1994

Especie tipo. *Didymograptus vacillans* Tullberg, 1880

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Didymográpidos horizontales a deflexos. Declinados y pendientes; sícula delgada, con una larga porción supradorsal; desarrollo proximal isográpido o tipo *artus*, con origen de T1¹ moderadamente bajo en la metasícula y parte ventral libre de la sícula comparativamente larga; sutura isográpida muy corta o ausente.

Baltograptus deflexus (Elles y Wood, 1901)

(Lám. 2, Figs. 3, 5, 7; Fig. 16.1)

1901. *Didymograptus deflexus*, Elles y Wood, p. 35, lám. 2, figs. 12A, c.

1994b. *Didymograptus (Corymbograptus) deflexus* (Elles y Wood), Toro, lám. II, fig. 9.

2000. *Didymograptus (s.l.) deflexus* (Elles y Wood), Rushton, Folio 1.29.

2004. *Baltograptus deflexus* (Elles y Wood), Egenhoff *et al.*, fig. 5i.

2006. *Baltograptus cf. deflexus* (Elles y Wood), Toro *et al.*, p. 166.

2007. *Baltograptus deflexus* (Elles y Wood), Toro y Maletz, p. 494.

2011. *Baltograptus deflexus* (Elles y Wood), Rushton, p. 322, fig. 2.

2011 *Baltograptus deflexus* (Elles y Wood), Maletz y Ahlberg, fig. 5.A.

2018. *Baltograptus deflexus* (Elles y Wood), Toro y Maletz, p. 64.

Material. Se hallaron numerosos ejemplares con distinto grado de desarrollo astogenético. El material ilustrado fue numerado como SR2/1, SR2/2 y MUÑ6/3. Los ejemplares se preservan como compresiones carbonosas.

Descripción. Tubario deflexo y delgado, con el margen dorsal describiendo una amplia convexidad en la región proximal y una concavidad ubicada a la altura de las tecas 3 y 4 (Fig. 16.1). La sícula es pequeña, tiene un largo libre dorsal de 0,96 mm, en tanto la parte ventral no se preserva.

Los estipes divergen de la sícula casi en ángulo recto y se curvan hacia abajo antes de llegar a la abertura de las T1, para luego volver a curvarse alcanzando distalmente una disposición de subhorizontal a declinada. El ancho es casi invariable y oscila entre 0,65 y 0,7 mm a lo largo del estipe. Luego de la curvatura las tecas divergen con ángulos de 20-25° respecto al eje del estipe y se traslapan en 1/2 de su largo total. Se estimó un espaciamiento tecal de 13 tecas en 10 mm.

Discusión. Los ejemplares son reconocidos como *Baltograptus deflexus* por su hábito deflexo característico. Las características tecaes como el ángulo de divergencia, el traslapamiento y la

densidad apoyan esta asignación, junto a los espesores de los estipes. Se diferencian de los especímenes reconocidos como *Baltograptus kurcki* por el hábito de la colonia y de *B. cf. B. deflexus* por presentar estipes más delgados.

Procedencia y distribución. La especie *Baltograptus deflexus* fue reconocida en el tramo medio de la sección de Muñayoc (Fig. 22) junto a *B. kurcki*, *B. minutus*, *Pseudophyllograptus cf. P. densus*, *P. angustifolius* y *D. bifidus* (Biozona *Didymograptellus bifidus*). Se confirma su presencia en la sección del río Santa Rosa, en los niveles 1 y 2 (Fig. 23), donde también están presentes *Sigmagraptus cf. S. praecursor*, *B. minutus*, *B. cf. B. extremus* y *Tetragraptus serra*.

El registro de *Baltograptus deflexus* en Argentina es difícil de evaluar, ya que es relativamente reciente la distinción de las formas deflexas con brotación isograptida (*Baltograptus* sp. nov., según Toro y Maletz, 2007) de aquellas con brotación tipo *artus*. En trabajos donde se ha tenido en cuenta esta distinción, se encuentra a *B. deflexus* en el tramo superior de distintas secciones de las áreas de Los Colorados y Santa Victoria que fueron asignadas a la Biozona de *D. bifidus* (Toro y Maletz, 2007).

Los registros de *Baltograptus deflexus* descriptos en este trabajo extienden la distribución espacial de la especie a la región de la Puna.

Elles y Wood (1901) describieron por primera vez la especie *Baltograptus deflexus* en Gran Bretaña, en la sub-biozona homónima de la Biozona de *Didymograptus (Expansograptus) extensus*. Posteriormente, fue registrada en Suecia y en el sur de China (Mu *et al.*, 2002; Toro *et al.*, 2011). También en Bolivia (Toro y Maletz, 2018, y referencias allí mencionadas).

Baltograptus kurcki (Törnquist, 1901)

(Lám. 2, Figs. 1 y 6; Fig. 16.2)

1901. *Didymograptus kurcki* sp. nov. Törnquist, p. 20, lám. 3, figs. 1-5.

1974. *Didymograptus kurcki* (Törnquist), Ramos, p. 81, lám. I, figs. c-d; lám II, figs. D-e.

1999. *Baltograptus kurcki* (Törnquist), Martínez *et al.*, fig. 2.

2008. *Didymograptus* (s.l.) *kurcki* (Törnquist), Rushton, Folio 2.51.

2011. *Baltograptus kurcki* (Törnquist), Maletz y Ahlberg, fig. 5.G.

2013. *Baltograptus kurcki* (Törnquist), Maletz y Slovacek, p. 1115, figs. 1A, C, 5b, 8

Material. Fueron encontrados numerosos ejemplares preservados como compresiones carbonosas.

El material ilustrado lleva los números MUÑ9/1, MUÑ6/1 y MUÑ6/5.

Diagnosis (traducción de Maletz y Slovacek, 2013). Especie de *Baltograptus* declinada y delgada, con desarrollo proximal tipo *artus* y traslapamiento tecal bajo.

Descripción. Tubarios delgados de hábito declinado. El largo de la sícula es de 1,26 mm, el margen apertural tiene un ancho de 0,24-0,4 mm y posee un pequeño rutelo. La parte libre ventral de la sícula mide alrededor de 0,29 mm. Los estipes divergen de la sícula a distintas alturas, dando un aspecto proximal asimétrico. Alcanzan un largo máximo de 10 mm, en tanto el ancho proximal de los mismos, medido a la altura de la apertura de T1¹, es de 0,36-0,48 mm y aumenta levemente de proximal a distal alcanzando valores que oscilan alrededor de 0,6 mm. Las tecas son largas y en su mayoría de margen ventral recto. Divergen con ángulos menores a 20° y se traslapan en 1/3 de su longitud. Ha sido estimado un espaciamiento de 10 tecas en 10 mm en la región proximal.

Discusión. Se asignan los ejemplares a *Baltograptus kurcki* ya que las características coinciden con las señaladas para la especie. Las coincidencias se dan en el largo de la sícula, la presencia de rutelo en su margen apertural, la disposición de los estipes, el ancho de los mismos, y las distintas características tecales (ángulo de divergencia, traslapamiento y densidad).

Se diferencia *B. kurcki* de *B. deflexus* principalmente por el hábito de las colonias (declinado en la primera y deflexo en la restante) y el mayor traslapamiento y mayor densidad tecal que presenta esta última especie.

Procedencia y distribución. La presencia de *Baltograptus kurcki* se registra en el tramo medio de la sección de Muñayoc (Fig. 22), en niveles asignados a las Biozonas de *B. cf. B. deflexus* y

Didymograptellus bifidus. En estos niveles también se encuentran presentes *Tshallograptus fruticosus*, *Expansograptus holmi*, *Acrograptus filiformis*, *Tetragraptus quadribrachiatus*, *T. reclinatus*, *D. bifidus*, *B. cf. B. deflexus*, *B. deflexus*, *B. minutus*, *Pseudophyllograptus cf. P. densus* y *P. angustifolius*.

Baltograptus kurcki fue reconocida por primera vez en Argentina en las localidades de Piscuno y Finca del Toro, en la provincia de Salta, por Ramos (1974), quien asignó los estratos portadores de la misma al “Arenigiano inferior a medio”. Posteriormente, fue descrita para la Cordillera Oriental, en niveles asignados a las Biozonas de *Tetragraptus akzharensis*, *B. cf. B. deflexus* y *D. bifidus* de la Formación Acoite, en las secciones de Chamarra, área de Los Colorados, y de Agua Chica y Lumará, en la Sierra de Aguilar, provincia de Jujuy (Toro, 1995, 1997a). Posteriormente, Martínez *et al.* (1999) registraron su presencia en la sección de Muñayoc.

Por último, Toro y Brussa (1997b) mencionan la presencia de *Baltograptus kurcki* en la Formación Suri (cuenca de Famatina, provincia de La Rioja), en niveles asignados a las Biozonas de *Baltograptus cf. B. deflexus* y *Didymograptellus bifidus*.

La especie fue definida por Törnquist (1901) en Suecia. La misma, posee amplia distribución en la Biozona de *Pseudophyllograptus densus* de Noruega y Suecia (Maletz y Slovacek, 2013), correspondiente al Floiano, y en depósitos equivalentes del sur de China (Mu *et al.*, 2002).

Baltograptus minutus (Törnquist, 1879)

(Lám 2, Figs. 2, 4; Fig. 16.3)

1879. *Didymograptus minutus* sp. nov. Törnquist, p. 447, 2 figs.

1890. *Didymograptus minutus* (Törnquist), Törnquist, p. 15, lám. 1, figs. 7–8.

1994. *Baltograptus minutus* (Törnquist), Maletz, p. 36, fig. 6G, H; lám. 1, fig. E. (erróneamente indicado como 6F y 6H en la explicación de la figura).

1994b. *Baltograptus minutus* (Törnquist), Toro, lám. II, figs. 6, 12.

1997a. *Baltograptus minutus* (Törnquist), Toro, lám. III, fig. 10.

1999. *Baltograptus minutus* (Törnquist), Martínez *et al.*, fig. 2.

2004. *Baltograptus minutus* (Törnquist), Egenhoff *et al.*, fig. 5e.

2011. *Baltograptus minutus* (Törnquist), Maletz y Ahlberg, fig. 5B.

2013. *Baltograptus minutus* (Törnquist), Maletz y Slovacek, p. 1113, figs. 1E, 3A, 5C, 6, 7.

2018. *Baltograptus minutus* (Törnquist), Toro y Maletz, p. 64.

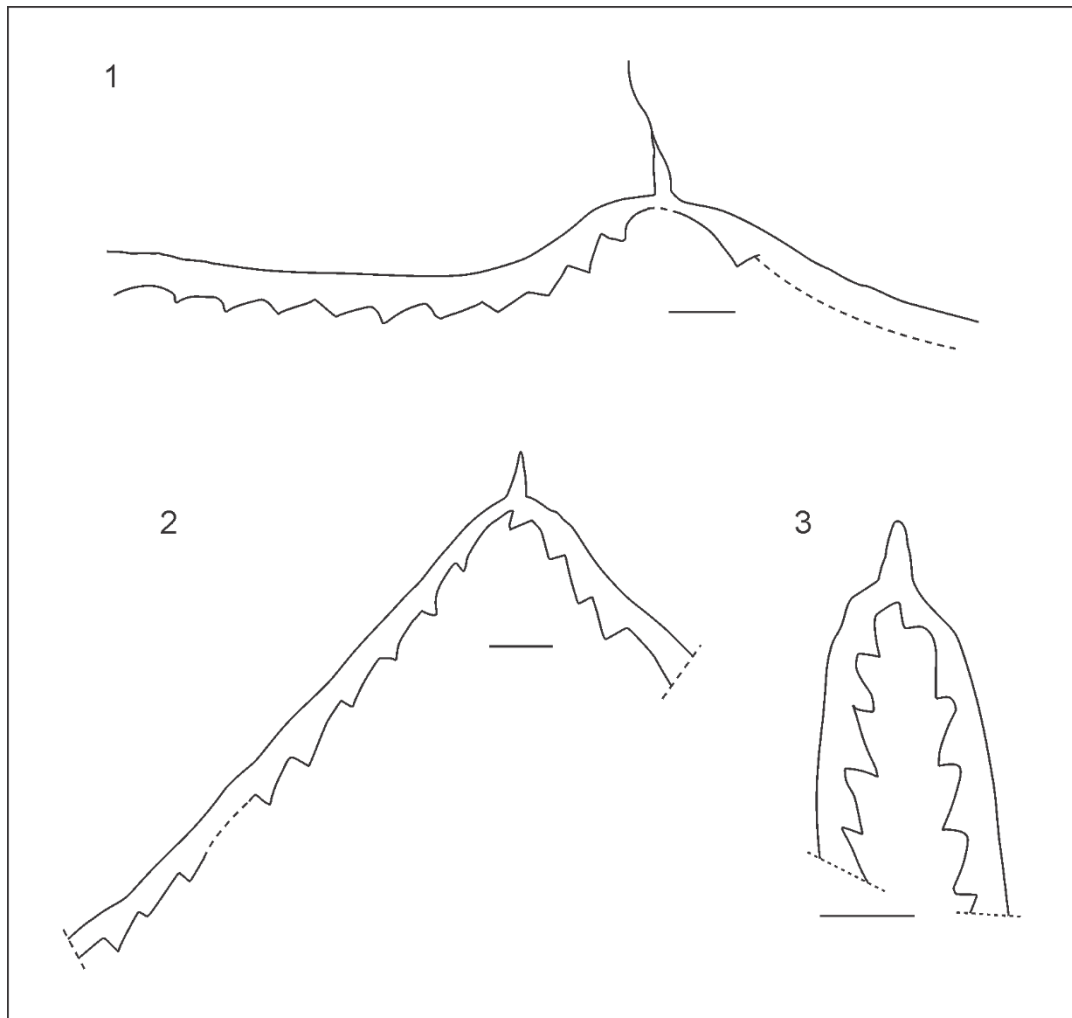


Figura 16. 1. *Baltograptus deflexus*, Biozona de *Didymograptellus bifidus*, sección de Muñayoc, ejemplar MUÑ 6/6. 2. *Baltograptus kurcki*, Biozona de *Didymograptellus bifidus*, sección de Muñayoc, ejemplar MUÑ 6/5. 3. *Baltograptus minutus*, Biozona de *Didymograptellus bifidus*, sección de Muñayoc, ejemplar MUÑ 6/2. Escala gráfica= 1 mm.

Material. Se encontró un gran número de ejemplares preservados como compresiones carbonosas, la mayoría de ellos con buena preservación, aunque a veces se encuentran muy afectados por deformaciones tectónicas. Se han ilustrado dos de los ejemplares mejor preservados, que llevan la numeración CEGH-UNC 24894 y MUÑ6/2.

Diagnosis (traducción de Maletz y Slovacek, 2013). Especie de *Baltograptus* de tubario pendiente con desarrollo proximal tipo *artus*, dextral; estipes de ancho variable, delgados o robustos, dependiendo de la inclinación tecal y de traslapamiento.

Descripción. Tubarios pendientes con estipes que se ensanchan distalmente desde 0,6 mm a la altura de la T1¹ hasta un máximo de 0,88 en T4. La serie tecal 1 diverge de la sícula inicialmente en ángulo recto y rápidamente se curva hacia abajo, en tanto la serie tecal 2 lo hace con un ángulo mucho mayor, de alrededor de 140°. Ya desde la altura de la abertura de la T1 o T2 los estipes se disponen subparalelos a paralelos entre sí.

La sícula en muchos casos se encontró incompleta. El largo registrado de la misma alcanza 1,25 mm en los ejemplares maduros con un ancho apertural de 0,22 mm. La parte libre ventral es de 0,25-0,28 mm. Las tecas poseen márgenes rectos, divergen del eje de los estipes con ángulos que varían entre 20° y 30°, y se traslapan en 1/3 a 1/2 de su longitud.

Discusión. Los ejemplares estudiados se asignan a *Baltograptus minutus* debido a que coinciden con la morfología general y las dimensiones señaladas para esta especie. Si bien no se pudo constatar el desarrollo proximal de tipo *artus*, característico de la especie, observando el extremo proximal en semirelieve, el mismo puede inferirse en los ejemplares mejor preservados (Lám. 2, Fig. 2). La distinción entre *B. minutus* y ejemplares juveniles de *Didymograptellus bifidus* se ve dificultada por el bajo nivel de preservación de los ejemplares. Ambas especies muestran una gran similitud en cuanto al hábito de la colonia y las variaciones morfométricas que pueden presentar. Sin embargo, difieren en la dimensión y forma característica de la sícula (Maletz y Slovacek, 2013), que en el caso de los ejemplares analizados es más larga y delgada que en *Didymograptellus bifidus*. Ejemplares juveniles de *Tshallograptus fruticosus* fueron clasificados erróneamente como

B. minutus por Martínez *et al.* (1999). Sin embargo, dicha especie posee desarrollo proximal de tipo isográpido y una sícula más larga, que exhibe una pared libre corta, mientras que *B. minutus* posee el característico extremo proximal baltográpido, con desarrollo *artus* y una sícula más corta, con larga pared sicular libre.

Procedencia y distribución. Se reconoce la presencia de *Baltograptus minutus* junto a *Didymograptellus bifidus*, *Baltograptus kurcki*, *B. deflexus* y *Pseudophyllograptus* cf. *P. densus*, en el tramo medio de la sección de Muñayoc, nivel 6, que es asignado a la Biozona de *D. bifidusi* (Fig. 22). También es registrada en niveles equivalentes de la sección del río Santa Rosa junto a *B. deflexus*, *B.* cf. *B. extremus* y *Tetragraptus serra* (Fig. 23).

La especie *Baltograptus minutus* ha sido descrita en Argentina en niveles asignados a la Biozona de *D. bifidus* ubicados en las secciones de Los Colorados y Chamarra (provincia de Jujuy), donde hay afloramientos de la Formación Acoite (Toro, 1994b). También se la reconoció en la región norte de la Cordillera Oriental, en la sección del río La Huerta, en el área de Santa Victoria, provincia de Salta (Toro *et al.*, 2015). En la región oriental de la Puna jujeña fue anteriormente reconocida en la sección de Muñayoc y en la sección del río Santa Rosa, en la provincia de Jujuy (Martínez *et al.*, 1999; Toro *et al.*, 2006).

La especie fue definida por Törnquist (1879) en Suecia. Posteriormente, fue reconocida en diversas localidades de Escandinavia (Maletz y Slovacek, 2013) en depósitos floianos. La especie también fue registrada en la biozona homónima del Floiano en Bolivia (Toro y Maletz, 2018) y en el sur de China (Mu *et al.*, 2002).

Baltograptus vacillans (Tullberg, 1880)

(Lám. 2, Figs. 1-2; Fig. 17)

1880. *Didymograptus vacillans* sp. nov., Tullberg, p. 42, lám. 2, figs, 4-7.

1937. *Didymograptus vacillans* (Tullberg), Monsen, p. 142, lám. 3, figs. 8, 35, 43; lám. 9, fig. 9.

1951. *Didymograptus vacillans* (Tullberg), Loss, p. 43, figs. 8-10; lám. 1, figs. 9-17.

1994. *Baltograptus vacillans* (Tullberg), Maletz, figs. 6A-B; lám. 1, figs. B-D, G.

1997a. *Baltograptus vacillans* (Tullberg), Toro, lám. II, figs. 2, 5.

2011. *Baltograptus vacillans* (Tullberg), Maletz y Ahlberg, fig. 5K.

2011. *Baltograptus vacillans* (Tullberg), Toro *et al.*, lám. 1, figs. 5, 13

2012. *Baltograptus vacillans* (Tullberg), Vento *et al.*, fig. 5H.

2013. *Baltograptus vacillans* (Tullberg), Toro y Vento, figs. 5.10-11.

2017. *Baltograptus vacillans* (Tullberg), Toro, *et al.*, fig. 2.3.

2018. *Baltograptus vacillans* (Tullberg), Toro y Maletz, p. 63.

Material. Se estudiaron tres ejemplares preservados como compresiones carbonosas, que llevan los números MUÑ1/2, MUÑ1/3.

Descripción. Ejemplares declinados y de pequeño tamaño, preservados en vista reversa, en los que es posible observar el canal de cruce isograptido (Fig. 17.1). El largo de las sículas varía de 1,7 a 2 mm, con un ancho apertural de 0,3 a 0,5 mm. La pared ventral libre de la sícula es de 0,3-0,4 mm. Los estipes alcanzan los 4,25 mm de largo máximo y presentan una suave convexidad proximal del borde dorsal. El ángulo de divergencia de los estipes es de 110-130°, disminuyendo rápidamente a 60-105° en la parte proximal y manteniéndose constante a partir de la T2. El ancho de los estipes es de 0,81-0,91 mm a la altura de la abertura de T1¹ y aumenta en algunos a 1 mm desde la T2 y se mantiene constante. En uno de los ejemplares no se registra el ensanchamiento, sino que se mantiene el ancho constante desde la T1¹. Las tecas son rectas y simples. El margen apertural es cóncavo y algunas poseen paredes ventrales levemente curvadas hacia su extremo distal. Las tecas miden entre 1 y 1,4 mm de largo, en tanto que su ancho varía entre 0,25 y 0,37 mm. Las mismas forman ángulos de 25° a 35° con el margen dorsal de los estipes y se traslapan en 1/2 de su longitud.

Discusión. Las características morfométricas de los ejemplares analizados permiten establecer similitudes con la especie *Baltograptus vacillans*. El tamaño de la sícula y el ancho de los estipes coinciden con las descripciones originales de la especie. También son comparables con *Baltograptus deflexus*, pero esta especie posee brotación de tipo *artus* y un menor ancho proximal de los estipes.

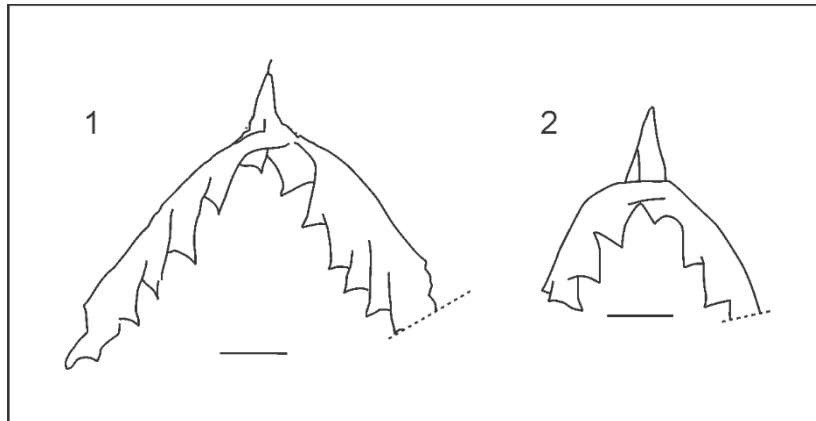


Figura 17. *Baltograptus vacillans*, Biozona de *Tetragraptus akzharensis*, sección de Muñayoc. 1. Ejemplar MUÑ 1/2. 2. Ejemplar MUÑ 1/8. | Escala gráfica= 1 mm.

Procedencia y distribución. Los registros se encontraron únicamente en el tramo inferior de la sección de Muñayoc (Fig. 22), correspondiente a la Biozona de *Tetragraptus akzharensis*. En estos depósitos también se reconoció la presencia de *Acrograptus filiformis*, *Tshallograptus fruticosus* y *Corymbograptus v-fractus*.

En Argentina la primera mención de *Baltograptus vacillans* fue realizada por Loss (1951) en depósitos “arenigianos” del cerro San Bernardo (Salta) y en la localidad de Purmamarca (Jujuy). Luego, la especie fue registrada en sedimentitas de la misma edad en el área de La Ciénaga de Purmamarca (según Ortega y Rao, 1994), y reconocida en estratos asignados a la Biozona *B. cf. B. deflexus* de las quebradas Los Colorados, Los Perros (en Sierra de Cajas) y Chamarra, que posteriormente fueron reasignados a la Biozona de *Tetragraptus akzharensis* (Toro y Maletz, 2007; Toro y Vento, 2013). *B. vacillans* también fue hallada en las quebradas Agua Blanca, Agua Chica y

Lumará, en depósitos de la Formación Acoite correspondientes a la Biozona de *T. akzharensis* (Toro, 1994b, 1995, 1997a).

En la Puna, Bahlburg *et al.* (1990) mencionan la presencia de *Baltograptus* cf. *B. vacillans* (“*Corymbograptus* cf. *vacillans*”) en secciones correspondientes al cordón de Escaya, en el sector norte del CMSCE.

La presente constituye la primera mención de *Baltograptus vacillans* en la sección de Muñayoc y permite confirmar la presencia de este taxón en la región de la Puna.

Baltograptus vacillans fue descrito por primera vez por Tullberg (1880) en la Biozona de “*Didymograptus* (s.l.) *balticus*” de Suecia. En Baltoescandinavia la especie se extiende a lo largo de la biozona homónima (Egenhoff y Maletz, 2007; Maletz y Ahlberg, 2011). Registros de esta especie fueron localizados también en el sur de Bolivia, en depósitos asignados al Floiano (Biozona de *Expansograptus holmi*) (Egenhoff *et al.*, 2004; Toro y Maletz, 2018), y en el sur de China (Mu *et al.*, 2002).

Baltograptus* cf. *B. deflexus

(Lám. 3, Figs. 3-4; Fig. 18.1)

1994. *Baltograptus* cf. *deflexus* (Elles y Wood), Maletz, fig. 6F (erróneamente indicado como 6G en la explicación de la figura); lám. 1, fig. A.

1995. *Baltograptus varicosus* (Wang), Cooper *et al.*, p. 190.

2004. *Baltograptus varicosus* (Wang), Cooper *et al.*, p. 12, fig. 9m.

2007. *Baltograptus* sp. nov., Toro y Maletz, p. 494, figs. 4E, 5A-D.

2011. *Baltograptus* sp., Toro *et al.*, lám. 1, fig. 3

2011. *Baltograptus* sp. cf. *B. deflexus*, Maletz y Ahlberg, p. 356.

Material. Se analizaron ocho ejemplares preservados como compresiones carbonosas. El material ilustrado se encuentra numerado como MUÑ5/1 y MUÑ5/2.

Descripción. Tubarios de hábito deflexo, con su margen dorsal proximalmente convexo y distalmente cóncavo. Poseen sículas delgadas con un largo promedio de 1,45 mm y un ancho del margen apertural de 0,2 mm. La parte ventral libre de la sícula es pequeña y no alcanza los 0,2 mm. La T1¹ tiene una brotación baja, a 07-08 mm del ápice de la sícula. El desarrollo proximal es isográpido.

Los estipes alcanzan un largo máximo de 12,3 mm, y se ensanchan desde 0,6-0,7 mm en la apertura de la T1¹ hasta 1,0-1,2 mm distalmente. El ancho máximo suele alcanzarse en las tecas donde el estipe desarrolla la concavidad dorsal, luego el ancho decrece levemente y se mantiene constante. En los ejemplares evaluados, este cambio de orientación se da entre las tecas 3 y 5.

Las primeras tecas divergen de los estipes con un ángulo mayor a 50°, que rápidamente decrece y distalmente forman ángulos más regulares que oscilan alrededor de los 35°. El traslapamiento es de 1/2 del largo tecal y se han contado entre 13 y 15 tecas cada 10 mm.

Discusión. Los ejemplares se asemejan a *Baltograptus jacksoni* (Rushton, 2011), pero hasta tanto se revise todo el material del NOA asignado al género *Baltograptus* con criterios morfométricos cuantitativos, preferimos mantener la asignación del material analizado a *Baltograptus* cf. *B. deflexus* (= *Baltograptus* sp. nov., sensu Toro y Maletz, 2007) debido a la similitud morfológica general y el hábito típicamente deflexo, pero con brotación de tipo isográpido. Las características morfométricas de la sícula y los estipes del material estudiado son levemente menores a las señaladas por Toro y Maletz (2007) y Rushton (2011) en la descripción de las especies propuestas por ambos trabajos, pero la deformación tectónica podría ser la causante de estas diferencias.

Si bien los registros argentinos se clasificaron históricamente como *Baltograptus v-deflexus* y *B. deflexus*, nuestro material puede diferenciarse de la primera especie por carecer de virguela, y de la segunda por su desarrollo proximal isográpido y el mayor ancho que alcanzan los estipes. Por otra parte, baltograptidos del grupo de *B. turgidus* se diferencian de *B. cf. B. deflexus* por su

morfología proximal característica, con ensanchamiento proximal de los estipes mucho más notable y convexidad proximal de los estipes más marcada.

Procedencia y distribución. La especie *B. cf. B. deflexus* fue encontrada únicamente en el nivel 5 de la sección de Muñayoc (Fig. 22). En este nivel también fueron registrados *Acrograptus filiformis*, *Tshallograptus fruticosus*, *Expansograptus holmi*, *Baltograptus kurcki*, *Pseudophyllograptus cf. P. densus*, *Tetragraptus quadribrachiatus* y *T. reclinatus*.

La especie fue reconocida en distintas secciones donde aflora la Formación Acoite. En la quebrada Los Perros (borde oriental de la Sierra de Cajas), en las quebradas Agua Chica y Lumará (parte norte de la Sierra de Aguilar), en las quebradas Chamarra y Los Colorados (Toro 1994b, 1997a) y en la quebrada Quinilicán (Sierra de Aguilar) por Vento *et al.* (2012).

Es importante destacar que los registros reconocidos como *Baltograptus cf. B. deflexus* se mencionan por primera vez aquí en la sección de Muñayoc y permiten ampliar la distribución del taxón a la región de la Puna.

Material identificado como *Baltograptus sp. cf. B. deflexus* fue descrito también por Maletz y Ahlberg (2011) en la biozona homónima reconocida en perforaciones de Suecia, y por Zhang y Zhang (2014) en niveles equivalentes, ubicados en el sur de China.

Baltograptus cf. B. extremus (Maletz y Slovacek, 2013)

(Fig. 18.2)

2011 *Baltograptus sp.* 1 Maletz y Ahlberg, fig. 5C.

2013 *Baltograptus extremus sp. nov.* Maletz y Slovacek, p. 13, figs. 2, 3B, 9-10.

Material. Se cuenta con un ejemplar preservado como compresión carbonosa. El mismo fue ilustrado y es reconocido con las siglas SR2/5.

Diagnosis (traducción de Maletz y Slovacek, 2013). Especie deflexa de *Baltograptus* con sícula elongada y desarrollo proximal tipo *artus*; estipes delgados de márgenes paralelos; tecas con traslapamiento moderado (ca. del 50%) y baja inclinación ($>30^\circ$).

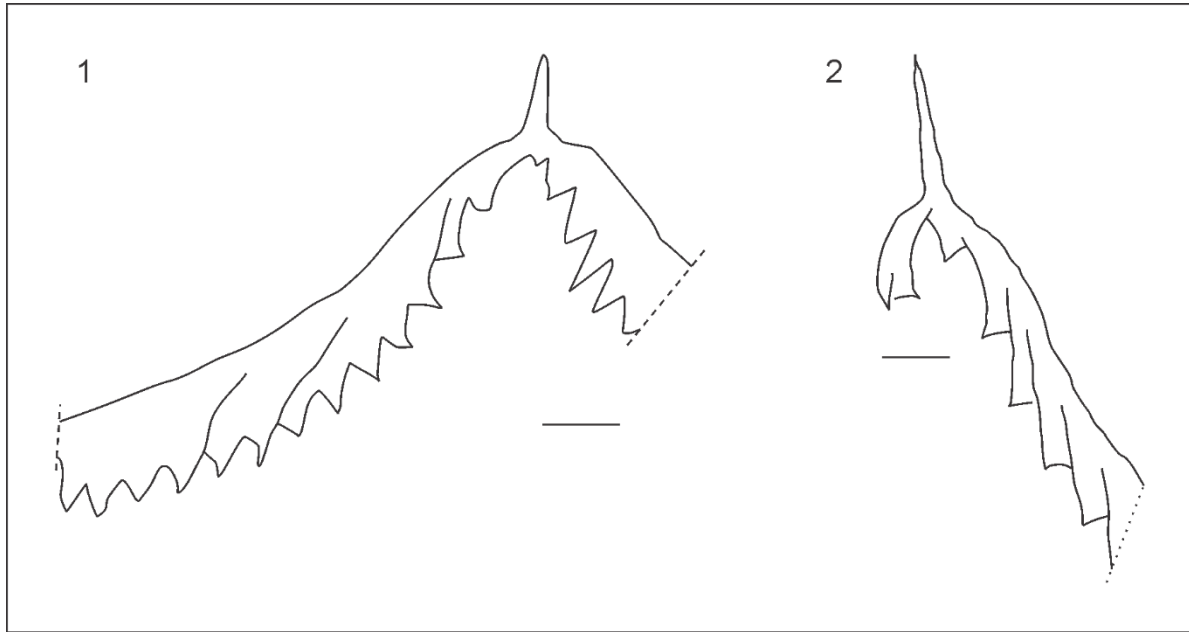


Figura 18. 1. *Baltograptus* cf. *B. deflexus*, Biozona de *Baltograptus* cf. *B. deflexus*, sección de Muñayoc, ejemplar MUÑ 5/6. 2. *Baltograptus* cf. *B. extremus*, Biozona de *Didymograptellus bifidus*, sección del río Santa Rosa, ejemplar SR 2/5. Escala gráfica= 1 mm.

Descripción. El ejemplar posee una sícula muy larga y delgada, de 2,85 mm de largo, 0,41 mm de ancho apertural y 0,67 mm de longitud de la parte ventral libre.

De la sícula divergen estipes pendientes: el primero de ellos lo hace con un ángulo de 125° y sólo se conserva la $T1^1$ y el inicio de la $T2^1$; aquí el estipe alcanza un ancho de 0,62 mm. La segunda serie tecal diverge con un ángulo de 145° ; de ésta se conservan cuatro tecas completas, alcanzando un largo de 4,75 mm. A la altura de la $T1^2$ el ancho del estipe es de 0,94 mm, ensanchándose lenta y progresivamente hasta alcanzar 1,08 mm de ancho a la altura de la abertura de la $T4$.

Las tecas son varias veces más largas que anchas (aproximadamente 4,5:1), con longitudes tecales que van de 1,72 a 2,05 mm, y el ancho de las mismas es de 0,41 mm. El ángulo con el que

divergen del eje de los estipes es de 20° a 25°. El largo medido entre la apertura de una teca y la apertura de segunda teca consecutiva (2TRD) en la región proximal registrado varía entre 1,93 y 2,05 mm; en tanto el traslapamiento tecal es de 1/3 a 1/2.

Discusión. El ejemplar es comparado con la especie *Baltograptus extremus* por la destacable similitud con ejemplares presentes en la bibliografía (Maletz y Slovacek, 2013, figs. 2, 9). Muchas características morfológicas coinciden con la descripción original como el ancho proximal de los estipes y el traslapamiento, en tanto otras características son levemente mayores a las de la descripción como el largo sicular (alcanza hasta 2,3 mm), el ancho distal (llega a 0,8 mm) y el 2TRD proximal (de 1,7 a 1,9 mm). Hasta no contar con más ejemplares mejor preservados en los que se pueda confirmar características como el desarrollo proximal y la altura en la que brota la T1¹ de la sícula, elegimos sólo comparar nuestro registro a la especie *B. extremus*.

La especie *Baltograptus extremus* se puede diferenciar de *B. deflexus* por su sícula de mayor longitud y sus tecas más elongadas. Pueden encontrarse algunas similitudes entre especies del género *Corymbograptus* y *B. extremus*, pero los primeros presentan estipes más robustos.

Procedencia y distribución. El registro de *Baltograptus* cf. *B. extremus* se asocia a las especies *B. deflexus*, *B. minutus* y *Tetragraptus serra* en el nivel 2 de la sección del río Santa Rosa (Fig. 23).

La especie ha sido registrada únicamente en dos localidades de Suecia, por lo que este registro constituye la primera mención del taxón en Sudamérica.

Género *Cymatograptus* Jaanusson, 1965

Especie tipo. *Didymograptus undulatus* Törnquist, 1901

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Tubario delgado, horizontal a subhorizontal o declinado; tecas simples con inclinación moderada y algunas especies con plegamientos protecales; sícula relativamente larga y delgada con prosícula pequeña (menos de 1/4 del largo sicular); porción

supradorsal de la sícula prominente y con la parte ventral libre larga; desarrollo proximal tipo isográpido, dextral o tipo *artus*, dextral o sinistral; origen de T1¹ bajo en la prosícula.

Cymatograptus protobalticus (Monsen, 1937)

(Lám. 3, Figs. 5-6; Fig. 19.1)

1933. *Didymograptus patulus* (J. Hall), Elles, p. 100, fig. 9.

1937. *Didymograptus protobalticus* sp. nov., Monsen, p. 138, lám. 3, figs. 2-3, 40; lám. 9, fig. 5.

1992. *Cymatograptus protobalticus* (Monsen), Maletz, p. 142, figs. 54.1; 74.1-12; 72.3.

1996b. *Didymograptus* (s.l.) *protobalticus* (Monsen), Maletz, p. 111, figs. 2A-E; 3C, F-H.

1997a. *Didymograptus* (s.l.) *protobalticus* (Monsen), Toro, lám. II, fig. 11.

2004. *Cymatograptus protobalticus* (Monsen), Egenhoff *et al.*, fig. 5j.

2011. *Cymatograptus protobalticus* (Monsen), Maletz y Ahlberg, fig. 3J.

2012. *Cymatograptus protobalticus* (Monsen), Vento *et al.*, fig. 6F.

2013. *Cymatograptus protobalticus* (Monsen), Toro y Vento, fig. 5.1.

Material. Se cuenta con un ejemplar adulto, preservado como compresión carbonosa, y del cual se han recuperado el molde y el contramolde. El material ilustrado se reconoce con las silgas MUÑ4/1.

Descripción. Tubario robusto, de gran tamaño y suavemente convexo en la parte proximal. El margen dorsal es cóncavo hacia la parte distal del tubario, mientras que su margen ventral presenta aspecto aserrado. Posee una sícula grande y robusta de 3,3 mm de largo y 0,4 mm de ancho apertural.

Los estipes se ensanchan suave y progresivamente desde 1,3 en la abertura de las T1 hasta alcanzar un ancho máximo de 2,2 en T12. Los mismos divergen formando un ángulo entre ellos de 80°, pero rápidamente aumenta a 160° a nivel de la T2 y la T3.

La pobre preservación del material dificulta la estimación del ángulo de divergencia tecal y el traslapamiento. Aunque se estima un espaciamiento de 13 tecas en 10 mm.

Discusión. La morfología general del tubario coincide con aquella descrita e ilustrada para la especie *Cymatograptus protobalticus* (Maletz, 1996b). Otras características morfométricas, como el largo de la sícula, el ángulo de divergencia y el ancho de los estipes, concuerdan también con las de *C. protobalticus*.

Si bien el aspecto general del tubario puede recordar a *Cymatograptus balticus*, la sícula de esta última especie es mayor, mientras que en *C. protobalticus* los estipes alcanzan mayores anchos. También se diferencian en que *C. protobalticus* alcanza un mayor ángulo de divergencia distal de los estipes que *C. balticus*, acercándose más al hábito horizontal. Se puede diferenciar de *Corymbograptus v-fractus* y las distintas subespecies de este taxón por no presentar la marcada convexidad proximal de dichas formas deflexas.

Procedencia y distribución. *C. protobalticus* proviene del nivel 4 de la sección de Muñayoc (Fig. 22). En este nivel, donde se reconoce la Biozona de *Tetragraptus akzharensis*, también se registra la presencia de *Corymbograptus v-fractus* y *Tshallograptus fruticosus*.

En la Cordillera Oriental, los registros de *Cymatograptus protobalticus* provienen de los niveles de la Formación Acoite correspondientes a la Biozona de *Tetragraptus akzharensis*, aflorantes en el área de Los Colorados y en la Sierra de Aguilar (Toro, 1994a, 1997a; Toro y Vento, 2013). Esta especie también fue hallada en la quebrada Amarilla, Sierra de Cajas (Ortega *et al.*, 1998) en intervalos relacionados a la Biozona de *T. akzharensis*.

Estos registros constituyen la primera mención de *Cymatograptus protobalticus* en la sección de Muñayoc y extiende su distribución espacial a la región de la Puna.

La especie fue descrita por primera vez en niveles asignados a las biozonas de *Tetragraptus phyllograptoides* y *Paratetragraptus approximatus* de Noruega (Monsen, 1937). Otros registros de esta especie provienen de Gran Bretaña (Jackson, 1979), Bolivia (Toro y Maletz, 2018, y referencias que allí se mencionan) y Baltoescandinavia (Egenhoff y Maletz, 2007; Maletz y Ahlberg, 2011).

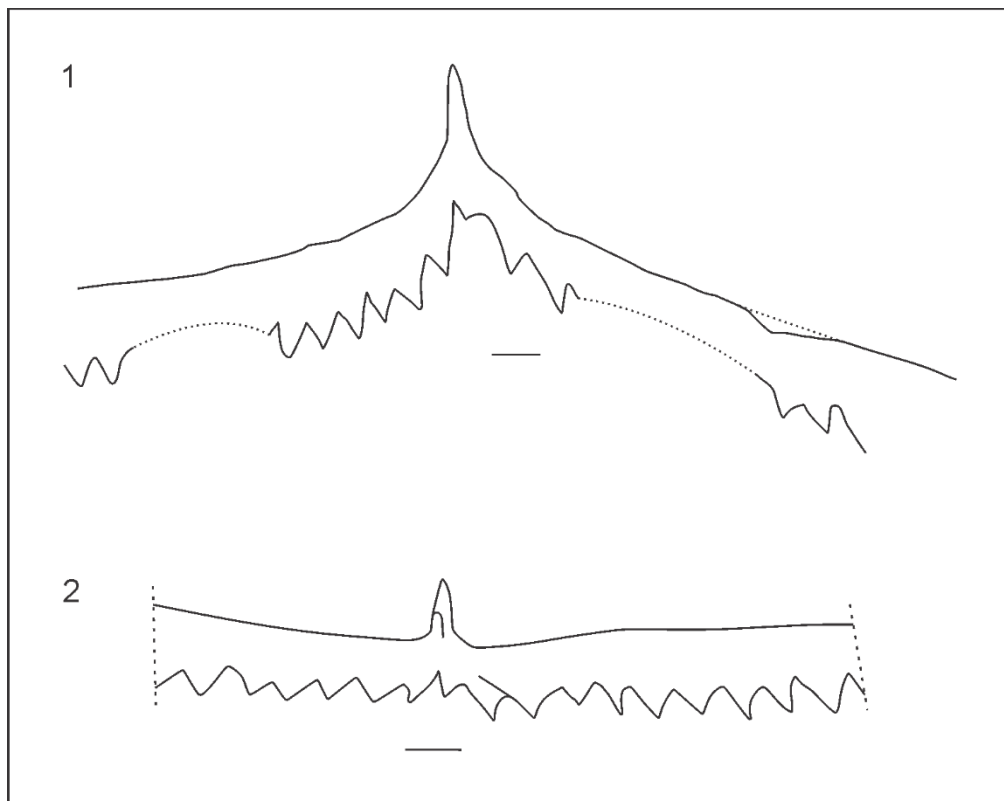


Figura 19. 1. *Cymatograptus protobalticus*, Biozona de *Tetragraptus akzharensis*, sección de Muñayoc, ejemplar MUÑ 4/1. **2.** *Expansograptus holmi*, Biozona de *Baltograptus* cf. *B. deflexus*, sección de Muñayoc, ejemplar MUÑ 5/3. Escala gráfica= 1 mm.

Género *Expansograptus* Bouček y Příbyl, 1951

Especie tipo. *Graptolithus extensus* Hall, 1858

Diagnosis (traducción de Maletz, *et al.*, 2018b). Didymograptidos más o menos horizontales con desarrollo proximal isograptido, dextral; parte proximal de la sícula perpendicular a los estipes; aperturas sicular y tecaes rectas, sin modificaciones; origen de T1¹ bajo en la prosícula; ensanchamiento del estipe variable; canales de cruce ubicados más o menos simétricamente sobre la sícula; el canal de cruce 1 es inicialmente mucho más ancho que el canal de cruce 2; sutura isograptida de largo variable.

Expansograptus holmi (Törnquist, 1901)

(Lám. 3, Figs. 7-8; Fig. 19.2)

1901. *Didymograptus holmi*, Törnquist, p. 12, lám. I, figs. 15-18.

1937. *Didymograptus holmi* (Törnquist), Monsen, p. 94, lám. 1, figs. 1, 9, 11, 14.

1996a. *Didymograptus (Expansograptus) holmi* (Törnquist), Maletz, p. 206; figs. 1B. D-I; 3 A-B.

1997a. *Didymograptus* (s.l.) *holmi* (Törnquist), Toro, lám. II, figs. 6-7.

2004. *Expansograptus holmi* (Törnquist), Egenhoff *et al.*, fig. 5g.

2008. *Expansograptus holmi* (Törnquist), Toro y Maletz, fig. 5: 1.

2013. *Expansograptus holmi* (Törnquist), Toro y Vento, fig. 5, 12.

2018. *Expansograptus holmi* (Törnquist), Toro y Maletz, p. 66, fig. 4.4.

Material. Numerosos tubarios preservados como compresiones carbonosas. Se han ilustrado los ejemplares denominados MUÑ5/3, MUÑ5/4.

Descripción. Tubario de hábito extensiforme con sícula prominente de 1,98 a 2,16 mm de longitud y apariencia delgada. El ancho de la apertura sicular varía entre 0,32 y 0,46 mm y el largo de la pared libre de la sícula alcanza 0,4-0,44 mm. La sícula se presenta prácticamente perpendicular a los estipes con la porción distal levemente curvada hacia la serie tecal 2. La porción dorsal libre de la sícula y la T1¹ alcanza entre 0,88 y 1,12 mm de largo, con un ancho que varía de 0,4 a 0,52 mm.

Los estipes son generalmente horizontales con un ancho variable entre 1,00 y 1,12 mm en la T1¹, que aumenta hasta alcanzar entre 1,52 y 1,68 mm distalmente y una longitud máxima de 1 mm.

Las tecas poseen un ángulo de inclinación tecal que varía entre 25° y 40° en la región proximal, y de 35° a 55° distalmente. Se traslapan de 1/2 a 2/3 de su largo y el espaciamiento tecal estimado es de aproximadamente 14 tecas en 10 mm.

Discusión. Los ejemplares estudiados se asignan a la especie *Expansograptus holmi* por la similitud de las características siculares descritas, forma general del tubario y ancho de los estipes.

Procedencia y distribución. Los registros de *Expansograptus holmi* provienen del nivel 5 de la sección de Muñayoc (Fig. 22), y se encuentran asociados a *Tshallograptus fruticosus*, *Acrograptus filiformis*, *Tetragraptus quadribrachiatus*, *T. reclinatus* y *Baltograptus* cf. *B. deflexus*.

Otros registros de esta especie, correspondientes a las Biozonas de *Tetragraptus akzharensis* y *Baltograptus* cf. *B. deflexus*, se encuentran en distintas secciones de la Cordillera Oriental, como Los Colorados, Agua Blanca, Quinilicán y Lumará (Toro, 1995, 1997a; Toro y Brussa, 2003; Toro y Maletz, 2008; Toro y Vento, 2013).

Éste constituye el primer registro de *Expansograptus holmi* en la sección de Muñayoc, permitiendo expandir la distribución espacial del mismo a la región de la Puna.

La especie fue hallada y descrita originalmente por Törnquist (1901) para la Biozona de *Tetragraptus phyllograptoides*. Posteriormente, Williams y Stevens (1988) la describieron en el oeste de Terranova, Canadá, y Maletz y Ahlberg (2011) en Baltoescandinavia. Por su parte, Mu *et al.* (2002) mencionan su presencia en el sur de China. También fue mencionada en Bolivia, en la biozona homónima (Toro y Maletz, 2018, y referencias allí mencionadas).

Familia **PTEROGRAPTIDAE** Mu, 1950

Descripción (traducción de Maletz *et al.* 2018b). Graptoloideos de dos estipes, pendientes a deflexos, y horizontales; ramificación cladial en algunos taxones formando tubarios secundariamente multirramosos; sícula cónica, con ensanchamiento distintivo hacia la apertura y con prosícula pequeña, o de bordes paralelos con prosícula ancha; sícula con espina virguelar dorsal distintiva y origen antivirguelar de T1¹; las tecas son tubos simples, ensanchados con desarrollo moderado del rutelo; desarrollo proximal isográpido o tipo *artus*, dextral.

Género *Didymograptellus* Cooper y Fortey, 1982

Especie tipo. *Graptolithus bifidus* Hall, 1865

Diagnosis. Sícula simple de bordes paralelos con apertura casi recta y una espina virguelar dorsal prominente; prosícula larga, al menos 1/3 a 1/2 del largo sicular; desarrollo proximal isográpido, dextral, con el origen de la T1¹ alto, ubicado en la prosícula; canales de cruce bajos en la sícula; tecas simples dichográpidas con aperturas rectas; tubario de hábito pendiente.

Didymograptellus bifidus (J. Hall, 1858)

(Lám. 4, Figs. 1-3; Fig. 20.1)

1858. *Graptolithus bifidus* sp. nov., J. Hall, p. 130.

1865. *Graptolithus bifidus* (J. Hall), J. Hall, p. 73, lám. I, figs. 16-18; lám. 3, figs. 9-10.

parcial 1988. *Didymograptus (Didymograptellus) bifidus* (J. Hall), Williams y Stevens, p. 41, lám. 12, fig. 1; lám. 13, figs. 9, 12-13; lám. 18, figs. 9-11; figs. 28A-DD (no lám. 13, fig. 8 (= *Yutagraptus mantuanus*); lám. 13, figs, 10-11 (= *Tshallograptus fruticosus*)).

1994. *Didymograptellus bifidus* (J. Hall), Maletz, fig. 7D.

- 1994b. *Didymograptellus bifidus* (J. Hall), Toro, lám. 1, figs. 2-3, 6; lám. 2, figs. 1-5.
- 1997a. *Didymograptellus bifidus* (J. Hall), Toro y Brussa, fig. 3d-e.
1999. *Didymograptellus* sp. cf. *D. bifidus* (J. Hall), Martínez *et al.*, fig. 2.
1999. *Didymograptellus bifidus* (J. Hall), Martínez *et al.*, fig. 2.
2010. *Didymograptellus bifidus* (J. Hall), Maletz, p. 433, figs. 11A-E, G, H, 12A, E-H, J, K.
2018. *Didymograptellus bifidus* (J. Hall), Toro y Maletz, p. 66, figs. 4.6-7.

Material. Se hallaron numerosos ejemplares preservados como compresiones carbonosas, de los que la gran mayoría se ve afectada por esfuerzos tectónicos sufridos durante la diagénesis. Los ejemplares ilustrados llevan los números MUÑ11/1, MUÑ11/2 y MUÑ11/3.

Diagnosis (traducción de Maletz, 2010). Especie de *Didymograptellus* de tubario pendiente con sícula pequeña de bordes paralelos; ancho de los estipes variables, dado por el crecimiento tecal continuo; desarrollo proximal isograptido con origen de T1¹ en la parte media de la prosícula.

Descripción. Tubario de hábito pendiente, con sícula pequeña y robusta, que varía entre 1,1 y 1,4 mm de largo, en tanto el ancho del margen apertural es de 0,32-0,4 mm y la pared libre ventral es de 0,26 mm.

Los estipes, divergen de la sícula con ángulos que varían de 100° a 140° y se curvan rápidamente hacia abajo ubicándose paralelos a subparalelos entre sí. El ancho proximal de los estipes, medido en la abertura de T1, varía entre 0,6 y 0,9 mm. Distalmente los estipes se ensanchan alcanzando un ancho máximo de 1,4 mm.

Las tecas poseen márgenes rectos, que divergen formando ángulos variables entre 25° y 45°. El traslapamiento es de 1/2 a 2/3 del largo tecal, otorgando un aspecto aserrado al borde ventral de los estipes. Las tecas se disponen de 14 a 18 tecas cada 10 mm.

Discusión. Los ejemplares son asignados a *Didymograptellus bifidus* debido al aspecto general y dimensiones del tubario que coinciden con la descripción de la especie *D. bifidus*.

Debido a la preservación, algunos ejemplares juveniles pueden confundirse con *Baltograptus minutus*, que se diferencia de la especie estudiada principalmente en el tipo de desarrollo proximal. Sin embargo, el material asignado a *D. bifidus* presenta sícula más pequeña y robusta y menor espaciamiento tecal.

Procedencia y distribución. Los registros de *D. bifidus* se distribuyen en el tramo medio de la sección de Muñayoc (Fig. 22), en niveles asignados a la biozona homónima. Se encuentra asociada a *Pseudophyllograptus* cf. *P. densus*, *P. angustifolius*, *Baltograptus kurcki*, *B. deflexus* y *B. minutus*

En la Cordillera Oriental se encontraron registros de *Didymograptellus bifidus* en la parte superior de la Formación Acoite del área de Los Colorados, en la provincia de Jujuy (Toro, 1994b, 1995). También se registró en niveles equivalentes ubicados hacia Norte, en el área de Santa Victoria, provincia de Salta (Toro *et al.*, 2015), y en el área de Yavi (Vento, 2013; Toro y Lo Valvo, 2017).

En la región de la Puna fue hallado *D. bifidus* en la sección de Muñayoc (Martínez *et al.*, 1999). Por su parte, Maletz (en Bahlburg *et al.*, 1990) reconoció *D. cf. bifidus* en la Formación Aguada de La Perdiz, en el norte de Chile, en niveles volcaniclásticos considerados parte de la faja occidental de la Puna (García *et al.*, 1962).

En la cuenca de Famatina, existen registros de *D. bifidus* en la Formación Suri, en el río Saladillo Chico, provincia de La Rioja (Toro y Brussa, 1997b).

La especie fue definida por Hall (1858) en depósitos del Arenigiano Medio en Canadá. La misma fue citada posteriormente en numerosas localidades de América del Norte (Williams y Stevens, 1988), de Australia (VandenBerg y Cooper, 1992), del sur de China (Mu *et al.*, 2002) y Noruega (Cooper y Fortey, 1982). Fue descrita por primera vez en Bolivia por Toro y Maletz (2018) en niveles correspondientes a la Biozona de *Baltograptus minutus*.

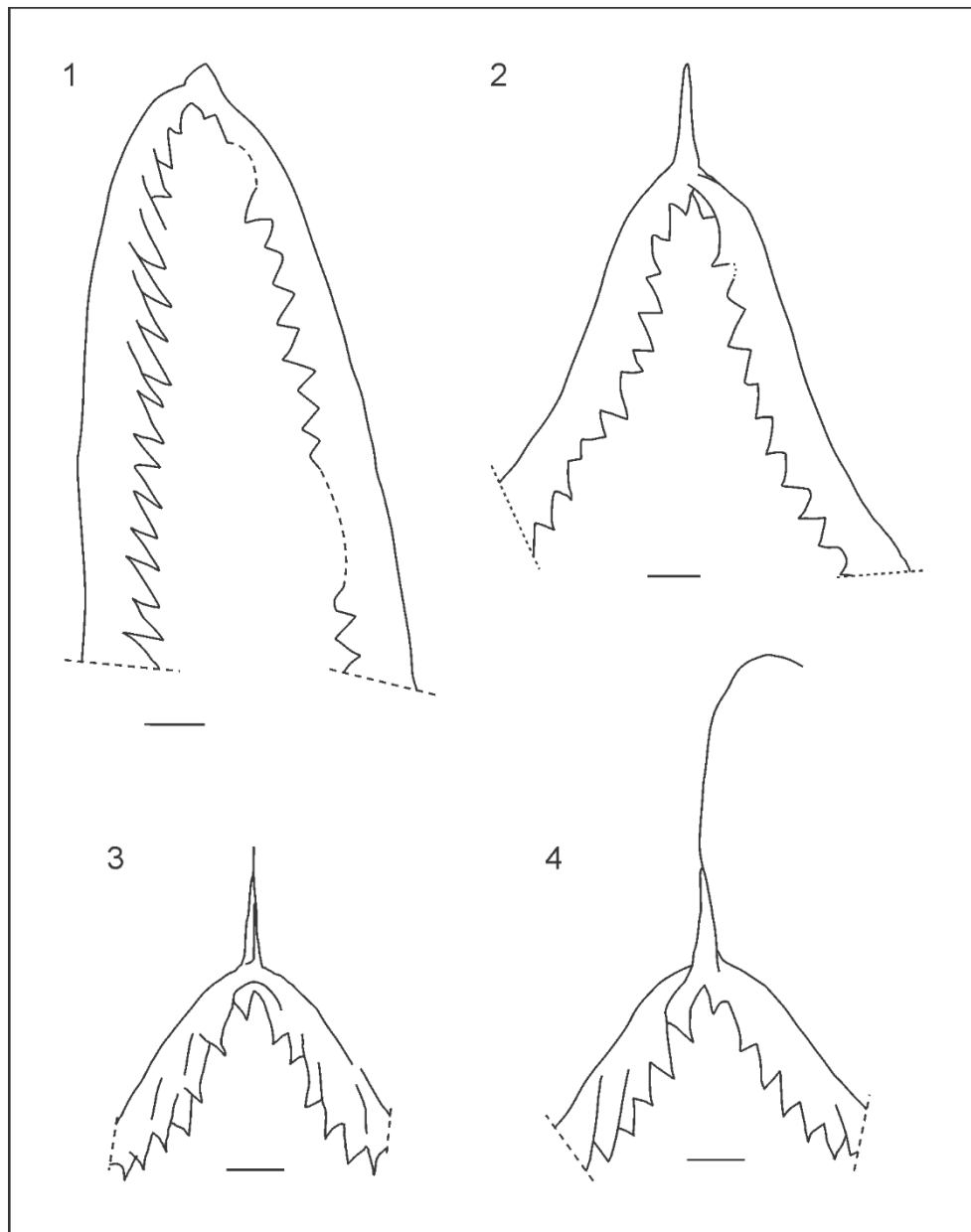


Figura 20. 1. *Didymograptellus bifidus*, Biozona de *Didymograptellus bifidus*, sección de Muñayoc, ejemplar MUÑ 11/3. 2,3,4. *Corymbograptus v-fractus*, Biozona de *Tetragraptus akzharensis*, sección de Muñayoc. 2. Ejemplar MUÑ 3/1. 3,4. Ejemplar MUÑ 1/4 (molde y contramolde). Escala gráfica= 1 mm.

Familia **PHYLLOGRAPTIDAE** Lapworth, 1873

Descripción (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Graptoloideos con estipes en número de dos a cuatro, pendientes a horizontales, reclinados, reflexos, y escandentes, birradiados, producidos a partir de una dicotomía proximal y con T3¹ y T3² como únicas tecas dicalicales distales; sícula

cónica, con ensanchamiento distintivo hacia la apertura, con rutelo y prosícula pequeños; las tecas son tubos simples, ensanchados comúnmente con rutelo distintivo; desarrollo proximal isográpido, dextral.

Género *Corymbograptus* Obut y Sobolevskaya, 1964

Especie tipo. *Didymograptus v-fractus* Salter, 1863

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Filográpido de dos estipes, deflexos, con ensanchamiento distal de los estipes distintivo; desarrollo proximal tipo isográpido, dextral; origen de T1¹ en la parte baja de la prosícula; canales de cruzamiento bajos en la sícula; sícula larga y delgada, con prosícula *mitre-shaped* como en *Tshallograptus*.

Corymbograptus v-fractus (Salter, 1863)

(Lám. 4, Figs. 4-5, 7; Fig. 20.2-20.4)

1863. *Didymograptus v-fractus*, Salter, p. 138, fig. 13e.

1901. *Didymograptus v-fractus* (Salter), Elles y Wood, p. 33, lám. II, figs. 10A-b; fig. 21.

1937. *Didymograptus v-fractus* (Salter), Monsen, p. 143, lám. 3, figs. 7, 13; lám. 10, figs. 6-7.

1951. *Didymograptus v-fractus* (Salter), Loss, p. 53, lám. I, fig. 24.

1994a. *Corymbograptus v-fractus* (Salter), Toro, p- 75, lám. 17, figs. 5-6; figs. 10.1C-D.

2011. *Corymbograptus v-fractus* (Salter), Rushton, p. 320, figs. 1A-F, G?.

Material. Se hallaron múltiples ejemplares preservados como películas carbonosas. La mayoría son estadios juveniles que muestran la sícula característica del género, aunque también se encontraron ejemplares adultos. El material ilustrado se identifica como MUÑ4/1, MUÑ3/1 y MUÑ1/4.

Descripción. Colonias de hábito deflexo (Fig. 20.2). Los ejemplares analizados presentan sículas largas y delgadas que varían entre 2,63 y 2,86 mm de largo, con un ancho apertural que va desde 0,28 a 0,44 mm, en la que se observó la presencia de un nema largo (Fig. 20.4). La parte ventral libre de la sícula alcanza hasta 0,5 mm. La brotación de la T1¹ se ubica en la parte alta de la sícula (Fig. 20.3). Se interpreta un desarrollo proximal isográpido en base a la presencia del canal de cruce isográpido en los ejemplares (Fig. 20.3).

Los estipes alcanzan un largo máximo de 8,2 mm y se ensanchan desde 0,7-1,1 mm a la altura de la abertura de T1¹ hasta un ancho máximo de 1,3-1,75 mm donde se forma la convexidad del margen dorsal de la serie tecal, la cual se ubica entre las T4 y T6. El ángulo de divergencia de los estipes varía entre 105° y 125°.

Las tecas forman ángulos que varían entre 30° y 40° con respecto al eje de los estipes. Se estimó un espaciamiento de 12,5 a 14 tecas en 10 mm.

Discusión. Los ejemplares descritos fueron asignados a *Corymograptus v-fractus* por su característica sícula delgada y muy larga, y la brotación alta de la primera teca, junto al hábito deflexo que presentan. El ángulo de divergencia de los estipes también coincide con los descriptos previamente en la bibliografía (Toro, 1994a). Si bien el ancho de los estipes es variable, los más robustos coinciden con los descriptos para *C. v-fractus* y los delgados con subespecies reconocidas como *C. v-fractus minor* (Li en Mu *et al.*, 1979), las características de la sícula sostienen la asignación a *C. v-fractus*. Asimismo, para *C. v-fractus tullbergi* (Monsen, 1937) las medidas de la sícula y del ancho de los estipes es mayor que las correspondientes a *C. v-fractus*. Si bien la densidad tecal (12,5 a 14 tecas cada 10 mm) es mayor que la usualmente descrita para *C. v-fractus* (entre 9,5 a 11 tecas cada 10 mm), la diferencia con los demás taxones comparados es aún mayor.

Procedencia y distribución. *Corymograptus v-fractus* se registra en los niveles inferiores de la sección de Muñayoc (Fig. 22), asociada a *Baltograptus vacillans*, *Acrograptus filiformis*, *Tshallograptus fruticosus*, *Tetragraptus quadribrachiatus* y *Cymatograptus protobalticus*. Estos niveles son referidos a la Biozona de *T. akzharensis*.

Los registros previos de *Corymbograptus v-fractus* (Salter) en Argentina son escasos y se encuentran restringidos a sedimentitas de la Cordillera Oriental, al igual que la única mención de la subespecie *C. v-fractus tullbergi* (Vento *et al.*, 2012). El primer registro de *C. v-fractus* es atribuido a Loss (1951) para esquistos asignados al Floiano temprano del cerro San Bernardo (Salta). Posteriormente, Martín *et al.* (1987) reconocen formas afines a *C. v-fractus* en la “Formación Sepulturas” (Jujuy). Toro (1997a) registró la especie en niveles asignados a la Biozona de *Tetragraptus akzharensis* de la quebrada de Agua Chica, pertenecientes a la Formación Acoite. En la Sierra de Mojotoro (Salta), en depósitos de la Formación San Bernardo fue reconocida la especie por Monteros (2005), en niveles asignados a la Biozona de *Baltograptus* cf. *B. deflexus*.

La especie *Corymbograptus v-fractus* se registra por primera vez en este trabajo en la sección de Muñayoc, extendiendo su rango espacial a la región de la Puna.

La especie fue descrita por primera vez por Salter (1863) a partir de ejemplares provenientes de Inglaterra. La presencia de *Corymbograptus v-fractus* ha sido registrada también en Noruega (Cooper y Fortey, 1982), Inglaterra (Rushton, 2011) y en el sur de China (Mu *et al.*, 2002).

Género *Pseudophyllograptus* Cooper y Fortey, 1982

Especie tipo. *Phyllograptus angustifolius angustifolius* J. Hall, 1858

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Filograptidos con cuatro estipes unidos a lo largo de sus márgenes dorsales, produciendo cortes longitudinales cruciformes; septo medial cruciforme, imperforado; desarrollo proximal isograptido, dextral.

Pseudophyllograptus angustifolius (J. Hall, 1858)

(Lám. 4, Fig. 6)

1858. *Phyllograptus angustifolius*, J. Hall, p. 139

1937. *Phyllograptus angustifolius* (J. Hall), Monsen, p. 211, lám. 18, fig. 3.

1979. *Phyllograptus angustifolius* (J. Hall), Degardin, p. 323, lám. 1, figs. 1, 3.

1982. *Phyllograptus angustifolius* (J. Hall), van Diggelen, foto 5.

1999. *Pseudophyllograptus angustifolius* cf. *angustifolius* (J. Hall), Martínez *et al.*, fig. 2.

1999. *Pseudophyllograptus angustifolius* cf. *elongatus* (J. Hall), Martínez *et al.*, fig. 2.

Material. Un gran número de ejemplares preservados como compresiones carbonosas. El ejemplar ilustrado se identifica con la sigla CEGH-UNC 24975.

Descripción. Colonia tetrabraquiada de hábito escandente con sus estipes fusionados a lo largo de sus márgenes dorsales. Tubario de aspecto general elongado, varias veces más largo que ancho. Los ejemplares más grandes son fragmentos de tubarios que alcanzan los 40 mm de longitud de los que no se preservan los extremos. En el ejemplar analizado rápidamente se alcanza el ancho máximo de 4,5 mm, aproximadamente en la T6, para luego angostarse levemente en sentido distal hasta alcanzar 3,9 mm. Finalmente, en el extremo distal se angosta abruptamente en las últimas 5-6 tecas.

Si bien no fueron reconocidas características del extremo proximal dado el nivel de preservación, sí se puede constatar la presencia de los cuatro estipes en ejemplares en los que la serie tecal superior está rota, dejando expuesta la inferior.

Se registró una distribución tecal de alrededor de 13 tecas en 10 mm. Las mismas están curvadas en su mitad distal y su pared ventral se prolonga más que el margen dorsal.

Discusión. El material estudiado coincide con las descripciones de la especie *Pseudophyllograptus angustifolius* por la morfología general de la colonia y las mencionadas características tecales. Se

diferencia de especies como *Phyllograptus anna* y *Pseudophyllograptus densus* por un mayor tamaño de la colonia y por alcanzar el ancho máximo en la región proximal de la misma.

Procedencia y distribución. Los registros aquí reconocidos como *Pseudophyllograptus angustifolius* se distribuyen en los dos tercios superiores de la sección de Muñayoc (Fig. 22), en niveles asignados a las Biozonas de *Didymograptellus bifidus* y *Azygograptus lapworthi*. Se los encuentra junto a *A. lapworthi*, *D. bifidus*, *Dichograptus octobrachiatus*, *P. cf. P. densus*, *Baltograptus kurcki* y *B. deflexus*.

En Argentina existen escasos registros del género *Pseudophyllograptus*. En la Precordillera fue mencionada la presencia de *Pseudophyllograptus* sp. en la Formación Sierra de la Invernada (Brussa, 1997a, b), en niveles asignados al Dp1 y posiblemente Dp2 (Biozonas de *Levisograptus austrodentatus* y *L. dentatus*, respectivamente) (Toro y Brussa, 2003) y también en el tramo medio de la Formación La Rinconada, junto a una graptofauna que fue asignada a la Biozona de *Holmograptus spinosus* (Dw2) por la presencia del conodonte homónimo (Ortega *et al.*, 2017).

La especie *Pseudophyllograptus angustifolius* fue registrada previamente sólo en la sección de Muñayoc (Martínez *et al.*, 1999), en donde sus registros fueron reconocidos como: *P. angustifolius* cf. *angustifolius* y *P. angustifolius* cf. *elongatus*.

Hall (1858) describió la especie por primera vez en base a registros provenientes de Canadá. Posteriormente, fue hallada en Australia, sur de China, Noruega, Francia y Bolivia (Degardin, 1979; Cooper y Fortey, 1982; VandenBerg y Cooper, 1992; Mu *et al.*, 2002; Toro y Maletz, 2018).

Pseudophyllograptus* cf. *P. densus (Törnquist, 1879)

(Lám. 4, Fig. 8)

1879. *Phyllograptus densus*, Törnquist, p. 447.

1890. *Phyllograptus densus* (Törnquist), Törnquist, p. 19, lám. I, fig. 15-17.

1937. *Phyllograptus densus* (Törnquist), Mosen, p. 206, lám. 5, figs. 11, 16, 19, 24, 34; lám. 18, figs. 6, 13.

1979. *Phyllograptus densus* (Törnquist), Degardin, p. 324, lám. 1, figs. 2, 6-7.

1982. *Phyllograptus densus* (Törnquist), van Diggelen, foto 6.

1999. *Pseudophyllograptus* sp. cf. *P. densus* (Törnquist), Martínez *et al.*, fig. 2.

2018. *Pseudophyllograptus densus* (Törnquist), Maletz y Ahlberg, figs. 5A, C-E.

Material. Una gran cantidad de ejemplares preservados como compresiones carbonosas. El ejemplar ilustrado es numerado como MUÑ6/4.

Descripción. Tubario de hábito escandente, tetrabraquiado con sus estipes fusionados a lo largo de sus márgenes dorsales. De aspecto general ovalado, casi tan ancho como largo. La longitud de los ejemplares alcanza 1 cm de longitud en los de mayor tamaño. En el ejemplar analizado se alcanza un largo de 9,7 mm y un ancho máximo de 7,7 mm, aproximadamente en la parte media de los estipes. Si bien el ancho máximo se encuentra en la parte media, varía levemente a lo largo de la colonia, a excepción de las primeras y últimas 2 a 3 tecas en donde la colonia se angosta muy rápidamente. Las tecas están curvadas en toda su longitud y en muchos casos las aberturas son paralelas al margen del tubario.

Si bien no fueron reconocidas características del extremo proximal dado el nivel de preservación, sí se puede constatar la presencia de los cuatro estipes en ejemplares en los que la serie tecal superior está rota, dejando expuesta la inferior.

Discusión. El material estudiado se asemeja a la especie *Pseudophyllograptus densus* por la morfología general de la colonia y las dimensiones. Todas ellas coinciden con las descritas en la bibliografía para la especie, pero por falta de material mejor preservado, donde puedan ser observadas características siculares y del desarrollo proximal, decidimos en este trabajo sólo comparar el material con dicho taxón.

Procedencia y distribución. La especie *Pseudophyllograptus* cf. *P. densus* se encuentra en el tramo medio de la sección de Muñayoc (Fig. 22), junto a *Baltograptus kurcki*, *B. minutus*, *B. deflexus*, *B. cf. B. deflexus*, *Expansograptus holmi*, *Didymograptellus bifidus*, *P. angustifolius*, *Tetragraptus quadribrachiatus*, *T. reclinatus*, *Acrograptus filiformis* y *Tshallograptus fruticosus*.

En Argentina existen escasos registros del género *Pseudophyllograptus*. En la Precordillera se mencionó la presencia de *Pseudophyllograptus* sp. en la Formación Sierra de la Invernada (Brussa, 1997a, b), en niveles asignados al Dp1 y posiblemente Dp2 (Biozonas de *Levisograptus austrodentatus* y *L. dentatus*, respectivamente) (Toro y Brussa, 2003) y también en el tramo medio de la Formación La Rinconada, junto a una graptofauna que fue asignada a la Biozona de *Holmograptus spinosus* (Dw2) por la presencia del conodonte homónimo (Ortega *et al.*, 2017).

La única mención relacionada a la especie *Pseudophyllograptus densus* se ubica en la sección de Muñayoc (Martínez *et al.*, 1999), en donde se reconoció *P. sp. cf. P. densus*.

La especie fue descrita a partir de fósiles canadienses por Hall (1858). También fue registrada su presencia en Australia (VandenBerg y Cooper, 1992), sur de China (Mu *et al.*, 2002), Noruega (Cooper y Fortey, 1982), Francia (Degardin, 1979) y Bolivia (Toro y Maletz, 2018).

Género *Tetragraptus* Salter, 1863

Especie tipo. *Graptolithus bryonoides* J. Hall, 1858

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Filograptidos con cuatro estipes horizontales a reclinados, reflexos y escandentes; desarrollo proximal isograptido, dextral, con canales de cruce anchos y extremo proximal tetragraptido; tecas con traslapamiento considerable y desarrollo moderado del rutelo.

Tetragraptus quadribrachiatatus (J. Hall, 1858)

(Lám. 5, Fig. 7)

1858. *Graptolithus quadribrachiatatus*, J. Hall, p. 125.

1868. *Tetragraptus quadribrachiatatus* (J. Hall), Nicholson, p. 131.

1982. *Tetragraptus quadribrachiatatus* (J. Hall), Cooper y Fortey, p. 216, lám. 4, figs. 13-14.

1988. *Tetragraptus quadribrachiatatus* (J. Hall), Williams y Stevens, p. 33, lám. 2, fig. 6.

1992. *Tetragraptus quadribrachiatatus* (J. Hall), Cuerda *et al.*, p. 24, lám. 1, fig. 4; lám. 2, fig. 1.

1997a. *Tetragraptus* (s.l.) *quadribrachiatatus* (J. Hall), Toro, lám. III, fig. 6.

1997a. *Tetragraptus quadribrachiatatus* (J. Hall), Brussa, fig. 8m.

1999. *Tetragraptus quadribrachiatatus* (J. Hall), Martínez *et al.*, fig. 2.

Material. Se recuperaron pocos ejemplares preservados como compresiones carbonosas. El ejemplar ilustrado se reconoce con la numeración MUÑ3/2.

Descripción. Tubario tetrarramoso compuesto por dos estipes primarios que forman el funículo. El mismo tiene una longitud de 2,6 mm y posee un ancho de 0,3 mm. La estructura de los estipes de primer orden no se observa claramente en el material. La posición de la sícula sólo puede ser estimada ya que no es observable.

Las ramas secundarias, originadas a partir del funículo, se ensanchan progresivamente desde 0,96 mm en la región proximal hasta un máximo de 1,4 mm en la región distal. Las mismas son rectas y divergen formando un ángulo de 128° entre sí.

Las tecas, pobremente preservadas, se asemejan al morfotipo dichograptido, con paredes ventrales muy levemente curvadas en el extremo distal, hasta rectas en algunos casos. Las mismas se traslapan en 1/3 a 1/2 de su longitud y divergen del eje del estipe con ángulos que varían entre 30° y 35°. Se estima un espaciamiento tecal de 9,5 tecas en 10 mm.

Discusión. El material descripto fue clasificado como *Tetragraptus quadribrachiatus* debido a que coincide con dicha especie en la forma general del tubario y en las características y dimensiones de los estipes primarios y secundarios.

Procedencia y distribución. El material proviene del tramo inferior de la sección de Muñayoc (Fig. 22), de niveles asignados a la Biozona de *T. akzharensis*. En estos niveles también están presentes *Corymbograptus v-fractus*, *Tshallograptus fruticosus*, *Expansograptus holmi*, *Acrograptus filiformis*, *Baltograptus* cf. *B. deflexus*, *B. kurcki*, *Tetragraptus reclinatus* y *Pseudophyllograptus* cf. *P. densus*.

En la Puna se registró la presencia de *T. quadribrachiatus* en niveles de la Formación Coquena en el área de Cátua ubicada entre las provincias de Salta y Jujuy (Aceñolaza y Durand, 1975). En el CMSCE fue encontrada la especie en la cuesta de Toquero, en niveles asignados a la Biozona de *Levisograptus austrodentatus* (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1996) y hacia el sur en la sección de Muñayoc (Martínez *et al.*, 1999).

En la Cordillera Oriental, la especie fue descrita en la Formación Acoite de la Sierra de Aguilar y en niveles equivalentes en el área de Sierra de Cajas (Aceñolaza, 1968). También hay registro de *Tetragraptus quadribrachiatus* en la Formación Acoite, en niveles donde fueron reconocidas las Biozonas de *T. akzharensis* y *Baltograptus* cf. *B. deflexus*, de las áreas de Los Colorados, Sierra de Aguilar y Sierra de Cajas (Toro, 1993, 1997a).

En la cuenca de Famatina se halló *T. quadribrachiatus* en el estratotipo de Formación La Alumbra (Biozonas de *T. akzharensis* y *Baltograptus* cf. *B. deflexus*), en depósitos expuestos en la provincia de Catamarca (Aceñolaza *et al.*, 1976; Toro, 1997b).

En la Precordillera, la especie descrita es muy común en las formaciones Gualcamayo y Los Azules (Turner, 1960; Cuerda y Alfaro, 1986; Ortega *et al.*, 1993; Albanesi *et al.*, 1999; Ortega y Albanesi 1999, 2000). Por otra parte, en la Formación La Invernada, en afloramientos ubicados en la Precordillera Occidental es menos común la presencia de *T. quadribrachiatus* (Brussa 1997a, b; Toro y Brussa, 2003). En la Formación Empozada, en niveles expuestos en la quebrada de San

Isidro, Bordonaro y Peralta (1987) mencionan la presencia de esta especie, en tanto Peralta (1986) la reconoció en la Formación Rinconada (provincia de San Juan). En la Precordillera, el registro de *T. quadribrachiatus* abarca desde la Biozona de *Isograptus maximus* (Dp2) hasta la Biozona de *Levisograptus dentatus* (Dw2) (Toro y Brussa, 2003).

Esta especie cosmopolita posee amplia distribución en Ordovícico Inferior y Ordovícico Medio de América, Europa, China y Australia. Fue descrita por primera vez en depósitos de Canadá (Hall, 1858).

Tetragraptus reclinatus (Elles y Wood, 1901)

(Lám. 5, Fig. 3)

1901. *Tetragraptus reclinatus*, Elles y Wood, p. 67, lám. VI, figs. 5a-e.

1937. *Tetragraptus reclinatus* (Elles y Wood), Monsen, p. 174, lám. 4, figs. 3, 7, 23; lám. 19, fig. 5.

2011. *Tetragraptus reclinatus* (Elles y Wood), Maletz y Ahlberg, fig. 6I.

Material. Se registraron pocos ejemplares preservados como compresiones carbonosas. Fueron ilustrados los ejemplares MUÑ5/5.

Descripción. Los ejemplares asignados a *Tetragraptus reclinatus* presentan tubarios formados por cuatro estipes secundarios, aunque en algunos casos se preservaron 2 o 3 ramas. Las colonias poseen un hábito reclinado y estipes robustos.

Las características siculares no son observables en todos los ejemplares estudiados pero, en aquellos en los que se han podido realizar mediciones, el largo de la estructura varía entre 2,1 mm y 2,5 mm, con un ancho apertural de 0,7-0,8 mm.

Los estipes divergen formando un ángulo entre ellos de 200-240° y se curvan en sentido dorsal, distalmente pueden disponerse subparalelos alcanzando un ángulo de 350° entre ellos. El

ancho proximal de los mismos varía entre 0,88 mm y 1,06 mm, alcanzando un ancho máximo de 2 mm en la región distal.

Las tecas son rectas y se traslapan en 2/3 de su longitud y divergen formando un ángulo de alrededor de 70° con el eje de los estipes. Se estima que las mismas disponen de a 12,5 tecas en 10 mm.

Discusión. El material descrito coincide con la especie *Tetragraptus reclinatus*, principalmente en las magnitudes tecales y siculares. Así mismo se asemeja a las formas descritas en Terranova (Williams y Stevens, 1988) por presentar un mayor ángulo de divergencia de los estipes.

Puede diferenciarse de *T. bigsby* y *T. amii* ya que estas especies presentan estipes más anchos. Por otra parte, se diferencia de *T. reclinatus abbreviatus* porque en esta especie la pared ventral libre de las tecas se proyecta más allá del margen de la colonia y sus estipes son más angostos, en comparación con nuestro material.

Procedencia y distribución. Los ejemplares provienen del nivel 5 de la sección de Muñayoc (Fig. 22). Están asociados a *Tshallograptus fruticosus*, *Expansograptus holmi*, *Acrograptus filiformis*, *Tetragraptus quadribrachiatus*, *Baltograptus* cf. *B. deflexus*, *B. kurcki* y *Pseudophyllograptus* cf. *P. densus*. Los registros se ubican en el límite de las biozonas de *Tetragraptus akzharensis* y *B.* cf. *B. deflexus*.

En Argentina los registros previos de la especie *T. reclinatus* provienen de la Cuesta de Toquero, en la parte Norte del Cordón de Escaya, Puna Oriental (Aceñolaza, 1980; Gutiérrez-Marco et al., 1996). También fueron registradas distintas subespecies: *Tetragraptus reclinatus reclinatus* fue descrita en la Formación Acoite de las secciones de Los Colorados, Chamarra y Río Cajas (Toro, 1995, 1997a; Toro y Brussa, 2003) en niveles asignados a la Biozona de *B.* cf. *B. deflexus*; *T. reclinatus abbreviatus* está presente en afloramientos de la Formación Acoite de la quebrada de Chamarra (Toro, 1995, 1997a; Toro y Brussa, 2003), Cordillera Oriental, provincia de Jujuy; y *T. reclinatus toernquisti* en la Formación Sierra de la Invernada, en la Precordillera sanjuanina (Brussa, 1997a, b).

Este registro constituye la primera mención de la especie *Tetragraptus reclinatus* para la sección de Muñayoc.

Elles y Wood (1901) describen por primera vez esta especie en las capas “arenigianas” de Inglaterra. Posteriormente fue citada en América del Norte (Berry, 1960), Noruega (Monsen, 1937), Nueva Zelanda (Cooper, 1979) y en el sur de China (Mu *et al.*, 2002).

Tetragraptus serra (Brongniart, 1828)

(Lám. 5, Figs. 1-2)

1828. *Fucoides serra*, Brongniart, p. 71, lám. VI, figs. 7-8.

1858. *Graptolithus bryonoides*, J. Hall, p. 126 (*nom. nud.*).

1875. *Tetragraptus bryonoides*, Nicholson, lám. 7, figs. 4-5.

1901. *Tetragraptus serra* (Brongniart), Elles y Wood, p. 65, lám. 6, figs. 4A-f.

2004. *Tetragraptus serra* (Brongniart), Egenhoff *et al.*, fig. 5a.

2018. *Tetragraptus serra* (Brongniart), Toro y Maletz, p. 69, fig. 3.4.

Material. Se cuenta con numerosos ejemplares de variado desarrollo astogenético. Los ejemplares ilustrados se reconocen como SR2/3 y SR2/4.

Descripción. Tubarios robustos con dos estipes primarios y cuatro estipes secundarios. El funículo alcanza los 2,5 mm de largo y 0,67 mm de ancho. Los estipes secundarios presentan un ancho proximal de 1,4 mm en ejemplares juveniles y de 2,5 mm en ejemplares de mayor desarrollo, luego se ensanchan rápidamente hasta alcanzar un máximo de 4,25 mm en la región distal de los estipes. Los estipes están moderadamente reclinados, inicialmente se curvan, pero se vuelven rectos distalmente, el largo máximo registrado es de 16,25 mm.

Poseen una sícula larga que alcanza los 3,2 mm de longitud y un ancho apertural de 0,4 mm. La parte ventral libre de la misma varía entre 0,7 y 0,88 mm de largo.

Las tecas se encuentran muy compactas, dispuestas de 10 a 11 tecas en 10 mm y se traslapan en 2/3 de su longitud. Presentan ángulos de divergencia respecto al eje del estipe de 40° a 50° y dentículos aperturales pronunciados, lo cual le da aspecto aserrado al margen ventral de la serie tecal.

Discusión. Se reconoce el material como *Tetragraptus serra*. Si bien la sícula es mayor a la medida mencionada en la bibliografía, las características tecales, las dimensiones del funículo y de los estipes coinciden con las descripciones de la especie en la revisión de la misma (Cooper y Fortey, 1982).

Existen similitudes entre *T. serra* y otras especies del género, como *T. amii*, *T. reclinatus* y *T. bigsbyi*, sin embargo es posible diferenciar el material de estas tres especies por presentar un mayor ancho de los estipes. Además, tanto *T. reclinatus* como *T. bigsbyi* presentan un mayor número de tecas por centímetro (14 y 14-15 tecas en 10 mm, respectivamente).

Procedencia y distribución. Los registros de *Tetragraptus serra* provienen del nivel 2 de la sección del río Santa Rosa (Fig. 23). Los mismos forman parte de una graptofauna compuesta por *Baltograptus minutus*, *B. deflexus* y *B. cf. B. extremus*.

Bahlburg *et al.* (1990) mencionan el hallazgo de *Tetragraptus cf. serra* en Aguada de la Perdiz (Chile), en niveles equivalentes a depósitos de la Puna Occidental.

En Argentina, los registros previos de *T. serra* provienen de las Formaciones Gualcamayo y Los Azules, en rocas asignadas a las Biozonas de *Isograptus victoriae maximus* y *Levisograptus dentatus* (Dp2 y Dw1, respectivamente), en la Precordillera oriental, provincia de San Juan (Turner, 1960; Ortega *et al.*, 1993; Brussa y Astini, 1998; Ortega y Albanesi, 1999; Albanesi *et al.*, 1999; Toro y Brussa, 2003).

Este registro es la primera mención de la especie *Tetragraptus serra* para la sección de Muñayoc y para el NOA, expandiendo su registro espacial a esta cuenca.

Brogniart (1828) basó su descripción original en fósiles provenientes de Canadá. La especie presenta una amplia distribución, encontrándose presente en depósitos de América, Europa y

Australia (Cooper y Fortey, 1982; Williams y Stevens, 1988; VandenBerg y Cooper, 1992; Toro y Maletz, 2018).

Género *Tshallograptus* VandenBerg, 2017

Especie tipo. *Graptolithus fruticosus* J. Hall, 1858

Diagnosis (traducción de Maletz *et al.*, 2018b). Filograptidos pendientes a deflexos; de desarrollo proximal isograptido, dextral; origen de T1¹ en la parte baja de la prosícula; canales de cruzamiento bajos en la sícula; sícula larga y delgada, con prosícula *mitre-shaped*.

Tshallograptus fruticosus (J. Hall, 1858)

(Lám. 5, Figs. 4-6; Fig. 21)

1858. *Graptolithus fruticosus*, J. Hall, p. 128.

1874. *Graptolites (Didymograptus) fruticosus* (J. Hall), M'Coy, p. 13, lám. 1, fig. 13.

1901. *Tetragraptus fruticosus* (J. Hall), Elles y Wood, p. 61, fig. 37; lám.6, figs. 2a-b.

1988. *Pendeograptus fruticosus* (J. Hall), Williams y Stevens, p. 39, lám. 9, figs. 3, 8-12; lám. 10, figs. 5, 9-14; lám. 11, figs. 1-2, 6-7, 12; lám. 30, fig. 12; figs. 27A-U.

1997a. *Pendeograptus fruticosus* (J. Hall), Toro, lám. III, fig. 1.

1997a. *Pendeograptus fruticosus* (J. Hall), Toro y Brussa, fig. 3b.

1999. *Pendeograptus fruticosus* 3-e (J. Hall), Martínez *et al.*, fig. 2.

1999. *Baltograptus* sp. cf. *B. minutus* (J. Hall), Martínez *et al.*, fig. 2.

2017. *Tshallograptus fruticosus* (J. Hall), VandenBerg, p. 55, figs. 18I, 20-22, 25I-N.

Material. Se registraron numerosos ejemplares de variado desarrollo astogenético preservados como compresiones carbonosas. Fueron ilustrados los ejemplares MUÑ1/5, MUÑ1/6, MUÑ1/7 y MUÑ4/2.

Descripción. Los ejemplares corresponden a distintos estadios de desarrollo astogenético, desde pequeñas colonias integradas por 2 o 3 tecas por estipe hasta ejemplares gerontes con 4 ramas que llegan a sobrepasar los 15 mm de largo. En varios ejemplares es posible observar la presencia de estipes secundarios (Fig. 21). Todos los ejemplares estudiados presentan hábito pendiente.

La sícula varía entre los 2,4 y 2,6 mm de largo, en tanto el ancho apertural lo hace entre 0,24 y 0,41 mm. La pared ventral libre de la sícula registra valores entre 0,27 y 0,4 mm.

Los estipes divergen con un ángulo entre ellos que va desde los 75° hasta los 95°, en todos los casos, muy rápidamente los estipes se disponen casi paralelos entre ellos. El ancho de los estipes en la apertura de T1¹ varía desde 0,6 hasta 0,95 mm, y aumenta muy poco distalmente en la mayoría de los casos.

En general las tecas son simples y rectas, aunque en algunos casos presentan el margen ventral recurvado, de forma que la teca se ensancha distalmente. El largo de las tecas varía entre 0,8 mm y 1,6 mm, aumentando distalmente, en tanto el ancho de la abertura es de 0,3 mm a 0,44 mm. Las mismas forman ángulos de 20° a 30° con al margen dorsal de los estipes, se encuentran espaciadas de a 10 a 12,5 tecas cada 10 mm y se traslapan en 1/2 de su largo.

Discusión. Los materiales evaluados se asignan a *Tshallograptus fruticosus* ya que coinciden en muchos aspectos con las descripciones consultadas (Williams y Stevens, 1988; VandenBerg, 2017). Las similitudes residen en las características siculares y el hábito del tubario, así como también la morfología tecal. Si bien el espaciamiento tecal y el ancho distal de los estipes no concuerda con las descripciones de la bibliografía esto podría deberse a las condiciones preservacionales, ya que ambas variables fueron obtenidas de los ejemplares más longevos, los cuales poseen sus ramas preservadas en planos inclinados, dificultando el relevamiento de los datos.

Se diferencia de otras especies pendientes presentes en el perfil, como *Didymograptellus bifidus* y *Baltograptus minutus*, principalmente por el tamaño de la sícula y la indudable presencia de estipes secundarios en muchos de los ejemplares registrados.

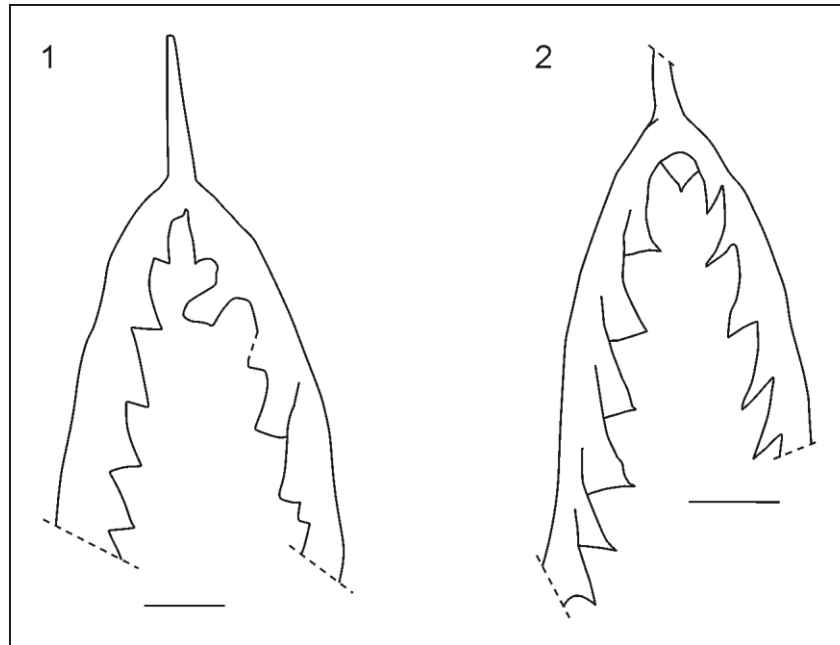


Figura 21. *Tshallograptus fruticosus*, Biozona de *Tetragraptus akzharensis*, sección de Muñayoc. 1. Ejemplar MUÑ 1/5. 2. Ejemplar MUÑ 1/7. Escala gráfica= 1 mm.

Procedencia y distribución. Los ejemplares reconocidos como *Tshallograptus fruticosus* se distribuyen en el tramo inferior de la sección de Muñayoc (Fig. 22), en depósitos asignados a la Biozona de *Tetragraptus akzharensis*. En estos niveles también se registra la presencia de *B. vacillans*, *B. kurcki*, *B. cf. B. deflexus*, *Corymbograptus v-fractus*, *Acrograptus filiformis*, *Expansograptus holmi*, *Cymatograptus protobalticus*, *Tetragraptus quadribrachiatum*, *T. reclinatus* y *Pseudophyllograptus cf. P. densus*.

En la Puna se encontró *T. fruticosus* solamente en la sección de Muñayoc (Martínez *et al.*, 1999). En tanto, en la Cordillera Oriental la especie se registró en las secciones de Los Colorados y Lumará en depósitos de la Formación Acoite (Toro, 1997a), y en el tramo inferior de la Formación San Bernardo, en el cerro San Bernardo (Moya *et al.*, 1994).

En la Precordillera mendocina fue encontrada la especie *T. fruticosus* en bloques alóctonos en la parte baja de la Formación Empozada (Bordonaro y Peralta, 1987), en niveles asignados al Floiano temprano (Biozona de *T. akzharensis*) (Bordonaro y Peralta, 1987; Ortega *et al.*, 2007).

La especie fue descrita originalmente por Hall (1958) en la biozona homónima de Canadá, y posteriormente encontrada en otras regiones de América del Norte (Jackson y Lenz, 2006). En Gran Bretaña fue identificada por Rushton (2011), mientras que Egenhoff y Maletz (2007), y Maletz y Ahlberg (2011) mencionaron su presencia en Baltoescandinavia. La especie también se registra en Australia (VandenBerg, 2017) y en el sur de China (Mu *et al.*, 2002).

7. BIOESTRATIGRAFÍA

La bioestratigrafía es una herramienta muy valiosa de la geología, fundamentada en la distribución estratigráfica de los fósiles, siendo la biozona la unidad esencial de esta disciplina. Esta unidad puede definirse por la presencia de uno o más taxones, o bien por cambios en la abundancia relativa de los mismos. Fueron establecidos cuatro tipos de biozonas (CAE, 1992; Vera Torres, 1994 y referencias allí citadas): la biozona de asociación o conjunto, la biozona de extensión, la biozona de apogeo y la biozona de intervalo. La primera se define como un cuerpo de roca que contiene más de dos fósiles distintos al de las unidades bioestratigráficas adyacentes. La biozona de extensión se define por el conjunto de estratos que representa la extensión total de la presencia de un fósil, o asociación de fósiles, seleccionados. La biozona de apogeo se basa en la abundancia significativamente mayor de uno o varios taxones respecto a los niveles supra e infrayacentes. La biozona de intervalo se determina por biohorizontes de primer y/o último registro de un taxón o un conjunto de taxones.

7.1 Esquema bioestratigráfico

Los primeros esquemas bioestratigráficos basados en graptolitos propuestos para los depósitos del Ordovícico Inferior del NOA procuraron adaptar biozonas representadas por un escaso número de taxones a los esquemas internacionales (*e.g.*, Turner, 1960, cuadro V, VI). Posteriormente, Moya *et al.* (1994) y Toro (1994a) propusieron nuevos esquemas basados en la distribución estratigráfica de los graptolitos de la Cordillera Oriental. Los taxones clave fueron revisados y los límites de las biozonas se ajustaron y redefinieron en numerosas ocasiones (Toro, 1997a; Toro y Maletz, 2007; Toro y Vento, 2013; Toro *et al.*, 2015; Toro y Herrera Sánchez, en prensa), para lograr un esquema completo para el intervalo Floiano-Dapingiano, que cuenta con las siguientes biozonas: *Tetragraptus phyllograptoides*, *T. akzharensis* (F11), *Baltograptus* cf. *B. deflexus* (F12), *Didymograptellus bifidus* (F13), *Azygograptus lapworthi* (Dp1), e “*Isograptus victoriae*” (Dp2). Con anterioridad a este trabajo, en la Puna sólo se registrarón las últimas cuatro biozonas mencionadas (Brussa *et al.*, 2008; Toro y Lo Valvo, 2017 y referencias que allí se mencionan), por

lo que no había sido confirmada la presencia de depósitos con graptolitos de edad floiana temprana (F11) (Biozonas de *Tetragraptus phyllograptoides* y *Tetragraptus akzharensis*).

En la sección de Muñayoc, Martínez *et al.* (1999) reconocieron la presencia de dos biozonas: *Didymograptellus bifidus* y *Azygograptus lapworthi*. En este trabajo se describen dos nuevas biozonas (*Tetragraptus akzharensis* y *Baltograptus* cf. *B. deflexus*), a partir de la distribución estratigráfica de las especies guía en el tramo inferior de la columna estratigráfica presentada en la Figura 22. La primera de éstas no había sido reconocida anteriormente para la Puna, siendo el primer registro de la misma en la región, ampliando su distribución espacial en el NOA. Por otra parte, el análisis de los graptolitos provenientes de la sección del río Santa Rosa permite documentar la presencia de la Biozona de *Didymograptellus bifidus* (Fig. 23), ampliando su distribución hacia el este del área abarcada por este trabajo, y hacia el oeste de las secciones de la Cordillera Oriental, donde fue reconocida por primera vez.

7.2 Biozonas

7.2.1 Biozona de *Tetragraptus akzharensis* (F11)

En el esquema bioestratigráfico del NOA, la Biozona de *T. akzharensis* es la segunda biozona del Floiano, ocupando la parte superior del F11, y se ubica entre las biozonas de *Tetragraptus phyllograptoides* y *Baltograptus* cf. *B. deflexus* (Toro, 1997a; Toro *et. al.*, 2015).

En el tramo inferior de la sección de Muñayoc, tanto la aparición de *Baltograptus vacillans* (nivel 1, Fig. 22), como la presencia de *Cymatograptus protobalticus* (nivel 4, Fig. 22) permiten reconocer la Biozona de *Tetragraptus akzharensis* en los primeros 33 m de la secuencia sedimentaria relevada. Los registros de ambas especies guía están acompañados por otros taxones, como *Corymbograptus v-fractus*, *Acrograptus filiformis*, *Tshallograptus fruticosus* y *Tetragraptus quadribrachiatum*, comúnmente encontrados en niveles correspondientes a esta biozona en distintas secciones de la Cordillera Oriental. Sólo los registros de las especies guía y el de *Corymbograptus*

v-fractus se sitúan en la parte inferior de este intervalo, mientras que la distribución vertical de las demás especies mencionadas se extiende hasta el límite superior de esta biozona.

De este modo, se registra por primera vez la presencia de la Biozona de *Tetragraptus akzharensis* en la región de la Puna, en niveles anteriormente asignados a la biozona de *Didymograptellus bifidus*, y se extiende la edad más antigua de los depósitos con graptolitos de la sección de Muñayoc hasta el Floiano temprano alto (Fig. 22).

7.2.2 Biozona de *Baltograptus* cf. *B. deflexus* (F12)

En este estudio se reconoce la Biozona de *Baltograptus* cf. *B. deflexus* a partir del primer registro de la especie epónima, en el nivel 5 de la sección de Muñayoc (ubicado aproximadamente a 33 m de la base) (Fig. 22). Esta biozona se desarrolla a partir de dicho nivel, por aproximadamente 16 m del tramo inferior de la sección estudiada, hasta el primer registro de *Didymograptellus bifidus*, que marca el inicio de la biozona del mismo nombre. *Expansograptus holmi* y *T. reclinatus* aparecen en esta biozona junto a *B. cf. B. deflexus* y se encuentran restringidas a la misma. Otros taxones, como *B. kurcki* y *Pseudophyllograptus* cf. *P. densus*, continúan registrándose en la biozona superior. Es importante destacar la ausencia de formas más robustas, comúnmente registradas en el tramo inferior de esta biozona en otras secciones del NOA, como las del grupo de *B. turgidus*, así como también el poco espesor alcanzado por esta unidad en la sección estudiada.

7.2.3 Biozona de *Didymograptellus bifidus*

Esta biozona se reconoce en la sección de Muñayoc sobre la base de la distribución estratigráfica de *Didymograptellus bifidus*, *Baltograptus minutus* y *B. deflexus*, en los 35 m comprendidos desde el primer registro de las especies guía, ubicado a 50 m de la base de la sección, y el primer registro de *Azyograptus lapworthi*, que marca el inicio de la siguiente biozona del mismo nombre (Fig. 22). En el intervalo estratigráfico perteneciente a la Biozona de *D. bifidus* se encuentran presentes, además de las especies ya mencionadas, *Baltograptus kurcki* y

Pseudophyllograptus cf. *P. densus*, cuyos registros continúan desde la biozona infrayacente, y *P. angustifolius*, que continúa registrándose en los niveles suprayacentes.

En el material proveniente de dos niveles fosilíferos localizados en la sección del río Santa Rosa (Fig. 23), se ha confirmado la presencia de *Baltograptus minutus*, mientras que los ejemplares asignados previamente a *Baltograptus* cf. *B. deflexus* por Toro *et al.* (2006) se reasignan a *B. deflexus*. Esta revisión permite reconocer la presencia de la Biozona de *Didymograptellus bifidus*, permitiendo correlacionar ambas secciones estudiadas, y extender la distribución espacial de la misma al sector austral del CMSCE.

7.2.4 Biozona de *Azygograptus lapworthi*

En el tramo superior de la sección de Muñayoc se encuentra presente *Azygograptus lapworthi* en casi la totalidad de los niveles muestreados. Toro y Herrera Sánchez (en prensa) revisaron los registros de esta especie, previamente considerada como *A. eivionicus* por Martínez *et al.* (1999) y reconocieron la presencia de la biozona homónima en los 67 m superiores de la columna. El límite inferior de esta unidad coincide con la primera aparición del fósil guía (nivel 13, Fig. 22), aproximadamente a 85 m de la base de la sección estudiada; mientras que su límite superior no pudo ser precisado en esta sección. Además de *Azygograptus lapworthi*, se registra en esta biozona la presencia de *Pseudophyllograptus angustifolius*, que continúa registrándose desde la Biozona de *Didymograptellus bifidus*, y de *Kinnegraptus* sp. y *Dichograptus octobrachiatus* en los niveles fosilíferos superiores (Fig. 22).

En Argentina los primeros registros de *Azygograptus* fueron registrados en el tramo inferior de la Formación “Coquena”, en la sección de Huaytiquina (Puna Occidental), por Monteros *et al.* (1996), y reasignados posteriormente a *A. lapworthi* (Toro y Herrera Sánchez, en prensa).

Esta biozona fue referida al Dapingiano temprano (Dp1), y ubicada por encima de la Biozona de *D. bifidus* y por debajo de niveles portadores del conodonte guía *Baltoniodus navis*, asociado a

Isograptus sp., en el esquema bioestratigráfico propuesto recientemente para la Cuenca Andina Central por Toro *et al.* (en prensa).

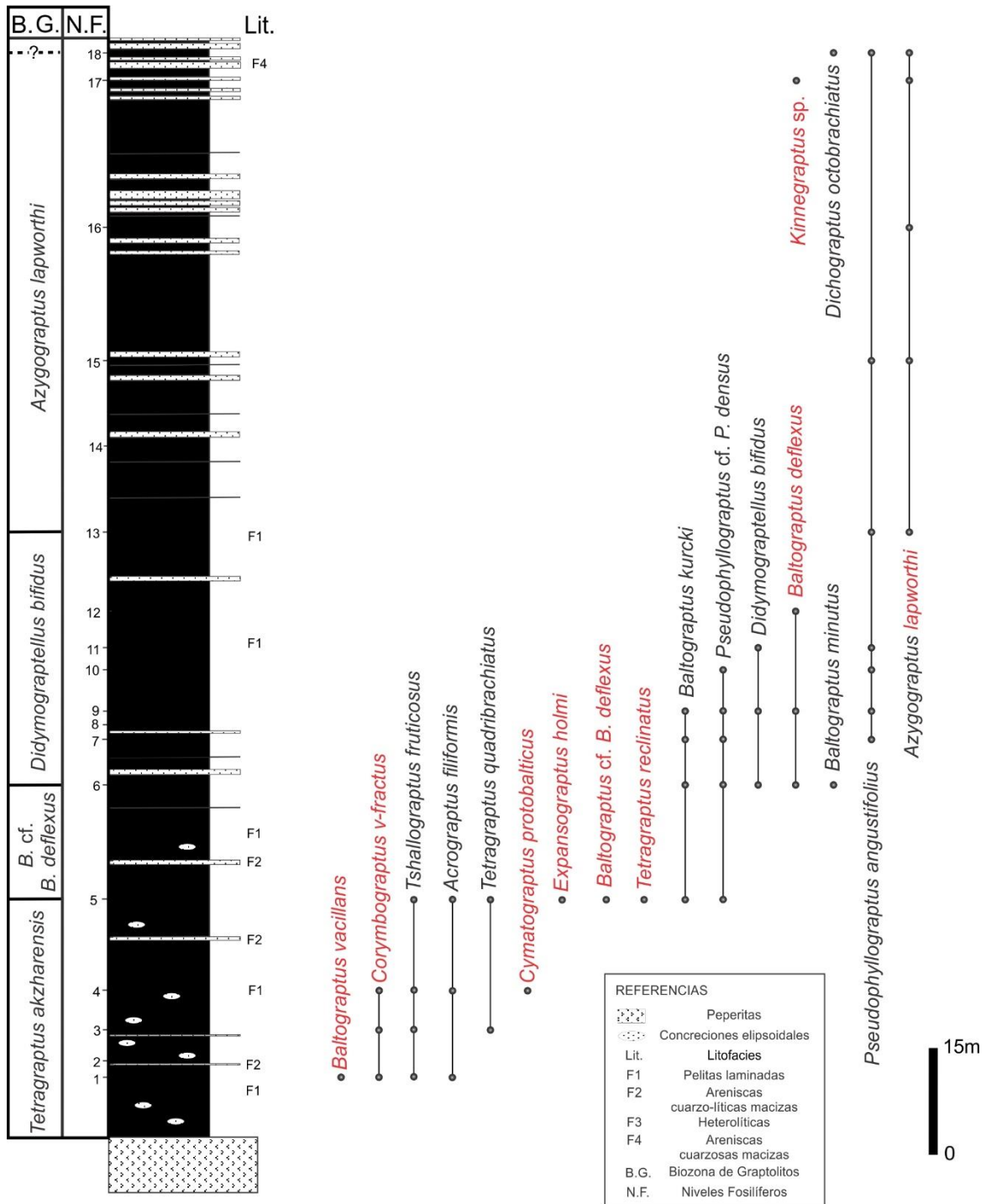


Figura 22. Columna estratigráfica de la sección de Muñayoc con la distribución de los taxones (modificada de Martínez *et al.*, 1999). Señalados en rojo los taxones que son mencionados por primera vez en la sección.

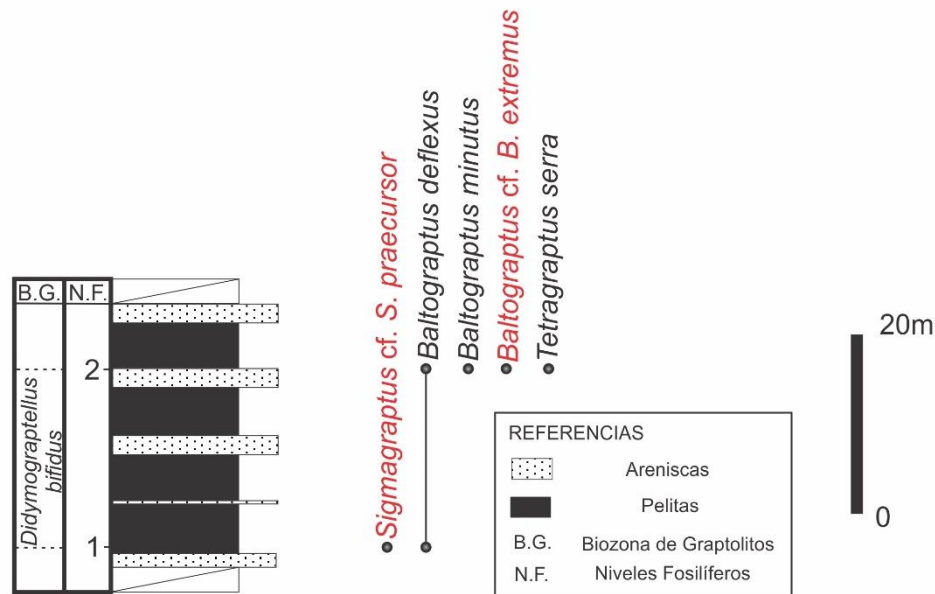


Figura 23. Columna estratigráfica de la sección del río Santa Rosa con la distribución de los taxones. Señalados en rojo los taxones que son mencionados por primera vez en la sección.

7.3 Correlación

La Biozona de *T. akzharensis* fue definida por primera vez en Argentina, en el tramo inferior de la Formación Acoite del área de Los Colorados. Se identifica por la presencia de *T. akzharensis*, *Expansograptus constrictus* y *Baltograptus vacillans* (Toro, 1997a). Posteriormente, fue mencionada en numerosas localidades de la Cordillera Oriental (Brussa *et al.*, 2003; Albanesi y Ortega, 2016 y referencias allí citadas), mientras que Toro y Vento (2013) realizaron una revisión exhaustiva de la misma en la Sierra de Aguilar, donde no fue registrada la especie clave, pero se destaca la presencia de *B. vacillans* en todas las secciones estudiadas. En el tramo inferior de la biozona encontraron, además, las especies *Cymatograptus protobalticus*, *C. rigoletto* y *Baltograptus geometricus*, en tanto que en el tramo superior registraron *Expansograptus holmi* y *B. vacillans*. Más recientemente, su presencia fue confirmada en el área de La Ciénaga de Purmamarca en base a los registros de *Baltograptus vacillans* y *Tetragraptus akzharensis* (Ortega y Rao, 1994; Toro *et al.*, 2017) en rocas asignadas a la Formación Acoite. También en el área de Santa Victoria, en depósitos de la misma unidad litoestratigráfica aflorantes en las secciones del río La Huerta, río

Acoite y en la quebrada de Chulpíos (Toro, 1999; Toro *et al.*, 2015), por la presencia de especies características como *Baltograptus geometricus* y *Baltograptus vacillans*.

Este trabajo permite ampliar el alcance espacial de la Biozona de *Tetragraptus akzharensis*, proponiendo la correlación regional del tramo inferior de la sección de Muñayoc con el tramo inferior de la Formación Acoite en las áreas de Los Colorados, Santa Victoria, Sierra de Aguilar y La Ciénaga de Purmamarca (Toro y Vento, 2013; Toro *et al.*, 2015; Toro *et al.*, 2017). Asimismo, esta biozona puede correlacionarse regionalmente con la Biozona de *Corymbograptus protobalticus* reconocida en la sección Cieneguillas¹, en el Sur de Bolivia (Egenhoff *et al.*, 2004; Toro y Maletz, 2018).

Se propone, además, una correlación más amplia con depósitos correspondientes a la Biozona de *T. akzharensis* de las formaciones Empozada, en la Precordillera de Mendoza (Ortega *et al.*, 2007 y referencias allí mencionadas), y La Alumbreira y Portezuelo de las Minitas, en la Sierra de Famatina (Toro, 1997b; Aceñolaza y Gutiérrez-Marco, 2000).

La Biozona de *Tetragraptus akzharensis* puede correlacionarse globalmente con la biozona epónima de Terranova, Canadá, que fue definida en base a la distribución de la especie guía (Williams y Stevens, 1988) (Fig. 25). En el esquema bioestratigráfico de América del Norte (Webby *et al.*, 2004) se ubica entre las biozonas de *Paratetragraptus approximatus* y *Tshallograptus fruticosus*.

El intervalo estudiado puede ser correlacionado, además, con las biozonas de *C. protobalticus* y *Baltograptus vacillans* de Escandinavia (Maletz y Ahlberg, 2011), con la Biozona de *Tshallograptus fruticosus*/*Acrograptus filiformis* del Sur de China (Zhang *et al.*, 2019) y con la Biozona de *C. protobalticus* del Sur de Marruecos (Gutiérrez-Marco y Martín, 2016) (Fig. 25).

La Biozona de *Baltograptus* cf. *B. deflexus* fue inicialmente denominada “Biozona de *Baltograptus v-deflexus*” y luego “Biozona de *B. deflexus*”, debido a la identificación errónea de la especie guía, que fue revisada posteriormente por Toro y Maletz (2007). Estos autores, reconocieron una especie nueva con brotación de tipo isograptido, en niveles asignados al Floiano

temprano (F12), y discutieron la diferencia entre este taxón y la especie *B. deflexus*, con brotación tipo *artus*, que caracteriza la biozona superior (*Didymograptellus bifidus*, F13). En este trabajo se mantiene para esta unidad la denominación sugerida por Toro *et al.* (2015 y referencias que allí se mencionan).

La presencia de esta biozona fue registrada por primera vez en Argentina en el tramo medio de la Formación Acoite del área de Los Colorados (Toro, 1994b, 1997a), en el sector occidental de la Cordillera Oriental de Argentina. Su distribución geográfica fue posteriormente ampliada hasta el área de Santa Victoria, en el extremo norte de la Cordillera Oriental, a partir de la asociación de la especie guía y *B. turgidus* en la parte superior de la sección de La Huerta (Toro y Maletz, 2007; Toro *et al.*, 2015).

Más tarde, se recuperó una fauna de graptolitos compuesta por *Corymbograptus v-fractus* y *Didymograptellus nitidus* de la Formación San Bernardo, en la Sierra de Mojotoro (provincia de Salta) que fue referida a la Biozona de *Baltograptus* cf. *B. deflexus* por Monteros (2005). Posteriormente, esta biozona fue reconocida en la parte superior de la Formación Acoite de las secciones de la Sierra de Aguilar por la presencia de *Baltograptus* cf. *B. deflexus* y *B. turgidus* (Vento *et al.*, 2012).

En la región puneña la Biozona de *B. cf. B. deflexus* sólo fue previamente reconocida en el sector oriental, en el área de Tafna (Toro y Brussa, 2000).

Como resultado de este trabajo, se propone la correlación regional del tramo de la sección estudiada, correspondiente a la Biozona de *Baltograptus* cf. *B. deflexus*, con los niveles de la Formación Acoite previamente discutidos para la Cordillera Oriental y depósitos equivalentes en la Puna, y en un sentido más amplio con los depósitos de la Formación Suri de la cuenca de Famatina, donde Toro y Brussa (1997b) registraron la Biozona de *B. cf. B. deflexus*.

La Biozona de *Baltograptus* cf. *B. deflexus* puede correlacionarse también con la Biozona de *Expansograptus holmi* en el Sur de Bolivia, reconocida en la sección Cieneguillas1 (Egenhoff *et al.*, 2004). Se correlaciona globalmente con las biozonas de *Tshallograptus fruticosus* de América del

Norte (Williams y Stevens, 1988), *Baltograptus* sp. cf. *B. deflexus* de Escandinavia (Maletz y Ahlberg, 2011), *T. fruticosus*/*Acrograptus filiformis* del Sur de China (Zhang *et al.*, 2019) y *Baltograptus jacksoni* del Sur de Marruecos (Gutiérrez-Marco y Martín, 2016) (Fig. 25).

Por su parte, la Biozona de *Didymograptus (Didymograptellus) bifidus* fue descrita por primera vez para Argentina en el tramo superior de la Formación Acoite, expuesto en la quebrada de Chamarra (provincia de Jujuy), en el sector occidental de la Cordillera Oriental (Toro, 1994b). La misma se reconoce entre las biozonas de *Baltograptus* cf. *B. deflexus* y *Azygograptus lapworthi* (Fl3 según Bergström *et al.*, 2009) del esquema bioestratigráfico recientemente propuesto para el NOA por Toro y Herrera Sánchez (en prensa y referencias que allí se mencionan). Esta biozona fue reconocida también en el extremo norte de la Cordillera Oriental de Argentina (secciones de La Quiaca y Santa Victoria) y del sur de Bolivia, donde se denominó como Biozona de *B. minutus* (secciones de Chaupi Uno y Sella) (Toro *et al.*, 2015; Toro y Lo Valvo, 2017; Egenhoff *et al.*, 2004; Toro y Maletz, 2018).

En este estudio se confirma la correlación regional de la Biozona de *D. bifidus* del sector oriental de la Puna, con los registros de la misma mencionados más arriba para la Cordillera Oriental. Los depósitos correspondientes a este intervalo de las secciones de Muñayoc y del río Santa Rosa pueden ser correlacionados (Fig. 24), asimismo, con aquellos de la Formación Aguada de La Perdiz en la Puna Occidental de Chile (Bahlburg *et al.* 1990), y de la Formación Suri en Famatina (Toro y Brussa, 1997b), portadores de la especie guía de esta biozona.

Desde un punto de vista global, la biozona estudiada se correlaciona con la Biozona de *D. bifidus* de América del Norte (Williams y Stevens, 1988; Goldman *et al.*, 2007), con la Biozona de *B. minutus* de Escandinavia (Maletz y Ahlberg, 2011) y con las biozonas de *Didymograptellus eobifidus*, *Corymbograptus deflexus* y posiblemente la parte baja de la Biozona de *Azygograptus suecicus* del Sur de China (Zhang y Zhang, 2014). Una correlación tentativa puede establecerse también con la Biozona de *Baltograptus minutus* y el “Intervalo *Azygograptus*” del Sur de Marruecos (Gutiérrez-Marco y Martín, 2016) (Fig. 25).

Por último, la Biozona de *Azygograptus lapworthi*, ampliamente distribuida en la Puna de Argentina (Toro y Herrera Sánchez, en prensa y referencias que allí se mencionan) y en la Cordillera Oriental del sur de Bolivia (Egenhoff *et al.*, 2004; Toro y Maletz, 2018), puede ser correlacionada regionalmente con los recientes registros de las áreas de Los Colorados y La Quiaca (Toro, 2017), en la Cordillera Oriental Argentina. Además, una correlación global de la misma puede establecerse con la parte superior de la Biozona de *Azygograptus suecicus* del sur de China (Zhang *et al.*, 2019), con la Biozona de *Pseudophyllograptus angustifolius elongatus* de Escandinavia (Maletz, 2005) y con la Biozona de *Isograptus victoriae lunatus* de América del Norte (Williams y Stevens, 1988) (Fig. 25).

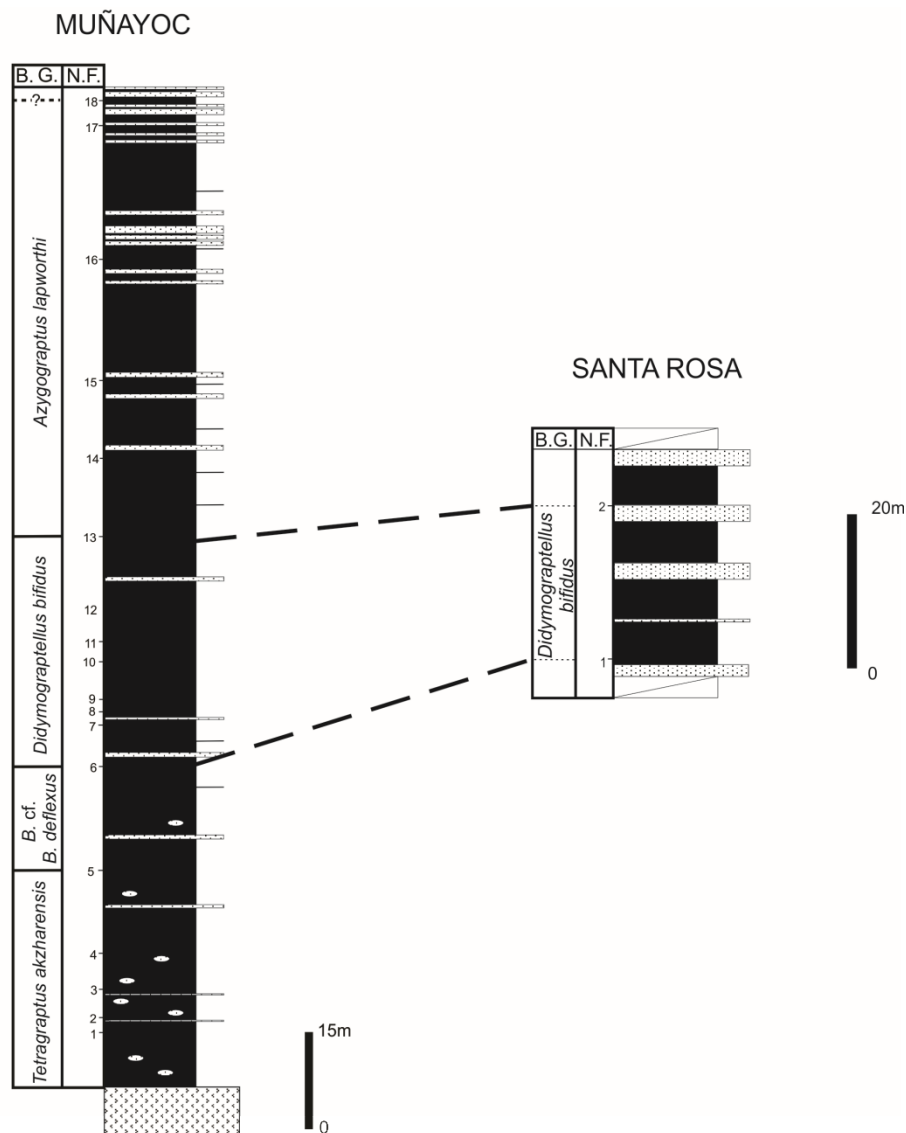


Figura 24. Correlación bioestratigráfica de las secciones estudiadas.

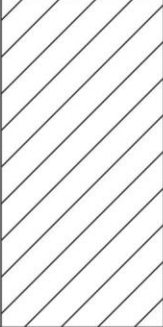

Global (Bergström et al., 2009)	Cuenca Andina Central			Escandinavia (Maletz, 2005; Maletz y Ahlberg, 2011)	Sur de China (Zhang y Zhang, 2014; Zhang et al., 2019)	América del Norte (Williams y Stevens, 1988; Goldman et al., 2007)	Sur de Marruecos (Gutiérrez-Marco y Martín, 2016)	
	Puna (Toro y Herrera Sánchez, en prensa; este trabajo)	Cordillera Oriental (Toro et al., 2015; Toro y Herrera Sánchez, en prensa)	Bolivia (Egenhoff et al., 2004; Toro y Maletz, 2018)					
Series Pisos S.S.								
	Daping.							
O. Medio Ordovícico Inferior	Dp1	<i>Azygograptus lapworthi</i>	<i>Azygograptus lapworthi</i>	<i>Pseudophyllograptus a. elongatus</i>	<i>Isograptus c. imitatus</i> <i>Azygograptus suecicus</i>	<i>Isograptus v. lunatus</i>		
	F3	<i>Didymograptellus bifidus</i>	<i>Didymograptellus bifidus</i>	<i>Baltograptus minutus</i>	<i>Corymbograptus deflexus</i> <i>Didymograptellus eobifidus</i>	<i>Didymograptellus bifidus</i>	"Intervalo <i>Azygograptus</i> " <i>Baltograptus minutus</i>	
	F2	<i>Baltograptus cf. B. deflexus</i>	<i>Baltograptus cf. B. deflexus</i>	<i>Baltograptus sp. cf. B. deflexus</i>		<i>Tshallograptus fruticosus</i>	? <i>Baltograptus jacksoni</i>	
	F1	<i>Tetragraptus akzharensis</i>	<i>Tetragraptus akzharensis</i>	<i>Cymatograptus protobalticus</i>	<i>Baltograptus vacillans</i> <i>Cymatograptus protobalticus</i>	<i>Tshallograptus fruticosus/ Acrograptus filiformis</i>	<i>Tetragraptus akzharensis</i>	? <i>Cymatograptus protobalticus</i>
			<i>Tetragraptus phyllograptoides</i>	<i>Tetragraptus phyllograptoides</i>	<i>Tetragraptus phyllograptoides</i>	<i>Paratetragraptus approximatus</i>	<i>Paratetragraptus approximatus</i>	?

Figura 25. Marco bioestratigráfico del Ordovícico Inferior a Medio utilizado en este trabajo (basado en Toro y Herrera Sánchez, en prensa). S.S.: Stage Slices. Señaladas en rojo las biozonas que son reconocidas por primera vez en la Puna argentina.

8. CONCLUSIONES

- La revisión taxonómica de los graptolitos provenientes de las secciones de Muñayoc y Santa Rosa, permitió reconocer 21 taxones, de los cuales 11 no habían sido previamente mencionados para el sector oriental de la Puna.
- *Baltograptus vacillans*, *B. cf. B. deflexus*, *B. deflexus*, *Corymbograptus v-fractus*, *Expansograptus holmi*, *Tetragraptus reclinatus*, *Cymatograptus protobalticus*, *Azygograptus lapworthi* y *Kinnegraptus* sp. se reconocieron por primera vez en la sección de Muñayoc, mientras que *Sigmagraptus cf. S. praecursor* y *Baltograptus cf. B. extremus* se describieron por primera vez para Argentina, en la sección del río Santa Rosa.
- La presencia de especies clave, como *Baltograptus vacillans*, *Cymatograptus protobalticus*, *B. cf. B. deflexus*, *Didymograptellus bifidus*, *B. minutus*, *B. deflexus* y *Azygograptus lapworthi*, permitió reconocer cuatro biozonas correspondientes al lapso Ordovícico Inferior (Floiano)-Ordovícico Medio (Dapingiano temprano).
- Las biozonas de *Tetragraptus akzharensis* (F11) y *Baltograptus cf. B. deflexus* (F12), reconocidas en el tramo inferior de la sección de Muñayoc, confirman una edad más antigua, que la postulada en trabajos anteriores, para los niveles portadores.
- Se confirmó la presencia del límite entre las Biozonas de *Didymograptellus bifidus* (Ordovícico Inferior, Floiano) y *Azygograptus lapworthi* (Ordovícico Medio, Dapingiano) en el tramo superior de la sección de Muñayoc.
- Se describió por primera vez la Biozona de *Didymograptellus bifidus* en la sección del río Santa Rosa, y se correlacionaron esos depósitos fosilíferos con el tramo medio de la sección de Muñayoc.
- La localización geográfica privilegiada del área de estudio, entre las secciones estudiadas anteriormente en la Puna y Cordillera Oriental, permitió extender el valor regional de los esquemas bioestratigráficos propuestos anteriormente.

- Este trabajo aportó, además, mayores precisiones para la correlación intercontinental del esquema bioestratigráfico de la Cuenca Andina Central con los de otras regiones como Escandinavia, América del Norte, sur de China y sur de Marruecos, ubicadas en latitudes intermedias a altas durante el Ordovícico Temprano-Medio.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abello, M.A., Luy, M.A., Pinilla, K., Posadas, P. y Ortiz-Jaureguizar, E. 2018. Estudio bibliométrico de la producción científica argentina en Paleobotánica y Palinología basado en Ameghiniana, entre los años 1957 y 2016. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina, Suplemento Resúmenes* 18: 5R–6R.
- Aceñolaza, F.G. 1968. Geología estratigráfica de la región de la Sierra de Cajas, Departamento Humahuaca (Provincia de Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 23: 207–222.
- Aceñolaza, F.G. 1980. La presencia de *Tetraraptus fruticosus* (Graptolithina) en el Ordovícico de Jujuy. Implicancias cronológicas y paleobiogeográficas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 35: 539–545.
- Aceñolaza, F.G. y Durand, F. 1975. Contribución al conocimiento bioestratigráfico del Ordovícico puneño. Fauna graptolítica de Cátua, Provincia de Jujuy y Salta. *1° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (San Miguel de Tucumán), *Acta* 1: 77–107.
- Aceñolaza, F.G. y Gutiérrez-Marco, J.C. 2000. Graptolitos de la Formación Portezuelo de Las Minitas (Ordovícico Inferior) del sistema de Famatina, La Rioja, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 64: 17–26.
- Aceñolaza, F.G., Gorustovich, S. y Solis, J. 1976. El Ordovícico del río La Alumbrera, Departamento Tinogasta, Provincia de Catamarca. *Ameghiniana* 13: 269–288.
- Albanesi, G.L. y Ortega, G. 2010. Evolución del conocimiento de graptolitos y conodontes en la Argentina: una perspectiva bioestratigráfica. *2° Congreso Argentino de Historia de la Geología* (Ciudad Autónoma de Buenos Aires), *Resúmenes*: 7–8.
- Albanesi, G. y Ortega, G. 2016. Conodont and graptolite biostratigraphy of the Ordovician System of Argentina. En: Montenari, M. (Ed.), *Stratigraphy & Timescales*. Elsevier: 61–21. ISBN: 9780128115497.
- Albanesi, G.L. Ortega, G., Barnes, C.R. y Hünicken, M.A. 1999. Conodont-graptolite biostratigraphy of the Gualcamayo Formation (Middle Ordovician) in the Gualcamayo-Guandacol rives area, Argentina Precordillera. *Acta Universitatis Carolinae Geologica* 43: 45–48.
- Allman, G.J. 1869. *Rhabdopleura normani*, Allman, nov. gen. et sp., En: A.M. Norman (Ed.) *Shetland final dredging report*. Part II. Crustacea, Tunicata, Polyzoa, Echinodermata, Actinozoa, Hydrozoa and Porifera. *Reports of the British Association of the Advancement of Science* 1868: 311–312.
- Allman, G.J. 1872. On the morphology and affinities of graptolites. *Annals and Magazine of Natural History* 4: 364–380.
- Alonso, R., Gutiérrez, R. y Viamonte, J. 1984. Puna austral: bases para el subprovincialismo geológico de la Puna austral. *9° Congreso Geológico Argentino* (Bariloche), *Actas* 1: 43–63.
- Astini, R.A. 2003. Ordovician Basins of Argentina. En: J.L. Benedetto (Ed.), *Ordovician fossils of Argentina*. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, p. 1–74.
- Bahlburg, H. 1990. The Ordovician basin in the Puna of NW Argentina and N Chile: geodynamics evolution from back-arc to foreland basin. *Geotektonische Forschungen* 75: 1–107.
- Bahlburg, H., Berndt, J., y Gerder, A. 2016. The ages and tectonic setting of the Faja Eruptiva de la Puna Oriental, Ordovician, NWArgentina. *Lithos* 256-254: 41–54.

- Bahlburg, H., Breitenkreuz, C., Maletz, J., Moya, M.C. y Salfity, J.A. 1990. The Ordovician sedimentary rocks in the northern Puna of Argentina and Chile: New stratigraphical data based on graptolites. *Newsletters on Stratigraphy* 23: 69–89.
- Bassler, R.S. 1915. Bibliographic Index of American Ordovician and Silurian Fossils. *United States National Museum, Bulletin* 92, p. 718.
- Bates, D.E.B. y Urbanek, A. 2002. The ultrastructure, development, and systematic position of the graptolite genus *Mastigograptus*. *Acta Palaeontologica Polonica* 47: 445–458.
- Bateson, W. 1885. The later stages in the development of *Balanoglossus kowalevskii*, with a suggestion as to the affinities of the Enteropneusta. *Quarterly Journal of Microscopical Science* 25: 81–122.
- Beckly, A. y Maletz, J. 1991. The Ordovician graptolites *Azygograptus* and *Jishougraptus* in Scandinavia and Britain. *Palaeontology* 34: 887–925
- Beklemishev, V.N. 1951. On the systematic structure of animals (Vtorichnorotyie (Deuterostomia)), their origin and composition. *Uspekhi Sovremennoy Biologii* 32: 256–270.
- Benedetto, J.L. 2018. El ensamble del continente de Gondwana. *El continente de Gondwana a través del tiempo. Una introducción a la Geología Histórica*, 3° edición. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, p. 95–138.
- Benedetto, J.L., Brussa, E.D. y Pompei, J.F. 2002. El Ordovícico de la región de Susques-Huancar (Puna Oriental de Jujuy): precisiones sobre su edad y significado estratigráfico. *20° Congreso Geológico Argentino y 5° Congreso de Explotación de Hidrocarburos (El Calafate)*, Actas 1: 575–577.
- Bergström, S.M., Cheng, X., Gutiérrez-Marco, J.C. y Dronov, A. 2009. The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages to $\delta^{13}\text{C}$ chemostratigraphy. *Lethaia* 42: 97–107.
- Berry, W.B.N. 1960. Graptolite Faunas of the Marathon Region, West Texas. *Publication of the University of Texas* 6005, p. 179.
- Bjerreskov, M. 1978. Discoveries on graptolites by X-ray studies. *Acta Palaeontologica Polonica* 23: 463–471.
- Bjerreskov, M. 1994. Pyrite diagenesis of graptolites from Bornholm. En: X. Chen, B-D. Erdtmann y Y. Ni (Eds.), *Graptolite Research Today*. Nanjing University Press, Nanjing, p. 217–222.
- Bordonaro, O. y Peralta, S.H. 1987. El Arenigiano inferior de la Formación Empozada en la localidad de San Isidro, Mendoza, Argentina. *10° Congreso Geológico Argentino (San Miguel de Tucumán)*, Actas 3: 81–84.
- Bouček, B. y Přibyl, A. 1951. Taxonomie a kmenovy vyvoj některých ordovických graptolitů [Taxonomy and Phylogeny of some Ordovician graptolites]. *Rozpravy II. Tridiv česke Akademie* 61: 1–18.
- Brackebusch, L. 1883. Formación petrolífera de Jujuy. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 5: 137–184.
- Brongniart, A. 1828. *Histoire des végétaux fossiles, ou recherches botaniques et géologique sur les végétaux renformés dans les diverses couches du globe*. Paris, xxi + p. 488.
- Bronn, H.G. 1849. *Handbuch der Geschichte der Natur. Dritter Band, Zweite Abtheilung. II. Theil: Organisches Leben (Schluß). Index palaeontologicus oder Ueberblick der bis jetzt bekannten fossilen Organismen*. Schweizerbart, Stuttgart, 1106 p.
- Brussa, E.D. 1997a. La Biozona de *Paraglossograptus tentaculatus* (Graptolithina) en la Formación Sierra de la Invernada, Precordillera Occidental, Argentina. *Geobios* 30: 15–29.

- Brussa, E.D. 1997b. Graptolitos del Arenigiano Tardío – Llanvirniano de la Formación Sierra de la Invernada, Precordillera Occidental sanjuanina, Argentina. Parte I. *Ameghiniana* 34: 357–372.
- Brussa, E.D. y Astini, R.A. 1998. The Gualcamayo River section: a graptolite constrained K-bentonite succession in the Ordovician of the Argentine Precordillera. En: J.C. Gutiérrez-Marco e I. Rábano (Eds.), *Proceedings of the 6th International Graptolite Conference, Temas Geológico mineros ITGE* 23: 154–157
- Brussa, E.D. y Toro, B.A. 2005. Isograptidos en el Ordovícico de la Puna Oriental Argentina. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes* 42: 18R.
- Brussa, E.D., Toro, B.A. y Benedetto, J.L. 2003. Biostratigraphy. En: J.L. Benedetto (Ed.), *Ordovician fossils of Argentina*. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, p. 75–90.
- Brussa, E.D., Toro, B.A. y Vaccari, N.E. 2008. Bioestratigrafía del Paleozoico inferior en el ámbito de la Puna. En: B. Coira y E.O. Zappeteni (Eds.), *Geología y recursos naturales de la provincia de Jujuy, Relatorio del 17° Congreso Geológico Argentino*, Jujuy, p. 93–97.
- Bulman, O.M.B. 1938. Graptolithina. En: O.H. Schindewolf (Ed.), *Handbuch der Paläozoologie, vol. 2D*. Borntraeger. Berlín. p. 92.
- Bulman, O.M.B. 1950. Graptolites from the *Dictyonema* Shales of Quebec. *Quarterly Journal of the Geological Society, London* 106: 63–99.
- Bulman, O.M.B. 1955. En: R. C. Moore (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part V, Graptolithina*. The Geological Society of America y The University of Kansas Press. Nueva York y Lawrence. xvii + 101 p.
- Bulman, O.M.B. 1970. En: C. Teichert (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part V, 2nd edition: Graptolithina, with section on Enteropneusta and Pterobranchia*. Geological Society of America and University of Kansas Press, New York y Lawrence. p. 1–163.
- CAE, 1992. Código Argentino de Estratigrafía. Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria) 20, 64 p.
- Coira, B., Pérez, B., Flores, P., Mahlburg Kay, S., Woll, B. y Hanning, M. 1999. Magmatic sources and tectonic setting of Gondwana margin Ordovician magmas, northern Puna of Argentina and Chile. *Geological Society of America. Special paper* 336, 145–170.
- Coira, B., Caffè, P., Ramírez, A., Chayle, W., Díaz, A., Rosas, S., Pérez, A., Pérez, B., Orozco, O. y Martínez, M. 2004. Hoja Geológica 2366-I / 2166-III, Mina Pirquitas, Provincia de Jujuy. *Boletín del Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino*, 269, 125 p.
- Cooper, A.H., Rushton, A.W.A., Molyneux, S.G., Hughes, R.A., Moore, R.M. y Webb, B.C. 1995. *Geological Magazine* 132: 185–211.
- Cooper, R.A. 1973. Taxonomy and evolution of *Isograptus* Moberg in Australasia. *Palaeontology* 16: 45–115.
- Cooper, R.A. 1979. Ordovician geology and graptolite faunas of de Aorangi Mine area, north-west Nelson, New Zealand. *New Zealand Geological Survey, Paleontological Bulletin* 47: 1–127.
- Cooper, R.A. y Fortey, R.A. 1982. The Ordovician graptolites of Spitsbergen. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology Series* 36: 157–302.
- Cooper, R.A. y Fortey, R.A. 1983. Development of the graptoloid rhabdosome. *Alcheringa* 7: 201–221.

- Cooper, R.A., Maletz, J., Taylor, L. y Zalasiewicz, J.A. 2004. Graptolites: Patterns of Diversity Across Paleolatitudes. En: B.D. Webby, F. Paris, M.L. Droser e I.G. Percival (Eds.), *The Great Ordovician Biodiversification Event*. Columbia University Press, New York, p. 281–293.
- Cuerda, A. y Alfaro, M. 1986. Las graptofaunas de la Formación Gualcamayo e sus localidades tipo, Precordillera de La Rioja. *4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 31–43.
- Cuerda, A., Alfaro, M., Cortes, J.M., Franchi, M. y Menendez, A. 1992. Graptolites ordovícicos de la Sierra de Cajas, Cordillera Oriental de Jujuy, Argentina. *Revista Geológica de Chile* 19: 19–35.
- Damborenea, S.E. 2005. Historia de Ameghiniana. *Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial 50° Aniversario* 10: 23–34.
- de Queiroz, K. 2007. Toward an integrated system of clade names. *Systematic Biology* 56: 956–974.
- de Queiroz, K. y Gauthier, J. 1990. Phylogeny as a central principle in taxonomy: phylogenetic definitions of taxon names. *Systematic Zoology* 39: 307–322.
- Degardin, J-M. 1979. Decouverte du Genre *Phyllograptus* (Graptolites) dans l'Ordovicien des Pyrenees Atlantiques: consequences stratigraphiques. *Geobios* 12: 321–329.
- Dewey, J.F., Rickards, R.B. y Skevington, D. 1970. New light on the age of Dalradian deformation and metamorphism in western Ireland. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 50: 19–44.
- Egenhoff, S. y Maletz, J. 2007. Graptolites as indicators of maximum flooding surfaces in monotonous deep-water shelf successions. *Palaios* 22: 373–383.
- Egenhoff, S.O., Maletz, J. y Erdtmann, B-D. 2004. Lower Ordovician graptolite biozonation and lithofacies of southern Bolivia: relevance for paleogeographic interpretations. *Geological Magazine* 141: 287–299.
- Eichwald, E.J. 1855. Beitrag zur geographischen Verbreitung der fossilen Thiere Russlands. Alte Periode. *Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou* 28: 433–466.
- Elles, G.L. 1897. The subgenera *Petalograptus* and *Cephalograptus*. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 53: 186–212.
- Elles, G.L. 1898. The Graptolite-fauna of the Skiddaw Slates. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 54: 463–539.
- Elles, G.L. 1933. The lower Ordovician graptolite faunas with special reference to the Skiddaw Slates. Summary of Progress of the Geological Survey of Great Britain for 1932: 94–111.
- Elles, G.L. y Wood E.M.R. 1901. Monograph of British Graptolites, Part 1. *Monograph of the Palaeontographical Society* 55: 1–54.
- Erdtmann, B-D. 1982. A reorganization and proposed phylogenetic classification of planktic Tremadoc (early Ordovician) dendroid graptolites. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 62: 121–144.
- Escayola, M.P., van Staal, C.R. y Davis, W.J. 2011. The age and tectonic setting of the Puncoviscana Formation in northwestern Argentina: an accretionary complex related to Early Cambrian closure of the Puncosviscana Ocean and accretion of the Arequipa-Antofalla block. *Journal of South American Earth Sciences* 32: 437–458.
- Frech, F. 1897. Lethaea geognostica oder Beschreibung und Abbildung für die Gebirgs-Formationen bezeichnendsten Versteinerungen. *Herausgegeben von einer Vereinigung von Palaeontologen, 1 Teil, Lethaea Palaeozoica*: 544–684.
- Fowler, G.H. 1892. The morphology of *Rhabdopleura allmani*. En: R. Leukarts (Ed.), *Festschrift zum 70ten Geburtstag*: 293–297.

- García, A.F., Pérez D'Angelo, E. y Ceballos, S.E. 1962. El Ordovícico de Aguada de La Perdiz, Puna de Aracama, provincia de Antofagasta. *Revista Mineralogía* 77: 52–61.
- Gegenbaur, C. 1870. *Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Zweite, umgearbeitete Auflage.* Wilhelm Engelmann. Leipzig, p. 892.
- Goldman, D., Mitchell, C.E., Maletz, J., Riva, J.F.V., Leslie, S.A. y Motz, G. J. 2007. Ordovician graptolites and conodonts of the Trail Creek Region of central Idaho: a revised, integrated biostratigraphy. *Acta Palaeontologica Sinica*, 46 Supplement: 155–162.
- Gurley, R.R. 1896. North American graptolites, new species and vertical ranges. *Journal of Geology* 4: 63–102, 291–311.
- Gutiérrez-Marco, J.C. 2009. Hemicordados: graptolitos. En: M.L. Martínez Chacón y P. Rivas (Eds.), *Paleontología de Invertebrados*. Sociedad Española de Paleontología, Universidad de Oviedo, Universidad de Granada, Instituto Geológico y Minero de, Oviedo, España, p. 497–524.
- Gutiérrez-Marco, J.C. y Martín, E.L.O. 2016. Biostratigraphy and paleoecology of Lower Ordovician graptolites from the Fezouata Shale (Moroccan Anti-Atlas). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 460: 35–49.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Aceñolaza, G.F. y Esteban, S. 1996. Revisión de algunas localidades con graptolitos ordovícicos en la Puna salto-jujeña (Noroeste de Argentina). *Memorias del 12º Congreso Geológico de Bolivia* (Tarija), 2: 725–731.
- Hall, J. 1851. New genera of fossil corals from the report by James Hall, on the Palaeontology of New York. *American Journal of Science and Arts, 2nd Series* 11: 398–401.
- Hall, J. 1858. Note upon the genus *Graptolithus* and description of some remarkable new forms the shales of the Hudson River Group. *Canadian Naturalist and Quarterly Journal of Science* 4: 139–150.
- Hall, J. 1865. *Figures and Descriptions of Canadian Organic Remains. Decade II, Graptolites of the Quebec Group.* Dawson Brothers, Montreal, 1–151.
- Harmer, S.F. 1905. The Pterobranchia of the Siboga-Expedition with an account of other species. *Siboga Expedition Monograph* 26: 1–133.
- Hopkinson, J. y Lapworth, C. 1875. Descriptions of the graptolites of the Arenig and Llandeilo rocks of St. David's. *Quarterly Journal of the Geological Society* 31: 631–672.
- Hyman, L.H. 1959. Chapter 17: The enterocoelous coelomates: Phylum Hemichordata. En: L.H. Hyman (Ed.), *The Invertebrates Vol. 5: Smaller Coelomate Groups*, McGraw-Hill, New York. 72–207.
- Jaanuson, V. 1965. Two multiramous graptoloids from the lower *Didymograptus* Shale of Scandinavia. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 86: 413–432.
- Jackson, D.E. 1979. A new assessment of the stratigraphy of the Skiddaw Group along the Northern edge of main Skiddaw inlier. *Proceedings of the Cumberland Geological Society* 4: 21–31.
- Jackson, D.E. y Lenz, A.C. 2006. The sequence and correlation of Early Ordovician (Arenig) graptolite faunas in the Richardson Trough and Misty Creek Embayment, Yukon Territory and District of Mackenzie, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences* 43: 1791–1820.
- Kozłowski, R. 1971. Early development stages and the mode of life of graptolites. *Acta Palaeontologica Polonica* 16: 313–342.
- Lankester, E.R. 1877. Notes on the embryology and classification of the animal kingdom; comprising a revision of speculations relative to the origin and significance of the germ layers. *Quarterly Journal of Microscopical Science, N.S.* 17: 339–454.

- Lankester, E.R. 1884. A contribution to the knowledge of *Rhabdopleura*. *Quarterly Journal of Microscopical Science* 24: 622–647.
- Lapworth, C. 1873. On an improved classification of the *Rhabdophora*. *Geological Magazine* 10: 500–504, 555–560.
- Leanza, A.F. 1958. Geología Regional. En: F. de Aparicio y H.A. Difrieri (Eds.), *La Argentina, Suma de Geografía*. Editorial Peuser, Buenos Aires, p. 217–349.
- Lin, Y. 1981. New materials of Graptodendroids with special reference to the classification of the Graptodendroidea. *Bulletin of the Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica* 3: 241–262.
- Loss, R. 1948. Consideraciones preliminares sobre la cronología de las estructuras paleozoicas de los alrededores de La Quiaca (departamento de Yavi, provincia de Jujuy). *Publicación del Instituto de Geología y Minería de la Universidad Nacional de Tucumán* 456: 23–29.
- Loss, R. 1951. Contribuciones al conocimiento de las faunas graptolíticas del Norte Argentino. I: Graptolites del Cerro San Bernardo (Salta) y zona del dique de La Ciénaga (Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 6: 21–61.
- Loydell, D.K., Orr, P.J. y Kearns, S. 2004. Preservation of soft tissues in Silurian graptolites from Latvia. *Palaeontology* 47: 503–513.
- M'Coy, F. 1874. *Prodromus of the palaeontology of Victoria, or. Figures and descriptions of the Victorian organic remains*. Geological Society of Victoria, Victoria, Australia, p. 43.
- M'Intosh, W.C. 1882. Preliminary notice of *Cephalodiscus*, a new type allied to Prof. Allman's *Rhabdopleura*, dredged in H.M.S. 'Challenger'. *Annals and Magazine of Natural History (5th Series)* 10: 337–348.
- M'Intosh, W.C. 1887. Report on *Cephalodiscus dodecalophus*, M'Intosh, a new type of the Polyzoa, procured on the voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873–76 (with an appendix, pp. 38–47, by S. Harmer on the anatomy of *Cephalodiscus*). *Challenger Reports, Zoology* 20: 1–47.
- Malanca, S., Monteros, J.A. y Moya, M.C. 1998. Nuevos datos paleontológicos de la Formación Vicuñas (Tremadoc temprano), Puna Occidental Argentina. *7° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Bahía Blanca), 90.
- Maletz, J. 1992. [Biostratigraphie und Paleogeographie von Unterordovizischen Graptolithenfaunen des ostlichen Kanadas und Skandinaviens. Doktorarbeit, Technische Universität Berlin, Berlin, 246p. Inédito.].
- Maletz, J. 1994. Pendent didymograptids (Graptoloidea, Dichograptacea). En: X. Chen, B-D. Erdtmann y Y. Ni (Eds.), *Graptolite Research Today*. Nanjing University Press, Nanjing, p. 27–43.
- Maletz, J. 1996a. The identity of *Didymograptus (Expansograptus) suecicus* (Tullberg) and related species (Graptoloidea, Dichograptidae).
- Maletz, J. 1996b. The Lower Ordovician graptolites *Didymograptus balticus* Tullberg and *D. protobalticus* Mosen. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 76: 107–114.
- Maletz, J. 2005. Early Middle Ordovician graptolite biostratigraphy of the Lovisefred and Albjära drill cores (Scania, Southern Sweden). *Paleontology* 48: 763–780.
- Maletz, J. 2010. *Xiphograptus* and the evolution of the virgella-bearing graptoloids. *Palaeontology* 53: 415–439.
- Maletz, J. 2014a. The classification of the Graptolithina Bronn, 1849. *Bulletin of Geosciences* 89: 477–540.

- Maletz, J. 2014b. Fossil Hemichordata (Pterobranchia, Enteropneusta). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 398: 16–27.
- Maletz, J. 2017a. Taxonomy and Evolution. En: J. Maletz (Ed.), *Graptolite Paleobiology*. John Wiley & Sons Ltd, Oxford, United Kingdom, p. 111–123.
- Maletz, J. 2017b. The Planktic Revolution. En: J. Maletz (Ed.), *Graptolite Paleobiology*. John Wiley & Sons Ltd, Oxford, United Kingdom, p. 139–152.
- Maletz, J. 2017c. Part V, Second Revision, Chapter 13: The History of Graptolite Classification. *Treatise Online* 88: p. 11.
- Maletz, J. y Ahlberg, P. 2011. The Lerhamn drill core and its bearing for the graptolite biostratigraphy of the Ordovician Tøyen Shale in Scania, southern Sweden. *Lethaia* 44: 350–368.
- Maletz, J. y Ahlberg, P. 2018. The Lower Ordovician Tøyen Shale succession in the Fågelsång-3 drill core, Scania, Sweden. *GFF* 140: 293–305.
- Maletz, J. y Beli, E. 2018. Part V, Second Revision, Chapter 15: Subclass Graptolithina and *Incertae sedis* Family Rhabdopleuridae: Introduction and Systematic Descriptions. *Treatise Online* 101: p. 14.
- Maletz, J. y Egenhoff, S.O. 2003. Lower to Middle Ordovician graptolite biostratigraphy of Southern Bolivia. *Revista Técnica de YPF* 21: 103–115.
- Maletz, J. y Slovacek, M. 2013. The tubarium construction of Lower Ordovician (Dapingian) *Baltograptus* species (Graptolithina) from Dalarna, Sweden. *Paleontology* 56: 1107–1120.
- Maletz, J. y Steiner, M. 2015. Graptolite (Pterobranchia, Graptolithina) preservation and identification in the Cambrian Series 3. *Palaeontology* 58: 1073–1107.
- Maletz, J., Carlucci, J. y Mitchell, C.E. 2009. Graptoloid cladistics, taxonomy and phylogeny. *Bulletin of Geosciences* 84: 7–19.
- Maletz, J., Kley, J. y Reinhardt, M. 1995. New data on the Paleontology and Biostratigraphy of the Ordovician in Southern Bolivia. *Newsletters on Stratigraphy* 32: 163–173.
- Maletz, J., Lenz, A.C. y Bates, D.E.B. 2016. Part V, Second Revision, Chapter 4: Morphology of the Pterobranch Tubarium. *Treatise Online* 76: p. 63.
- Maletz, J., Toro, B.A. y Zhang, Y.D. 2017. Part V, Second Revision, Chapter 18: Order Graptoloidea and Family Anisograptidae: Introduction, Morphology, and Systematic Descriptions. *Treatise Online* 85: p. 14.
- Maletz, J., Zhang, Y.D. y VandenBerg, A.H.M. 2018a. Part V, Second Revision, Chapter 19: Suborder Sinograptina: Introduction, Morphology, and Systematic Descriptions. *Treatise Online* 107: p. 23.
- Maletz, J., Bates, D.E.B., Brussa, E.D., Cooper, R.A., Lenz, A.C., Riva, J.F., Toro, B.A. y Zhang, Y.D. 2014. Part V, Second Revision, Chapter 12: Glossary of Hemichordata. *Treatise Online* 62: p. 23.
- Maletz, J., Toro, B.A., Zhang, Y.D. y VandenBerg, A.H.M. 2018b. Part V, Second Revision, Chapter 20: Suborder Dichograptina: Introduction, Morphology, and Systematic Descriptions. *Treatise Online* 108: p. 28.
- Martín, J.L., Malanca, S. y Sureda, R. 1987. La fauna graptolítica de la Sierra de Aguilar, Jujuy, Argentina. Algunos comentarios sobre las formaciones ordovícicas. *4° Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Santa Cruz de la Sierra), vol. II: 599–619.

- Martínez, M., Brussa E., Pérez B., y Coira B. 1999. El Ordovícico de la Sierra de Quichagua (Puna oriental argentina): litofacies volcanosedimentarias y graptofaunas. *14° Congreso Geológico Argentino* (Salta), *Actas* 1: 347–350.
- Matley, C.A. 1938. The Geology of the Country around Pwllheli, Llanbedrog and Madryn, South-west Carnarvonshire. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 94: 555–606.
- Méndez, V., Navarini, A., Plaza, D. y Viera, V. 1973. Faja eruptiva de la Puna Oriental. *5° Congreso Geológico Argentino* (Villa Carlos Paz), *Actas* 4: 89–100.
- Mitchell, C.E., Melchin, M.J., Cameron, C.B. y Maletz, J. 2013. Phylogenetic analysis reveals that *Rhabdopleura* is an extant graptolite. *Lethaia* 46: 34–56.
- Monsen, A. 1937. Die Graptolithenfauna im Unteren Didymograptusschiefer (Phyllograptusschiefer) Norwegens. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 16: 57–267.
- Monteros, J.A. 2005. [Las graptofaunas del Ordovícico Inferior de la Sierra de Mojotoro, Cordillera Oriental argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Salta, Salta, 198p. Inédito.].
- Monteros, J.A., Moya, M.C. y Monaldi, C.R. 1996. Graptofaunas arenigianas en el borde occidental de la Puna Argentina. Implicancias paleogeográficas. *Memorias 12° Congreso Geológico de Bolivia* (Tarija) 2: 733–746.
- Moya, M.C., Malanca, S., Monteros, J.A. y Cuerda, A.J. 1994. Bioestratigrafía del Ordovícico Inferior en la Cordillera Oriental Argentina basada en graptolitos. *Revista Española de Paleontología* 9: 91–104.
- Mu, A.T. 1950. On the Evolution and Classification of Graptolites. *Geological Review* 15: 171–183.
- Mu, A.T. 1957. Some new or little known graptolites from the Ningkuo Shale (Lower Ordovician) of Changshan, western Chekiang. *Acta Palaeontologica Sinica* 5: 369–437.
- Mu, A.T. 1958. *Abrograptus*, a new graptolite genus from the Hulo Shale (Middle Ordovician) of Kiangshan, western Chekiang. *Acta Palaeontologica Sinica* 6: 259–265.
- Mu, A.T., Ge, M.Y., Chen, X., Ni, Y.N. y Lin, Y.K. 1979. Lower Ordovician graptolites of Southwest China. *Palaeontologica Sinica (New Series B)* 156: 1–192.
- Mu, E., Li, J., Ge, M., Lin, Y. y Ni, Y. 2002. *Fossil Graptolites of China*. Nanjing University Press, Nanjing, 1205 p.
- Nicholson, H.A. 1868. On the graptolites of the Coniston Flags, with notes on the British species of the genus Graptolites. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 24: 521–545.
- Nicholson, H.A. 1869. On some new species of graptolites. *Annales and Magazine of Natural History, London, Series* 4: 231–242.
- Nicholson, H.A. 1872. *A Monograph of the British Graptolitidae. Part 1. General Introduction*. Williams Blackwood and Sons. Edinburgh y London, p. 133.
- Nicholson, H.A. 1875. On a new genus and some new species of graptolites from the Skiddaw Slates. *Annual Magazine of Natural History, serie* 4,16: 269–273.
- Norman, A.M. 1869. Shetland Final Dredging. Part 2. On the Crustacea, Tunicata, Polyzoa, Echinodermata, Actinozoa, Hydrozoa and Porifera. *Reports of the British Association of the Advancement of Science* 38: 247–336.
- Obut, A. M. 1964. Podtip Stomochordata. Stomokhordovye. En: Y. A. Orlov (Ed.), *Osnovy paleontologii: Echinodermata, Hemichordata, Pogonophora, Chaetognatha*. Nedra Press. Moscú. p. 279–337.

- Obut, A.M. y Sobolevskaya, R.F. 1964. Graptolity ordovika Taimyra [Ordovician Graptolites of Taimyr]. Akademya Nauk SSSR. *Sibirskoye Otdeleniye, Ist. Geologii i Geofiziki-Nauchno-Issled. Institut Geologii Artiki*, p. 92.
- Ortega, G. y Albanesi, G.L. 1999. Graptolite biostratigraphy of the Gualcamayo Formation (Middle Ordovician) at the Los Sapitos creek section, Argentine Precordillera. *Acta Universitatis Carolinae, Geologica* 43: 49–52.
- Ortega, G. y Albanesi G.L. 2000. Graptolitos de la Formación Gualcamayo (Ordovícico Medio) en el Cerro Potrerillo, Precordillera central de San Juan, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 64, 17–59.
- Ortega, G. y Rao, R.I. 1994. The proximal development in *Corymbograptus* specimens from the Acoite Formation (Arenig), Cordillera Oriental, Northwestern Argentina. En: X. Chen, B-D. Erdtmann y Y. Ni (Eds.), *Graptolite Research Today*. Nanjing University Press, Nanjing, p. 20–26.
- Ortega, G., Albanesi, G.L. y Rao, R.I. 1998. Lower Ordovician graptolites and conodonts from Cajas range and Parcha area, Eastern Cordillera, northern Argentina. *Temas Geológico-Mineros ITGE* 23: 236–240.
- Ortega, G., Toro, B.A., 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). *Revista Española de Paleontología* 8: 207–219.
- Ortega, G., Albanesi, G.L., Heredia, S.E., Beresi, M.S., 2007. Nuevos registros de graptolitos y conodontes (Ordovícico) en las formaciones Estancia San Isidro y Empozada, quebrada San Isidro, Precordillera de Mendoza. *Ameghiniana* 44: 697–718.
- Ortega, G., Voldman, G.G., Banchig, A.L., Albanesi, G.L., Cardo, R., Alonso, J.L. y Fernández, L.P. 2017. Primeros registros de la Zona de *Holmograptus spinosus* (Ordovícico Medio) en la Sierra de Rinconada, Precordillera Oriental, provincia de San Juan, Argentina. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes* 54: 38R–39R.
- Ortiz-Jaureguizar, E., Posadas, P., Miguel, S., Abello, M.A., Luy, A.M., Hidalgo, M. y Stubbs, E. 2016. La paleontología de los vertebrados en Argentina desde la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días: un estudio cuali-cuantitativo basado en Ameghiniana. *Revista del Museo de La Plata* 1: 177–194.
- Palma, M.A., Patricia, P. y Ramos, V.A. 1986. El granito de Archibarca: su edad y significado tectónico, provincia de Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 41: 414–419.
- Peralta, S.H. 1986. Graptofaunas del Llanvirniano inferior (Ordovícico) y Ludloviano inferior (Silúrico) de la Formación Rinconada, Precordillera Oriental de San Juan. *4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 59–66.
- Pinilla, M.K., Luy, A.M., Abello, M.A., Posadas, P. y Ortiz-Jaureguizar, E. 2018. Análisis bibliométrico comparado: producción científica argentina en Paleontología de Invertebrados y Micropaleontología basado en Ameghiniana (1957-2016). *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina, Suplemento Resúmenes* 18: 48R.
- Ramos, V. 1974. Los didymograptidos de la Formación Parcha en el borde oriental de la Puna salteña. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 29: 73–84.
- Ramos, V.A. 2017. Las provincias geológicas del noroeste argentino. En: C.M Muruaga y P. Grosse (Eds.), *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. Relatorio del 20° Congreso Geológico Argentino* (San Miguel de Tucumán), 42–56.

- Ramos, V.A. y Coira, B. 2008. Las provincias geológicas de Jujuy. En: B. Coira y E.O. Zappeteni (Eds.), *Geología y recursos naturales de la provincia de Jujuy, Relatorio del 17° Congreso Geológico Argentino* (San Salvador de Jujuy), 11–15.
- Rickards, R.B. 1974. A combination of pseudovirgulae and lateral branching in a species of dichograptid. *Acta Palaeontologica Polonica* 24: 231–240.
- Rickards, R.B. y Durman, P.N. 2006. Evolution of earliest graptolites and other hemichordates. *Cardiff, National Museum of Wales, Geological Series* 25: 5–92.
- Rickards, R.B. y Stait, B.A. 1984. *Psigraptus*, its classification, evolution and zooid. *Alcheringa* 8: 101–111.
- Rubiolo, D., Seggiaro, R., Gallargo, E., Disalvo, A., Sánchez, M., Turel, A., Ramallo, E., Sandruss, A. y Godeas, M. 2003. Hoja Geológica 2366-II / 2166-IV, La Quiaca. Provincias de Jujuy y Salta. *Boletín del Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino*, 246, p. 113.
- Ruedemann, R. 1902. The graptolite (Levis) facies of the Beekmantown Formation in Rensselaer Country, N.Y. *New York State Museum, Bulletin* 52 (*Paleontology* 6): 546–575.
- Ruedemann, R. 1904. Graptolites of New York, part I. Graptolites of the lower beds. *New York State Museum Memoir* 7: 455–807.
- Ruedemann, R. 1947. Graptolites of North America. *Geological Society of America Memoir* 19: 1–652.
- Rushton, A.W.A. 2000. *Didymograptus* (s. l.) *deflexus* Elles & Wood, 1901. *Atlas of Graptolite Type Specimens* Folio 1.29.
- Rushton, A.W.A. 2008. *Didymograptus* (s. l.) *kurcki* Törnquist. *Atlas of Graptolite Type Specimens* Folio 2.51.
- Rushton, A.W.A. 2011. Deflexed didymograptids from the Lower Ordovician Skiddaw Group of northern England. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society* 58: 319–327.
- Sadler, P.M., Cooper, R.A. y Melchin, M.J. 2011. Sequencing the graptoloid clade: building a global diversity curve from local range charts, regional composites and global time-lines. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society* 58: 329–343.
- Salter, J.W. 1863. Notes on the Skiddaw Slate Fossils. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 19: 135–140.
- Sato, T. 1936. Vorläufige Mitteilung über *Atubaria heterolopha* gen. nov. sp. nov., einen in freiem Zustand aufgefundenen Pterobranchier aus dem Stillen Ozean. *Zoologischer Anzeiger* 115: 97–106.
- Schwab, K. 1973. Die stratigraphie in der Umgebung des Salar Cauchari (NW-Argentinien): Ein Beitrag zur erdgeschichtlichen Entwicklung del Puna. *Geotektonische Forschungen*, 43, 1–68.
- Sempére, T. 1995. Phanerozoic evolution of Bolivia and adjacent regions. En: A.J. Tankard, R. Suárez Soruco y H.J. Welsink (Eds.), *Petroleum Basins of South America*, 62, p. 207–230.
- Skoglund, R. 1961. *Kinnegraptus*, a new graptolite genus from the Lower Didymograptus Shale of Västergötland, Central Sweden. *Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala* 40: 389–400.
- Stone, P. y Rushton, A.W.A. 1983. Graptolite faunas from the Ballantrae ophiolite complex. *Scottish Journal of Geology* 19: 297–310.
- Törnquist, S.L. 1879. Några iakttagelser öfver Dalarnes Graptolitskiffrar. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 4: 446–457.

- Törnquist, S.L. 1890. Undersökningar öfven Siljansomradets Graptoliter 1. *Lunds Universitets Årsskrift* 37: 1–26
- Törnquist, S.L. 1901. Researches into the Graptolites of the Lower Zones of the Scanian and Vestrogothian Phyllo-Tetragraptus beds 1. *Lunds Universitets Årsskrift* 37, Afdeln. 2: 1–26.
- Toro, B.A. 1993. Graptofauna arenigiana de la quebrada de Río Cajas (Formación Acoite), provincia de Jujuy, Argentina. *Ameghiniana* 30: 69–76.
- Toro, B.A. 1994a. [Taxonomía, bioestratigrafía y afinidades paleobiogeográficas en base a las graptofaunas ordovícicas del borde occidental de la Cordillera Oriental, provincia de Jujuy, Argentina. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 173p. Inédito.].
- Toro, B.A. 1994b. Las Zonas de *Didymograptus* (*Didymograptellus*) *bifidus* (Arenigiano medio) y *Didymograptus* (*Corymbograptus*) *deflexus* (Arenigiano inferior) en la Formación Acoite, Cordillera Oriental, Argentina. *Ameghiniana* 31: 209–220.
- Toro, B.A. 1995. Biostratigraphical-paleoenvironmental aspects and paleogeographic affinities of the Arenigian graptolite fauna from the western flank of Cordillera Oriental, Argentina. *Graptolite News*, 8, 61–62.
- Toro, B.A. 1997a. La fauna de graptolitos de la Formación Acoite, en el borde occidental de la Cordillera Oriental Argentina. Análisis bioestratigráfico. *Ameghiniana* 34: 393–412.
- Toro, B.A. 1997b. Asociaciones de graptolitos del Arenigiano de la localidad tipo de la Formación Alumbra, sistema de Famatina, Argentina. *Revista Española de Paleontología* 12, 43–51.
- Toro, B.A. 1999. Nuevos datos paleontológicos (Graptolithina), bioestratigráficos y paleogeográficos del área de Santa Victoria, Cordillera Oriental, Argentina. *Ameghiniana* 36: 477–487.
- Toro, B.A. 2017. Primeros registros del género *Azylograptus* Nicholson y Lapworth, en Nicholson 1875 (Graptolithina) en la Cordillera Oriental de Argentina. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes* 54: 50R.
- Toro, B.A. y Brussa, E.D. 1997a. Nuevos hallazgos de graptolitos ordovícicos en la Puna Oriental Argentina. *Ameghiniana* 34 (1): 126.
- Toro, B.A. y Brussa, E.D. 1997b. Graptolitos de la Formación Suri (Arenig) en el sistema de Famatina, Argentina. *Revista Española de Paleontología* 12: 1751–184.
- Toro, B.A. y Brussa, E.D. 2000. Graptofaunas del Ordovícico Inferior (Arenigiano) del Cerro Tafna, Puna Oriental. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes* 38: 79R–80R.
- Toro, B.A. y Brussa, E.D. 2003. Graptolites. En: J.L. Benedetto (Ed.), *Ordovician fossils of Argentina*. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, p. 441–505.
- Toro, B.A. y Herrera Sánchez, N.C. *En prensa*. Stratigraphical distribution of the Ordovician graptolite *Azylograptus* Nicholson & Lapworth in the Central Andean Basin (NW Argentina and S Bolivia). *Comptes Rendus Palevol*.
- Toro, B.A. y Lo Valvo, G.A. 2017. Implicancias bioestratigráficas y correlación de nuevos registros de graptolitos del Ordovícico Inferior y Medio en la transecta Toquero-Yavi, provincia de Jujuy, Argentina. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes* 54: 51R.
- Toro, B.A. y Maletz, J. 2007. Deflexed *Baltograptus* species in the Early to Middle Arenig graptolite biostratigraphy of Northwestern Argentina. *Acta Paleontologica Sinica* 46: 489–496.

- Toro, B.A. y Maletz, J. 2008. The proximal development in *Cymatograptus* (Graptoloidea) from Argentina and its relevance for the early evolution of the Dichograptacea. *Journal of Paleontology* 82: 974–983.
- Toro, B.A. y Maletz, J. 2018. Up-To-Date Overview Of The Ordovician And Silurian Graptolites. En: M.S. Riglos, A.D. Farjat y M.A. Pérez Leyton (Eds.), *Fósiles y Facies de Bolivia*, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, p. 59–81.
- Toro, B.A. y Vento, B.A. 2013. Reevaluación de las biozonas de *Tetragraptus phyllograptoides* y *Tetragraptus akzharensis* (Ordovícico Inferior, Floiano) de la Cordillera Oriental Argentina. *Ameghiniana* 50: 287–297.
- Toro, B.A., Benedetto, J.L. y Waisfeld, B.G. 2017. En: C.M. Muruaga y P. Grosse (Eds.), *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. Relatorio del 20° Congreso Geológico Argentino* (San Miguel de Tucumán), 92–97.
- Toro, B.A., Brussa, E.D. y Maletz, J. 2006. Implicancias bioestratigráficas y paleobiogeográficas de los graptolitos de la localidad de Santa Rosa, Puna Oriental, Argentina. *9° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Córdoba), 166.
- Toro, B.A., Brussa, E.D. y Rodríguez, G. 2003. Middle Ordovician graptolites from the Sierra de Rinconada, northern Puna, Argentina. En: Ortega, G. y Aceñolaza, G.F. (Eds.), *Proceedings of the 7th International Graptolite Conference (GWG-IPA) y Field Meeting of the International Subcommittee on Silurian Stratigraphy*. Serie de Correlación Geológica 18: 99-103.
- Toro, B.A., Heredia, S.E., Herrera Sánchez, N.C. y Moreno, F. *En prensa*. First Middle Ordovician conodont record related to key graptolites from western Puna, Argentina: Perspectives for an integrated biostratigraphy and correlation of the Central Andean Basin. *Andean Geology*.
- Toro, B.A., Maletz, J., Zhang, Y.D. y Zhang, J. 2011. Comparative analysis of the Early Ordovician baltograptid species of Northwestern Argentina, Baltoscandia and South China. En: J.C. Gutiérrez-Marco, I. Rábano y D. García-Bellido (Eds.), *Ordovician of the World*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, p. 597–603.
- Toro, B.A., Meroi Arcerito, F.R., Muñoz, D.F., Waisfeld, B.G. y de la Puente, G.S. 2015. Graptolite-trilobite biostratigraphy in the Santa Victoria area, northwestern Argentina. A key for regional and worldwide correlation of the Lower Ordovician (Tremadocian-Floian). *Ameghiniana* 52: 535–557.
- Tullberg, S.A. 1880. Några Didymograptus-arter I undre graptolitskiffer vid Kiviks-Esperöd. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 5: 39–43.
- Turner, J.C.M. 1960. Faunas graptolíticas de América del Sur. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 14: 1–180.
- Turner, J.C.M. 1964. Descripción geológica de la Hoja 15c, Vinchina. *Boletín del Instituto Nacional de Geología y Minería* 100: 39.
- Turner, J.C.M. 1970. The Andes of Northwestern Argentina. *Geologische Rundschau* 59: 1028–1063.
- Tzaj, A.T. 1969. A new Ordovician genus *Acrograptus*. *Paleontological Journal* 1: 142–143.
- Urbanek, A. 1973. Organization and evolution of graptolite colonies. En: R.S. Boardman, A.H. Cheetham y W.A. Oliver, Jr. (Eds.), *Animal Colonies – Development and Function Through Time*. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Pensilvania, p. 441–514.

- Vaccari, N.E., Martínez, M. y Hongn, G. 1999. Trilobites tremadocianos d la Formación Taique en la quebrada del Río Taique, Salta, Argentina. *14° Congreso Geológico Argentino* (Salta), *Resúmenes*: 53.
- van der Horst, C. J. 1936. Planctosphaera and Tornaria. *Quarterly Journal of Microscopical Science* 78: 605–613.
- van Diggelen, J. 1982. Graptolieten uit West-Europa: een systematische benadering. *GEA* 15: 80–91.
- VandenBerg, A.H.M. 2017. Revision of zonal and related graptolites of the topmost Lancefieldian and Bendigonian (early Floian) graptolite sequence in Victoria, Australia. *The Royal Society of Victoria* 129: 39–74.
- VandenBerg, A.H.M. y Cooper, R.A. 1992. The Ordovician graptolite sequence of Australasia. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology* 16: 33–85.
- Vento, B.A. 2013. [Cuantificación de las relaciones taxonómicas, filogenéticas y de los patrones paleoecológicos de los graptolitos del Paleozoico inferior del noroeste de Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, 332 p. Inédito.].
- Vento, B.A., Toro, B.A. y Maletz, J. 2012. New insights into the paleobiogeography of the Early Ordovician graptolite fauna of northwestern Argentina. *Comptes Rendus Palevol* 11: 345–355
- Vento, B.A., Toro, B.A. y Maletz, J. 2015. Testing phylogenetic relationships of Floian (Ordovician) graptolite records from Argentina through cladistic analysis. *Ameghiniana* 52: 517–534.
- Vera Torres, J.A. 1994. *Estratigrafía principios y métodos*. Rueda, S.L., Madrid, 799 p.
- Webby, B.D., Paris, F., Droser, M.L. y Percival, I.G. 2004. *The Great Ordovician biodiversification event*. Columbia University Press, Nueva York, 484 p.
- Williams, S.H. y Stevens, R.K. 1988. Early Ordovician (Arenig) graptolites of the Cow Head Group, western Newfoundland, Canada. *Palaentographica Canadiana* 5: 1–167.
- Zhang, J. y Zhang, Y.D. 2014. Graptolite fauna of the Hungshihyen Formation (Early Ordovician), eastern Yunnan, China. *Alcheringa* 38: 434–449.
- Zhang, Y.D., Zhan, R.B., Zhen, Y.Y., Wang, Z.H., Yuan W.W., Fang, X., Ma, X. y Zhang, J.P., 2019. Ordovician integrative stratigraphy and timescale of China. *Science China Earth Sciences* 62: 61–88.
- Zimmermann, U. 2011. From fore-arc to foreland: a cross section of the Ordovician in the Central Andes. En: Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano I. y García-Bellido D. (Eds.), *Ordovician of the World*. Cuadernos del Museo Geominero 14: 667-674. Libro: ISBN 978-84-7840-857-3.
- Zimmermann, U., Moya, M.C. y Bahlburg, H. 1999. First finds of Lower Ordovician graptolites propose a new stratigraphic subdivision for the southern Puna (NW Argentina). *14° Congreso Geológico Argentino y 4° Congreso de Explotación de Hidrocarburos* (Salta), *Actas* 1: 343–346.

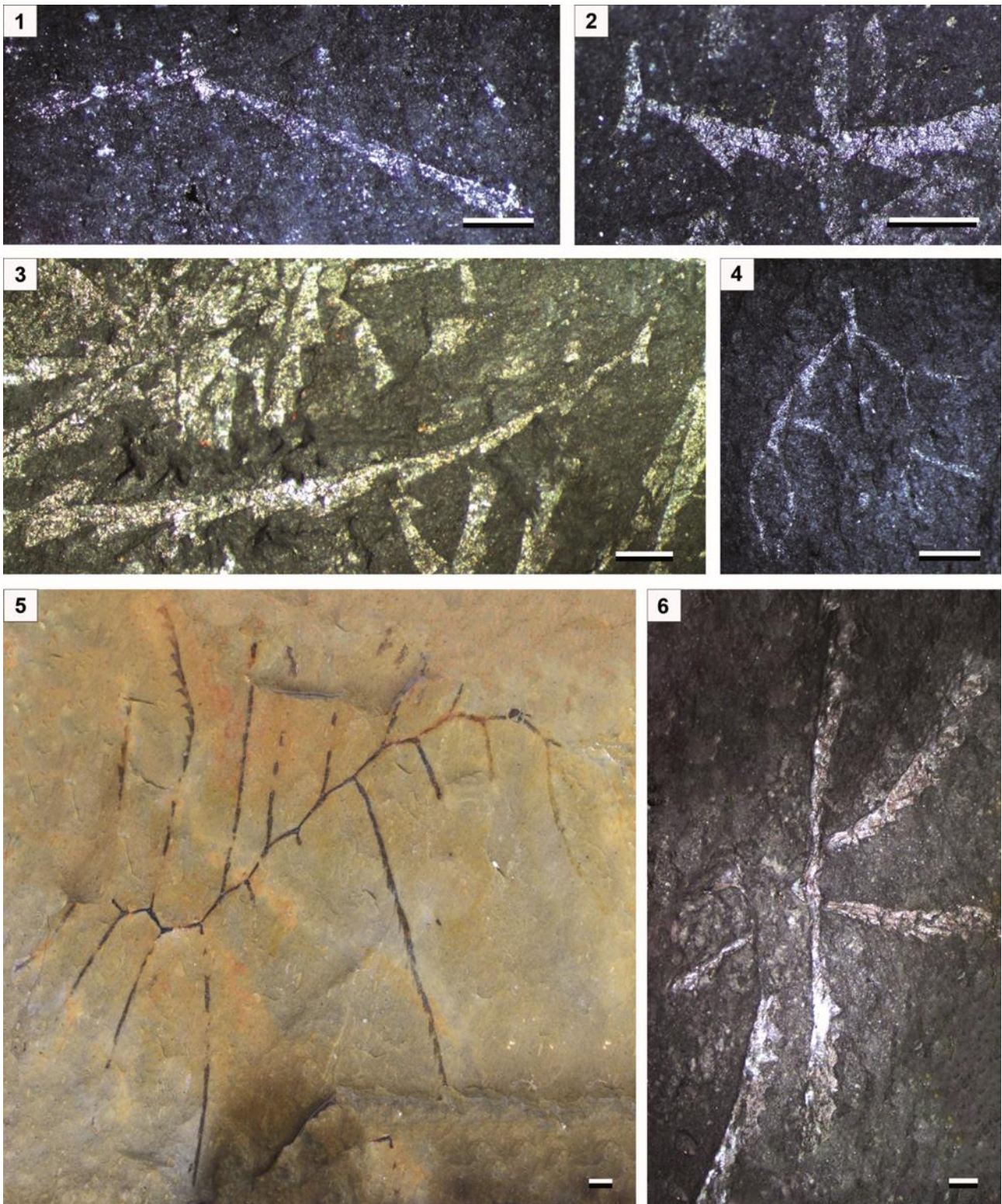


Lámina 1. Graptolitos del Ordovícico Inferior-Medio. 1, *Acrograptus filiformis* Tullberg, Muñayoc, MUÑ1/1. 2, 3, *Azygograptus lapworthi* Nicholson, Muñayoc, 2, CEGH-UNC 24958, 3, CEGH-UNC 24957. 4, *Kinnegraptus* sp., Muñayoc, MUÑ17/1. 5, *Sigmagraptus* cf. *S. praecursor* Ruedemann, Santa Rosa, SR1/1. 6, *Dichograptus octobrachiatus* Hall, Muñayoc, MUÑ18/1. Escala gráfica= 1mm.

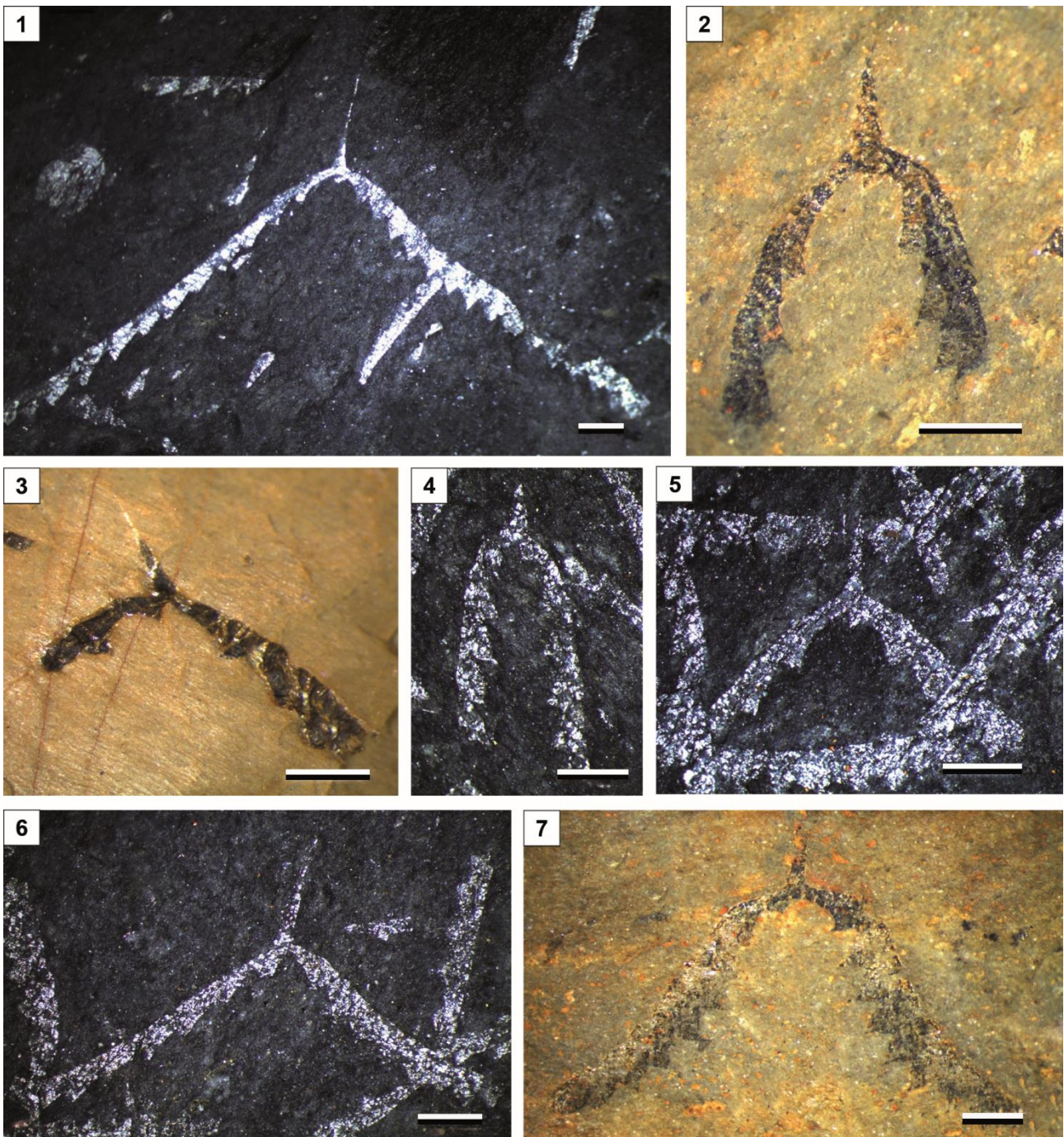


Lámina 2. Graptolitos del Ordovícico Inferior. 1, 6, *Baltograptus kurcki* Törnquist, Muñayoc, 1, MUÑ9/1, 6, MUÑ6/1. 2, 4, *Baltograptus minutus* Törnquist, 2, Santa Rosa, CEGH-UNC 24894, 4, Muñayoc, MUÑ6/2. 3, 5, 7, *Baltograptus deflexus* Elles y Wood, 3, 7, Santa Rosa, SR2/1, SR2/2, 5, Muñayoc, MUÑ6/3. Escala gráfica= 1mm.

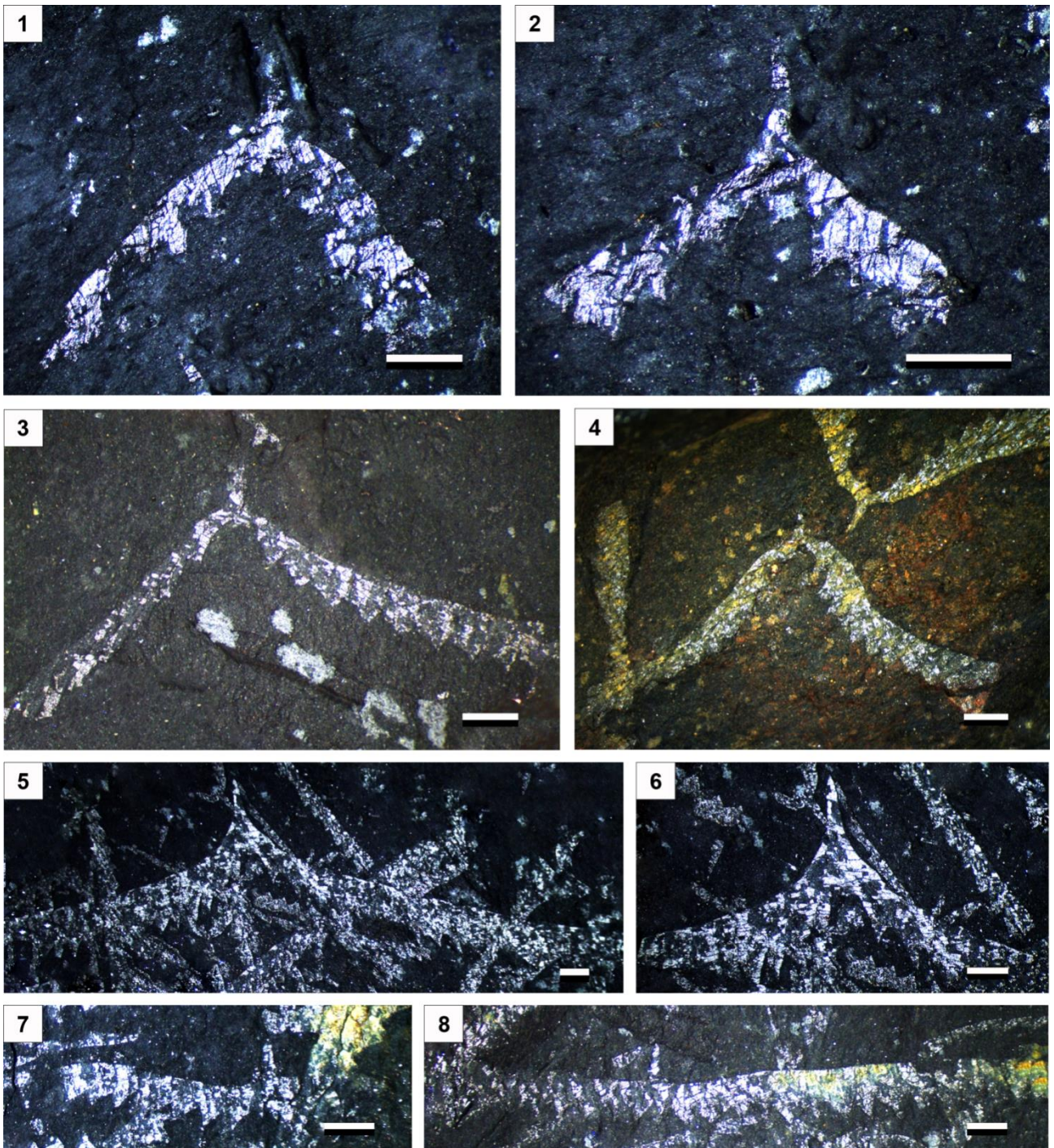


Lámina 3. Graptolitos del Ordovícico Inferior. 1, 2, *Baltograptus vacillans* Tullberg, Muñayoc, 1, MUÑ1/2, 2, MUÑ1/3. 3, 4, *Baltograptus* cf. *B. deflexus*, Muñayoc, 3, MUÑ5/1, 4, MUÑ5/2. 5, 6, *Cymatograptus protobalticus* Monsen, Muñayoc, MUÑ4/1. 7, 8, *Expansograptus holmi* Törnquist, Muñayoc, 7, MUÑ5/3, 8, MUÑ5/4. Escala gráfica= 1mm.

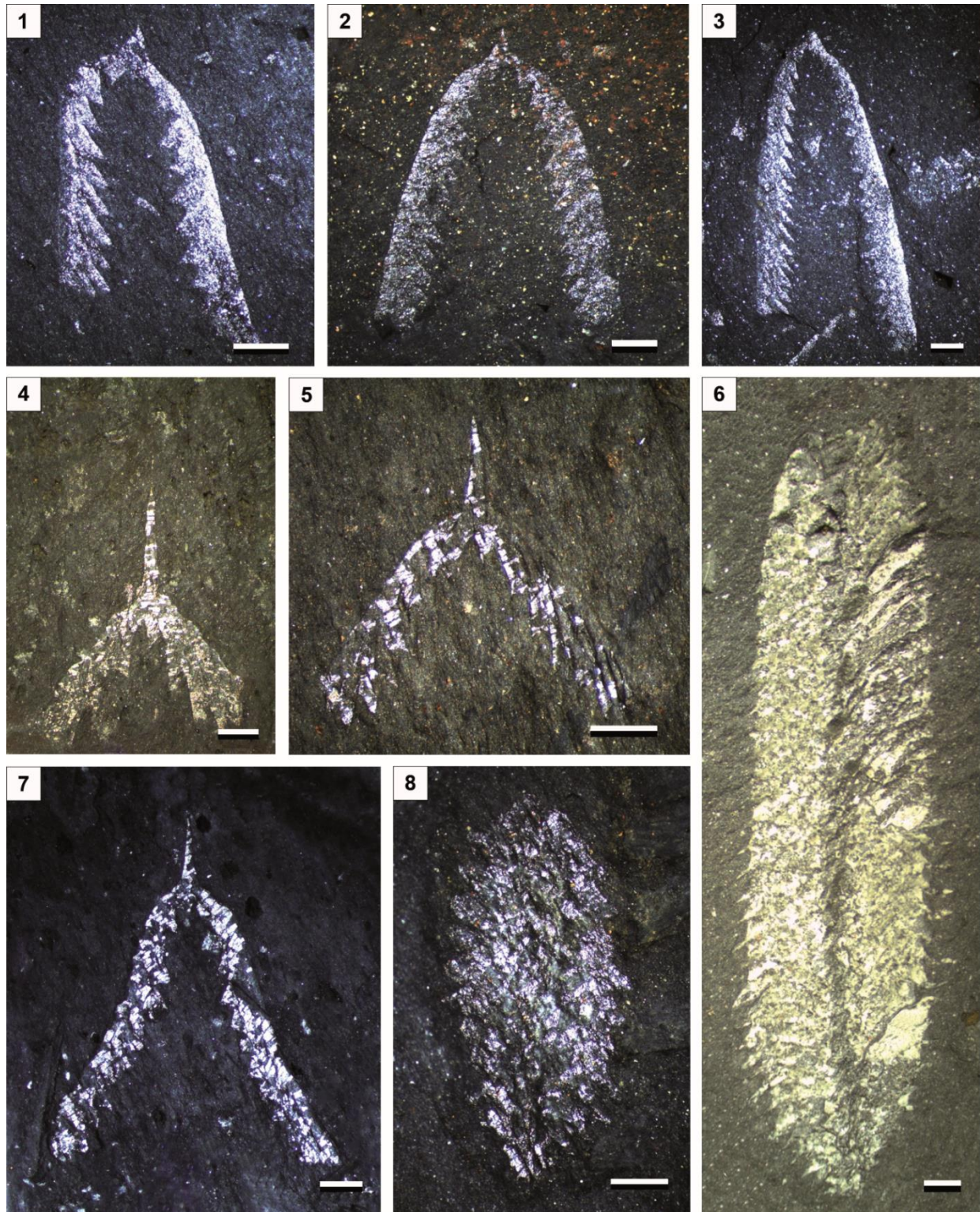


Lámina 4. Graptolitos del Ordovícico Inferior-Medio. 1, 2, 3, *Didymograptellus bifidus* Hall, Muñayoc, 1, MUÑ11/1, 2, MUÑ11/2, 3, MUÑ11/3. 4, 5, 7, *Corymbograptus v-fractus* Salter, Muñayoc, 4, MUÑ4/1, 5, MUÑ1/4, 7, MUÑ3/1. 6, *Pseudophyllograptus angustifolius* Hall, Muñayoc, CEGH-UNC 24975. 8, *Pseudophyllograptus* cf. *P. densus* Törnquist, Muñayoc, MUÑ6/4. Escala gráfica= 1mm.

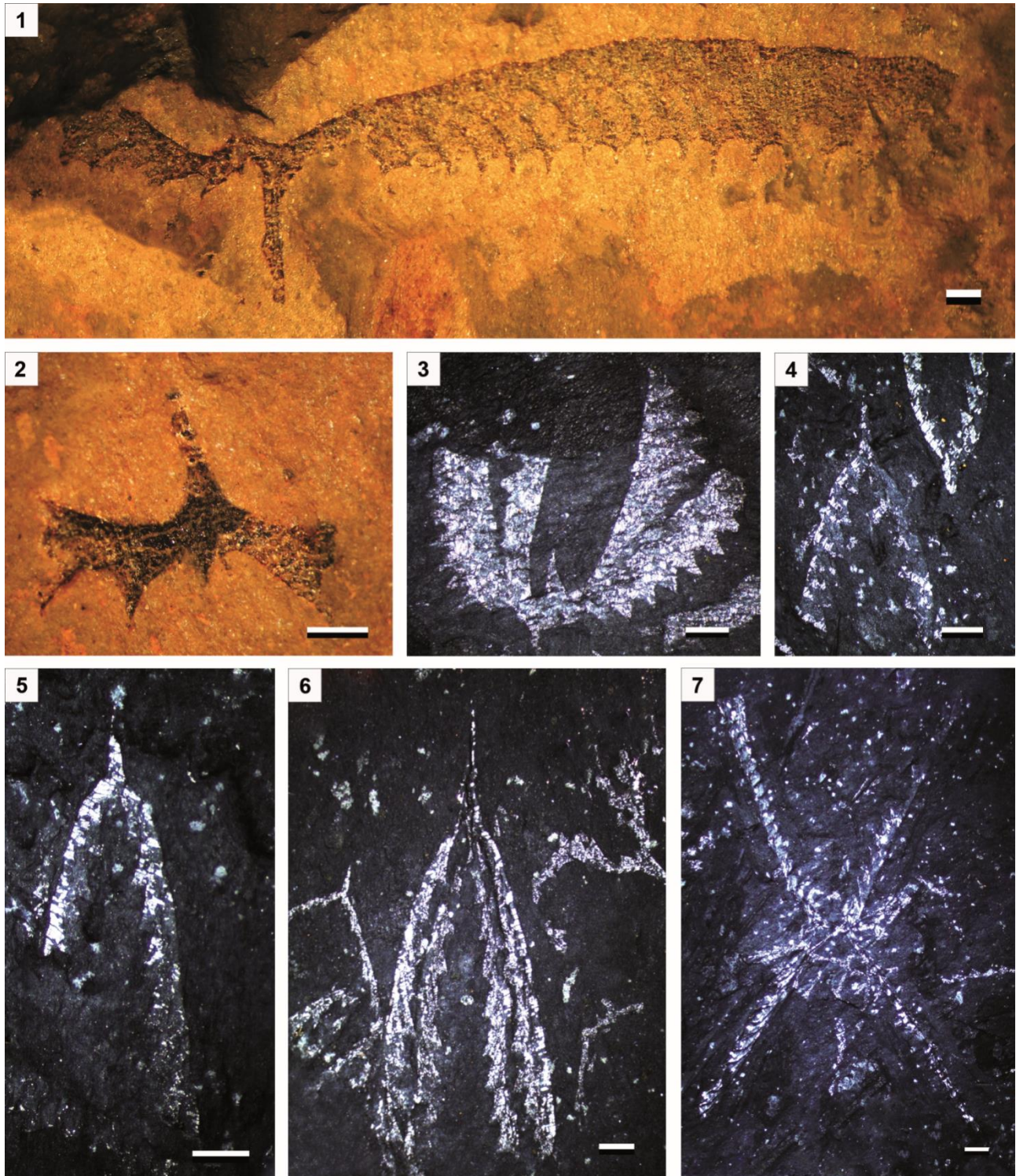


Lámina 5. Graptolitos del Ordovícico Inferior. 1, 2, *Tetragraptus serra* Brongniart, Santa Rosa, 1, SR2/3, 2, SR2/4. 3, *Tetragraptus reclinatus* Elles y Wood, Muñayoc, MUÑ5/5. 4, 5, 6, *Tshallograptus fruticosus* Hall, Muñayoc, 4, MUÑ1/5, 5, MUÑ1/6, 6, MUÑ4/2. 7, *Tetragraptus quadribrachiatus* Hall, Muñayoc, MUÑ3/2. Escala gráfica= 1mm.