



# Revisión estratigráfica del Grupo Los Menucos, Pérmico Tardío - Triásico Temprano del Macizo Nordpatagónico, provincia de Río Negro, Argentina

Juan Ignacio FALCO<sup>1</sup>, Josefina BODNAR<sup>2</sup> y Diego DEL RÍO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Diversidad Cultural y Procesos de Cambio (IIDyPCa), CONICET - Universidad Nacional de Río Negro, San Carlos de Bariloche.

<sup>2</sup> División Paleobotánica, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>3</sup> Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental y Análisis de Riesgo Ambiental, Secretaría de Cambio Climático, Desarrollo Sostenible e Innovación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

E-mail: falco.juan@gmail.com

Editor: Diego A. Kietzmann

Recibido: 30 de septiembre de 2019

Aceptado: 4 de abril de 2020

## RESUMEN

Los afloramientos al norte y oeste de la localidad de Los Menucos (provincia de Río Negro) comprenden una secuencia volcánica y sedimentaria compleja, que se caracteriza por ser portadora de un vasto registro fosilífero que incluye icnitas de tetrápodos e improntas vegetales asignadas a la flora de *Dicroidium*. La sucesión volcano-sedimentario abordada en este manuscrito fue agrupada bajo los nombres de Complejo volcánico Los Menucos o Grupo Los Menucos. En esta contribución se presenta un estudio petrográfico detallado de los bancos piroclásticos y cinco perfiles de campo correspondientes a localidades tipo. Asimismo, se presenta un nuevo hallazgo de maderas fósiles en la quebrada del Compañero. El reconocimiento de niveles guía permitió la correlación de estos perfiles, reconociéndose además la discordancia basal, la que es indicativa del límite estratigráfico inferior y correlativo con la discordancia Huárpica (Pérmico Tardío – Triásico Temprano). Este estudio propone sostener el orden de Grupo Los Menucos, subdividiéndolo en Formación Puesto Tscherig, Formación Puesto Vera y Formación Sierra Colorada. La Formación Puesto Tscherig es a su vez subdividida en Miembro Cerro La Laja y Miembro Barrancas Grandes; de igual modo, La Formación Puesto Vera es dividida en Miembro Aguada de la Mula y Miembro El Pilquín. La correlación entre perfiles sugiere que el espesor del Grupo Los Menucos es de 250 m. Asimismo, los estudios geocronológicos previos indican que esta unidad se desarrolló desde el final del Pérmico y hasta el Triásico Temprano.

**Palabras clave:** Patagonia, Estratigrafía, Cuenca Triásica, Cuenca Los Menucos.

## ABSTRACT

*Stratigraphic review of the Los Menucos Group, Late Permian – Early Triassic of the North Patagonian Massif, Río Negro Province, Argentina.*

The outcrops to the north and west of Los Menucos town (Río Negro Province) comprise a complex volcanic and sedimentary sequence, characterized by bearing an abundant fossil record that includes tetrapod ichnites and *Dicroidium*-type flora imprints. The volcano-sedimentary succession addressed in this manuscript was mentioned as Los Menucos Volcanic Complex or Los Menucos Group. On this contribution, we present a detailed petrographic study of the pyroclastic deposits and five field profiles corresponding to the type localities. Moreover, a new discovery of fossil woods in the Quebrada del Compañero is presented. The recognition of mar-

ker beds allowed the correlation between these profiles, and also the bottom unconformity that is indicative of the lower stratigraphic boundary and correlative with the Huárpica unconformity (late Permian - early Triassic). This study supports the previous proposition of Los Menucos Group, and subdividing into Puesto Tschering Formation, Puesto Vera Formation and Sierra Colorada Formation. The Puesto Tschering Formation is subdivided into Cerro La Laja Member and Barrancas Grandes Member; and the Puesto Vera Formation is divided into Aguada de la Mula Member and El Pilquín Member. The correlation between profiles suggests that the thickness of the Los Menucos Group is 250 m. Previous geochronological studies indicate that this unit was developed during late Permian to Early Triassic times.

**Keywords:** *Patagonia, Stratigraphy, Triassic Basin, Los Menucos Basin.*

## INTRODUCCIÓN

Las rocas aflorantes al norte y oeste de la localidad de Los Menucos (prov. de Río Negro) y pertenecientes a la cuenca homónima (Kokogian et al. 2001) se caracterizan por extensos bancos piroclásticos y depósitos sedimentarios subordinados (Fig. 1). Estos últimos portadores de un vasto registro fosilífero que incluye, improntas vegetales pertenecientes a la flora de *Dicroidium*, icnitas de tetrápodos y conchostracos (Casamiquela 1964, 1975, Miranda 1966, Pesce 1976, Artabe 1984a, b, Domnanovich et al. 2008, Gallego 2010, Citton et al. 2018). Los depósitos de esta cuenca se reconocen desde las estribaciones de la meseta de Coli Toro hasta la localidad de Valcheta, extendiéndose al sur hasta la meseta basáltica de Somuncurá. Sin embargo, la región limitada al norte por el Graben del Cerro Piche, al oeste por la meseta de Coli Toro, al este por la sierra de Queupuniyeo y al sur por la ruta nacional 23 presenta las mejores exposiciones de estas unidades, y es donde se han desarrollado la mayoría de los estudios geológicos, geocronológicos y paleontológicos (Casamiquela 1964, 1975, Miranda 1966, Stipanovic et al. 1968, Pesce 1976, Artabe 1984a, b, Rapela et al. 1996, Cucchi et al. 2001, Labudía y Bjerg 2001, 2005, Domnanovich et al. 2008, Lema et al. 2008, Gallego 2010, Falco et al. 2017a, Luppó et al. 2018, Citton et al. 2018). En esta amplia región, cercana a los 1300 km<sup>2</sup>, se ubican gran parte de las localidades tipo más importantes, como puesto Vera, puesto Tschering, puesto Meliñanco, puesto H. Álvarez, puesto L. Álvarez, quebrada del Compañero, Cantera Nueva, Cantera Vieja y Cantera Visanelli, entre otros.

A pesar de la relevancia que los depósitos de esta cuenca han tenido, fundamentalmente en el aspecto paleontológico, el conocimiento estratigráfico de la región es aún motivo de discusión, resultando en dos propuestas estratigráficas: Grupo Los Menucos (Labudía y Bjerg 2001, 2005) o Complejo volcánico Los Menucos (Lema et al. 2008). Si bien ambas propuestas incluyen el mismo conjunto de rocas, Labudía y Bjerg (2001) limitan su evolución al Triásico y estiman un es-

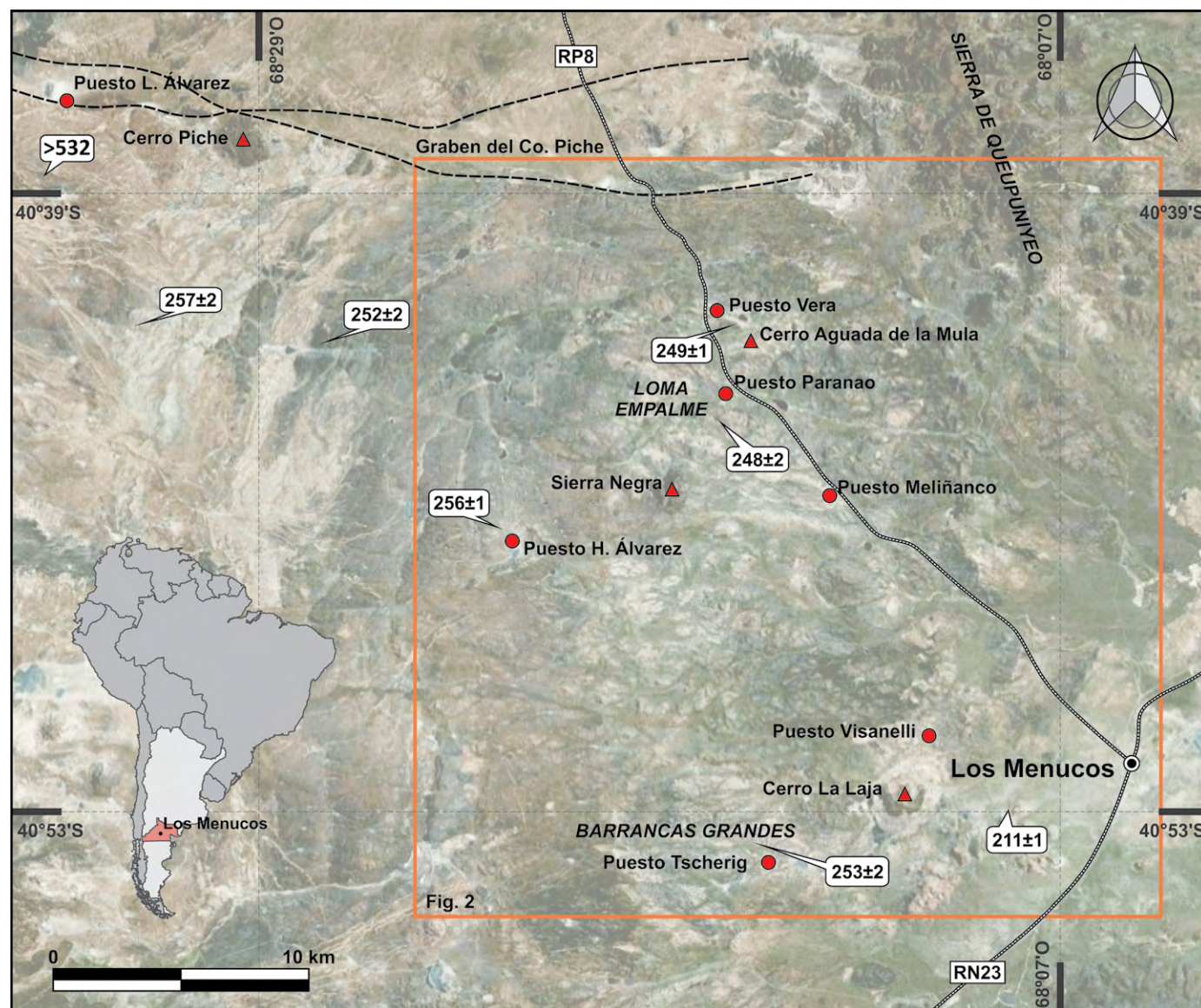
pesor de hasta 250 m, mientras que Lema et al. (2008) lo extienden tentativamente hasta el Jurásico con un espesor que alcanzaría los 2 km.

El presente manuscrito tiene como finalidad presentar las observaciones realizadas en campo, obtenidas con el fin de contribuir al conocimiento estratigráfico de la región norte y oeste de la localidad rionegrina de Los Menucos (Figs. 1 y 2). Además, se presentan dos correlaciones de perfiles basadas en el aspecto petrográfico de las rocas volcanoclásticas, y en las cuales se integra buena parte del conocimiento preexistente. Asimismo, estos resultados son contrastados con la bibliografía a fin de lograr un entendimiento mayor de la estratigrafía, tanto a nivel local como regional, discutiendo y reasignando los límites de la unidad en estudio, su edad y espesor. Finalmente se presenta un nuevo mapa geológico identificando límites de cuenca y las unidades litoestratigráficas que la integran.

## MARCO GEOLÓGICO: ANTECEDENTES ESTRATIGRÁFICOS Y GEOCRONOLÓGICOS

### Antecedentes

La primera propuesta estratigráfica y mapa geológico llevado a cabo en los alrededores de la localidad de Los Menucos corresponde a Miranda (1966). Este autor define la Formación Los Menucos y la divide en tres miembros, que se reconocen interestratificados: Miembro Efusivo, Miembro Piroclástico y Miembro Sedimentario. El Miembro Efusivo está conformado por mantos de andesitas, dacitas y riódacitas, con espesores de hasta 300 m. Para el Miembro Piroclástico describe tobas vítreas y tobas vitrocrystalinas, alcanzando un espesor máximo de 470 m. En el Miembro Sedimentario incluye arcillitas, areniscas y conglomerados depositados en pequeñas cuencas continentales. El hallazgo de improntas vegetales pertenecientes a la flora de *Dicroidium* le permitió acotar esta formación al Triásico Superior. Por sobre la For-



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área estudiada. Imagen de base tomada de Bing Maps. Se indican la ubicación de las localidades y topónimos mencionados a lo largo del texto, en globos blancos se indican las edades obtenidas por la metodología de U-Pb en círculo (Falco et al. 2017a, Luppó et al. 2018). El rectángulo naranja indica la ubicación del mapa geológico de la figura 2.

mación Los Menucos describió con nombre provisorio a la unidad Riolitas Rojas, integrada por rocas efusivas y diques que cubren e intruyen a la Formación Los Menucos; para esta unidad sugiere una edad jurásica.

Por otra parte, Stipanovic (1967), Stipanovic et al. (1968), Stipanovic y Methol (1972, 1980) definen las Formaciones Los Menucos y Sierra Colorada. Estos autores separaron de estas dos unidades a los depósitos sedimentarios portadores de flora fósil, a los que denominaron Sedimentitas con *Dicroidium* o Sedimentitas Keuperianas. La Formación Los Menucos (*sensu* Stipanovic 1967) se compone de mantos de porfiritas pardo-moradas, a las que le suceden tobas. Por sobre la Formación Los Menucos, y en discordancia, describen

las Sedimentitas Keuperianas (equivalente al intervalo Ladiniano – Retiano) compuestas de conglomerados, areniscas y tobas. Estas sedimentitas son portadoras de plantas fósiles correspondientes a la flora de *Dicroidium* y alcanzan un espesor máximo de 400 m en proximidades de la Cantera Visanelli. Cubriendo a ambas unidades, y equivalente a las Riolitas Rojas (Miranda 1966), definen la Formación Sierra Colorada, para esta unidad describen pórfidos cuarcíferos rosados, diques y cuerpos intrusivos. En función de esta nueva propuesta Stipanovic et al. (1968) y Stipanovic y Methol (1972, 1980) concluyen que la Formación Los Menucos es de edad scytiana (Triásico Inferior: Induano – Olenekiano), las Sedimentitas Keuperianas se ubicarían en el intervalo Ladiniano

– Raetiano y la Formación Sierra Colorada, pos-Keuper, eolíasico (Jurásico Inferior).

Posteriormente, Labudia et al. (1995) y Labudia y Bjerg (2001, 2005) proponen el orden de Grupo Los Menucos, dividido en Formaciones Vera y Sierra Colorada. Según estos autores, la Formación Vera tiene su base en los depósitos sedimentarios del Graben del Cerro Piche (Fig. 1), los que hacia el techo son cubiertos por facies ignimbríticas dacíticas. En la zona del puesto Tscherig, para esta misma unidad reconocieron epiclastitas superpuestas por brechas e ignimbríticas dacíticas. El espesor de la Formación Vera fue estimado en 250 m (Labudia y Bjerg 2001, 2005). Dentro de la Formación Vera estos autores incluyeron la Formación Los Menucos y Sedimentitas Keuperianas. Para la Formación Sierra Colorada estiman un espesor de 90 m, y en ella agrupan lavas riolíticas, vitrófiros, ignimbríticas, tobas, brechas y diques, que cubren e intruyen indistintamente a la Formación Vera. El Grupo Los Menucos es asignado por estos autores al intervalo Triásico Inferior – Triásico Superior, por la presencia de restos fósiles de *Pleuromeia* sp. en los depósitos sedimentarios del Graben del Cerro Piche pertenecientes a la sección basal de la Formación Vera (Labudia et al. 1992), y por una isocrona Rb-Sr de  $222 \pm 2$  Ma obtenida en un vitrófiro perteneciente a la Formación Sierra Colorada (Rapela et al. 1996), en la localidad de puesto Vera.

Por último, Lema et al. (2008) proponen el nombre de Complejo volcánico Los Menucos, previamente denominado como Complejo Los Menucos (Cucchi et al. 2001). Lema et al. (2008) identifican cinco litofacies: ignimbríticas, sedimentaria y volcánicoclástica, lávica a subvolcánica mesosilícica, cuerpos subvolcánicos a epizonales y litofacies de diques riolíticos y riolitas. El espesor para todo el complejo volcánico lo estiman en 2 km (Lema et al. 2008).

Los estudios paleontológicos y geológicos recientemente realizados sobre la secuencia sedimentaria del graben del Cerro Piche llevaron a descartar su vinculación temporal con la cuenca Los Menucos (Falco et al. 2017b, Bodnar y Falco 2018). Los restos de leños fósiles hallados en la sucesión sedimentaria basal de la Formación Vera (Labudia y Bjerg 2001, 2005) interpretados como *Pleuromeia* sp. (Labudia et al. 1992) fueron reinterpretados como coníferas pertenecientes al género *Cupressinoxylon* sp., desestimando una edad exclusivamente triásica temprana y pudiendo inclusive extenderse hasta el Jurásico (Bodnar y Falco 2018). Por otra parte, las relaciones de campo indican que la secuencia del graben, limitada por dos fallas subparalelas, cortan a los depósitos del Grupo o Complejo volcánico Los Menucos y por lo tanto descartan su vinculación estratigráfica con esta unidad, re-

presentando un ciclo posterior, posiblemente de edad jurásica (Falco et al. 2017b, Bodnar y Falco 2018).

Con respecto a las relaciones estratigráficas de base, en acuerdo general de todos los autores mencionados previamente, reconocen al Grupo o Complejo volcánico Los Menucos en discordancia angular sobre granitos pérmicos asignables a la Formación Michihuao (Stipanovic 1967, Stipanovic et al. 1968, Stipanovic y Methol 1972, 1980) o Complejo La Esperanza (Llambías y Rapela 1984, Martínez Dopico et al. 2017) y/o sobre metamorfitas precámbricas a eopaleozoicas de la Formación Colo-Niyeu (Labudia y Bjerg 1994, Luppó et al. 2018, Martínez Dopico et al. 2017). Asimismo, el límite estratigráfico superior de esta secuencia en estudio está dado por los depósitos del Graben del Cerro Piche (Corbella 1973, Falco et al. 2017b), por depósitos cretácicos del Grupo Neuquén (Stipanovic et al. 1968, Stipanovic y Methol 1972, 1980) o por depósitos danianos de la Formación Roca (Bertels 1969, Corbella 1973, Falco et al. 2017b).

## Geocronología

Los estudios geocronológicos realizados dentro del área de trabajo (Figs. 1 y 2) corresponden a Rapela et al. (1996), Lema et al. (2008), Falco et al. (2017b) y Luppó et al. (2018). Rapela et al. (1996) presentan una isocrona Rb/Sr de  $222 \pm 2$  Ma para un conjunto de 14 muestras colectadas en un vitrófiro perteneciente a la sección superior del perfil de puesto Vera, y correspondiente a la Formación Sierra Colorada. Por su parte, Lema et al. (2008) obtienen una edad  $Ar^{39}/Ar^{40}$  en biotita de  $206.9 \pm 1.2$  Ma para un domo monzonítico cuarzoso aflorante unos 12 km al suroeste del puesto Tscherig. El conocimiento geocronológico hasta aquí desarrollado mostraba correlatividad temporal con la edad propuesta para los estratos portadores de improntas fósiles pertenecientes a la flora de *Dicroi-dium*, los que fueran asignados al Triásico Medio – Superior (Artabe 1985a, b, Artabe et al. 2007). Sin embargo, nuevos estudios geocronológicos pusieron de manifiesto que la sucesión en estudio se habría desarrollado sobre el límite Pérmico – Triásico (Falco et al. 2017a, Luppó et al. 2018), contrariamente a la asignación triásica media a superior aceptada previamente. Falco et al. (2017b) presentaron cuatro edades por la metodología U-Pb en circón (LA-ICPMS) en piroclastitas, obtuvieron una edad de  $256 \pm 1$  Ma en el puesto H. Álvarez,  $253 \pm 2$  Ma en puesto Tscherig,  $249 \pm 1$  Ma en puesto Vera y  $211 \pm 1$  Ma al este del cerro La Laja (Fig. 1). Por su parte, Luppó et al. (2018) obtuvieron tres edades de concordia por la metodología U-Pb en circón (SHRIMP), la primera en una roca piroclástica de composición riolítica inmediatamente por encima del basamento metamórfico de la Formación Colo Ni-

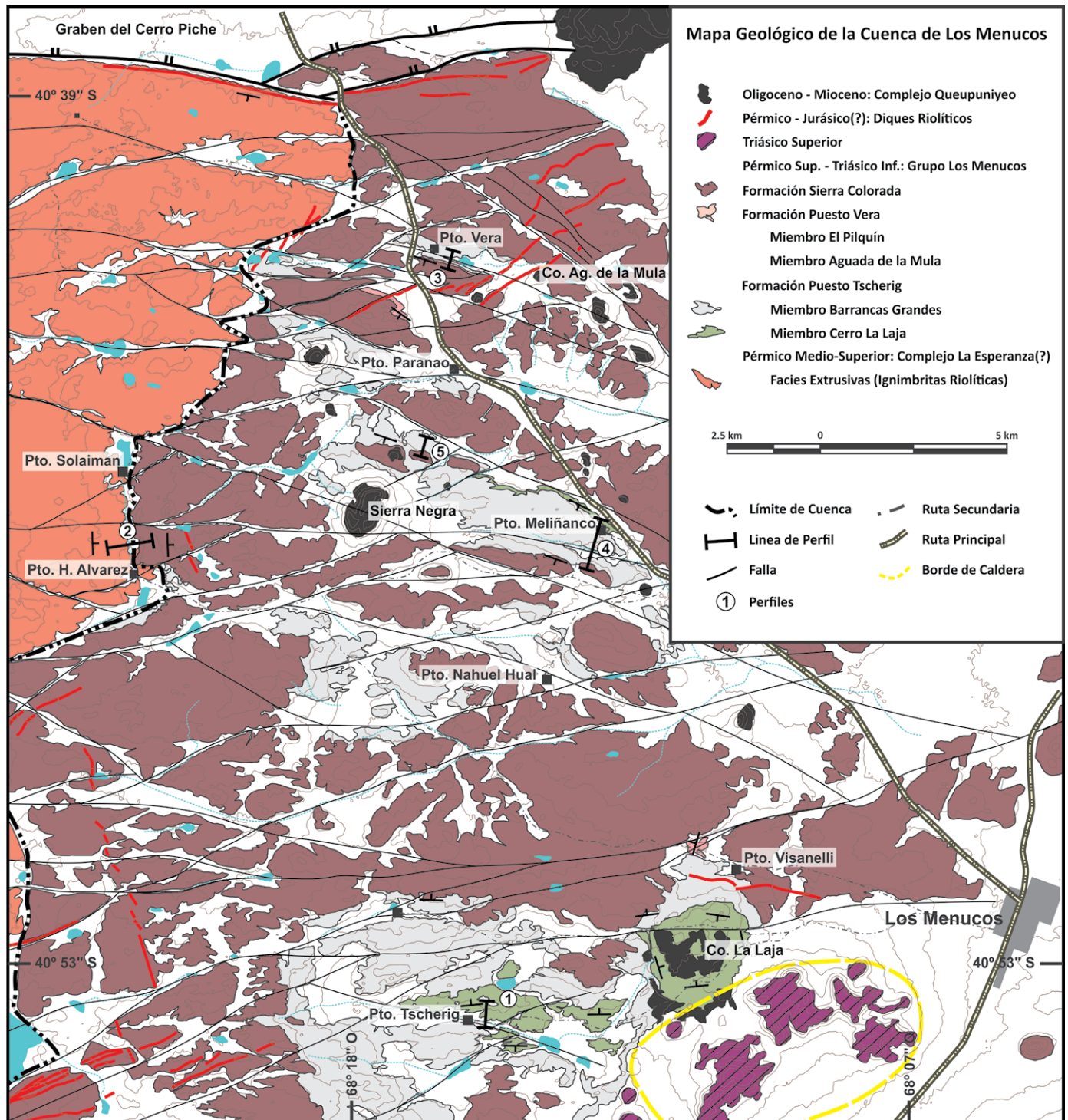


Figura 2. Mapa geológico del área estudiada modificado de Miranda (1966), Cucchi et al. (2001), Labudia y Bjerg (2005), Ducart (2007), Giacosa et al. (2007), Lema et al. (2008) y Luppo et al. (2018). 1. Perfil Tscherig, 2. Perfil H. Álvarez, 3. Perfil Vera, 4. Perfil Meliñanco, 5. Perfil Paranao.

yeu arrojó una edad de  $257 \pm 2$  Ma, la segunda de  $252 \pm 2$  Ma en una lava de composición andesítica y una tercera de  $248 \pm 2$  Ma en Loma Empalme al sur del puesto Paranao en un depósito piroclástico de composición dacítica (Fig. 1). Por otra parte, nuevos aportes sobre la icnología de los depósitos sedimentarios corroboran una asignación pérmica a triásica inferior (Díaz-Martínez y De Valais 2014, Citton et al. 2018).

## METODOLOGÍA

Se llevaron a cabo relevamientos en las localidades tipo de puesto Tscherig, puesto H. Álvarez, puesto Meliñanco, puesto Paranao y puesto Vera y se complementaron con observaciones en sectores intermedios. En este manuscrito se

presentan cinco perfiles columnares representativos de la sucesión estudiada: perfiles Tschering, H. Álvarez, Meliñanco, Paranao y Vera (Figs 2, 10, 11). Los datos de espesores y actitud de las capas se tomaron con báculo y brújula geológica, los espesores de los mantos volcánoclasticos se contrastaron con datos altimétricos corregidos según el buzamiento de las capas infra y suprayacentes. En todas las secciones se analizaron las características petrográficas, geometría de los estratos, tipos de contactos y estructuras. En este manuscrito se aborda únicamente el estudio de los tipos litológicos de origen volcánico, ya que son los más representativos y los que permiten establecer parámetros sólidos de correlación entre las diferentes localidades. Los criterios de correlación entre perfiles se basan en los caracteres petrográficos reconocidos y en las características de los diferentes tipos de depósitos tal como los describen McPhie et al. (1993). Estos autores sostienen que los depósitos de flujos piroclásticos serán más espesos en las zonas topográficamente deprimidas; por el contrario, los depósitos de caída serán de espesor mayormente homogéneos, pudiendo ocasionalmente reconocerse un aumento en las zonas deprimidas.

## RESULTADOS

Se identificaron seis depósitos denominados como litofacies I a VI, algunas de las cuales muestran correlatividad entre los cinco perfiles relevados. Durante las tareas de relevamiento en campo se hallaron restos de maderas permineralizadas en la Quebrada del Compañero, donde ya habían sido descritas improntas vegetales carbonizadas pertenecientes a la flora de *Dicroidium* (Pesce, 1976). A continuación, se describen las litofacies reconocidas, el nuevo hallazgo fosilífero y las generalidades de los perfiles medidos. Todas las litofacies son interpretadas como depositadas por corrientes de densidad piroclástica a excepción de la litofacies III, que se interpreta como depositada por una lluvia de cenizas.

### Litofacies

**Litofacies I (Fig. 3):** Estos depósitos fueron solamente reconocidos al oeste del puesto H. Álvarez, y fueron datados en  $256 \pm 1$  Ma (Falco et al. 2017a). Los afloramientos se presentan con aspecto masivo o con estratificación difusa, y comprende el depósito basal del perfil H. Álvarez. En función la abundancia de los piroclastos este depósito clasifica como una toba lapillítica. Los cristaloclastos se reconocen con una abundancia que varía entre 60 % y 80 %, y exhiben

una fuerte fragmentación (Fig. 3a). Se reconocieron cristales de cuarzo, biotita, feldespato potásico y plagioclasa, con tamaños que varían entre ceniza gruesa y lapilli fino. Los fragmentos líticos abundan en un 20 % a 40 %, con tamaños variados dentro del rango del lapilli. Dentro de este grupo se reconocen fragmentos de origen piroclástico con formas subredondeadas a subangulosas, otros fragmentos son de origen lávico y composición intermedia a básica, y se reconoce con formas redondeadas a bien redondeadas. Las pómez, con una abundancia no mayor al 20 %, se muestran apenas deformadas. La matriz se compone de vidrio y fragmentos de microcristales de cuarzo y plagioclasa. Todos los fragmentos vítreos se reconocen total o parcialmente desvitrificados formando esferulitas, las trizas desarrollan texturas de desvitrificación tipo pectinate (McArthur et al. 1998).

Al techo de esta litofacies se reconoció una discordancia angular de  $10^\circ$ . Las mediciones en campo muestran que la orientación principal media de la litofacies I es de  $14^\circ$  hacia el este, mientras que los depósitos superiores correspondientes a la litofacies III y IV inclinan sólo  $5^\circ$  en la misma dirección (Fig. 3b).

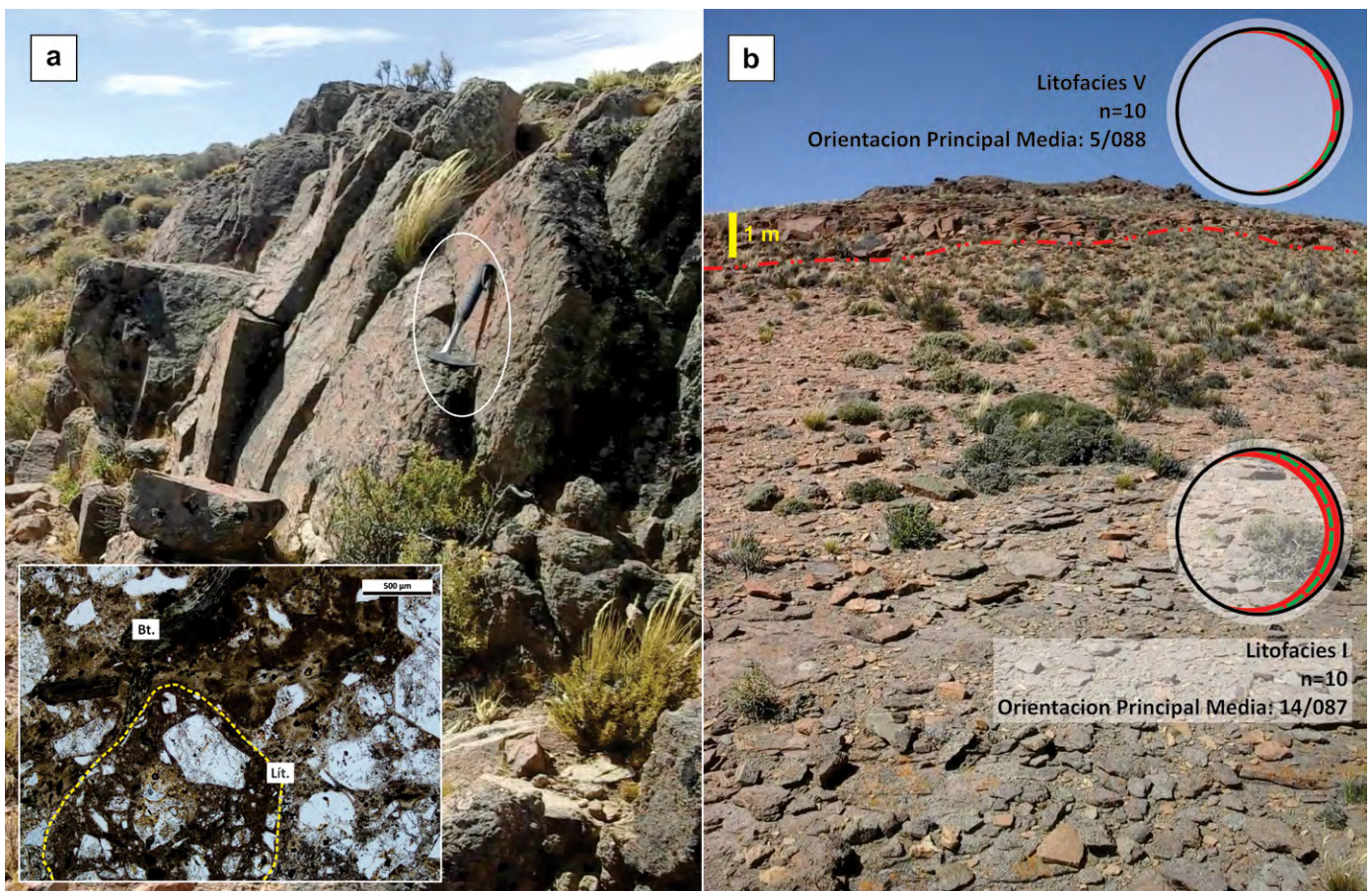
**Litofacies II (Fig. 4):** Junto con las litofacies III y V son los depósitos mejor representados en toda el área estudiada conformando depósitos guía dentro del área estudiada. En el perfil Tschering, este depósito desarrolla una sección basal masiva fuertemente soldada, con una progresiva disminución en el grado de soldadura hacia el techo. Asimismo, el arreglo interno de base a techo varía de masivo hasta estratificado y nuevamente masivo con disyunción columnar al techo (Fig. 4b). En el perfil Paranao, este depósito comprende la sección basal donde se identificaron intercalaciones de brecha (Fig. 4c), aunque con características petrográficas equivalentes al resto de los perfiles. Las observaciones de campo en conjunto con el estudio petrográfico permitieron clasificar a este depósito como una toba lapillítica. Los cristaloclastos, con tamaños entre ceniza gruesa y lapilli, son los fragmentos más abundantes variando en un 50 % a 70 %, y se reconocieron cristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, hornblenda y biotita. También se reconocieron fragmentos líticos de tamaño lapilli, de origen volcánoclastico y lávico, con una abundancia no superior al 40 %. Algunos de estos fragmentos tienen formas subredondeadas a redondeadas fuertemente alterados y otros angulosos más frescos. Las pómez se reconocen en una abundancia próxima al 30 %, y al igual que las trizas vítreas desarrollan texturas de desvitrificación. La matriz es tobácea y con moderada a baja proporción de microcristales de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. Los estudios geocronológicos llevados a cabo sobre estos

depósitos en la localidad de puesto Tschering arrojaron una edad de  $253 \pm 2$  Ma (Falco et al. 2017a).

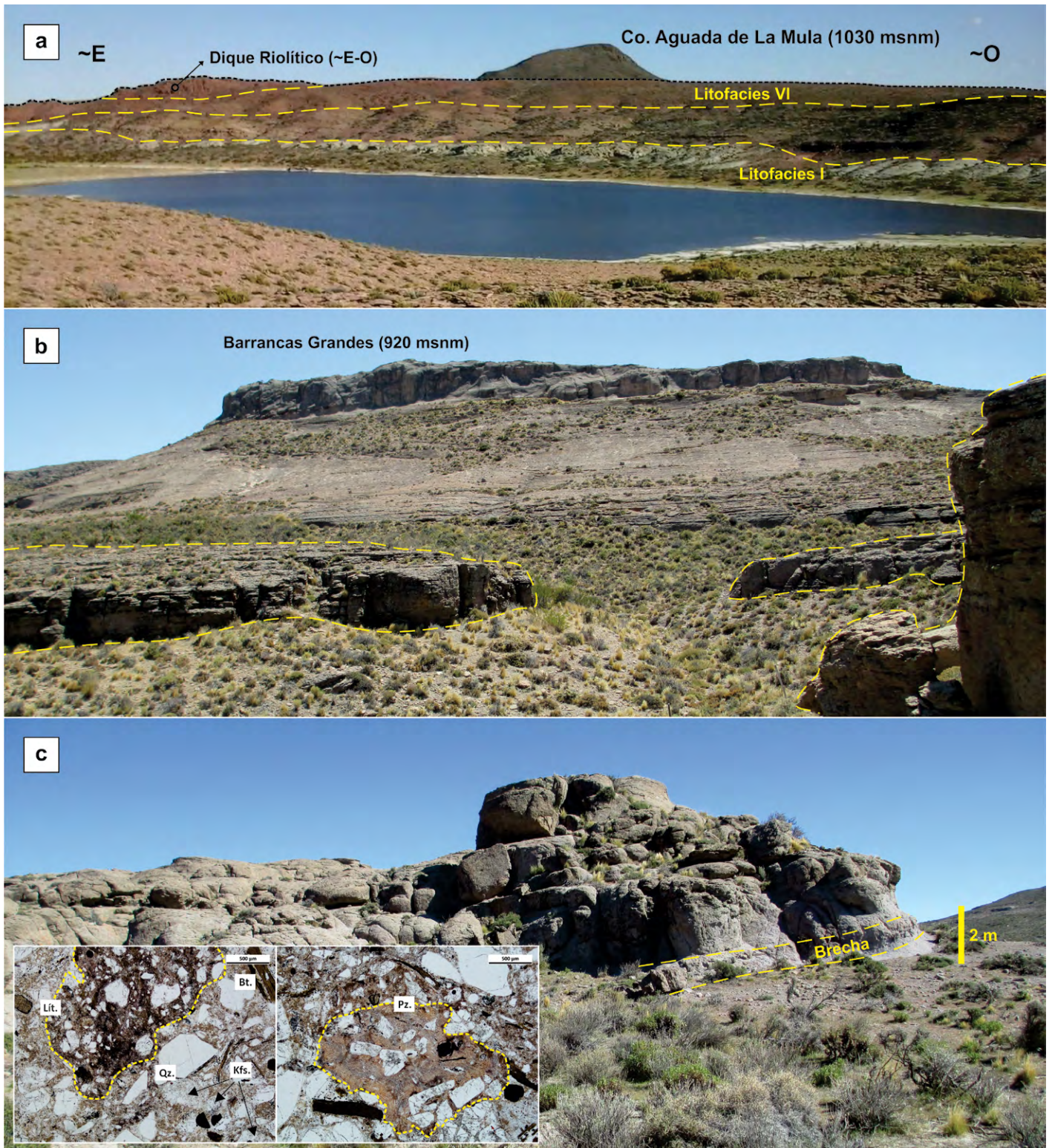
**Litofacies III (Fig. 5):** Este depósito está representado en todas las localidades relevadas, y se identificó como una toba con variaciones entre cristalina y vítrea. Tanto en el puesto Vera como en Tschering (Fig. 5a) se presenta como bancos tabulares con arreglo interno granodecreciente (Fig. 5b) y granulometría que varía entre ceniza media y fina. En cambio, en los puestos Paranao, Meliñanco y H. Álvarez conforma bancos masivos tabulares con granulometría entre ceniza gruesa y lapilli fino. En las localidades de puesto Vera, puesto Tschering y puesto H. Álvarez esta litofacies es portadora de improntas vegetales de la flora de *Dicroidium* (Fig. 5a) (Artabe 1985a y b), en Vera también es portadora de icnitas de tetrápodos (Citton et al. 2019) y en Tschering se hallaron maderas fósiles que se describen más adelante en esta contribución (Fig. 5a). En el área de puesto Visanelli, en depósitos sedimentarios laterales a esta litofacies, fueron hallados los ejemplares de *Menucoestheria wichmanni* (Gallego 2010). En términos petrográficos, esta litofacies se compone de vitroclastos con una

abundancia que alcanza el 100%. Las trizas vítreas son los componentes más abundantes y corresponden a la fracción más fina. Las pómez conforman la porción granulométrica más gruesa, generalmente ubicada a la base del depósito y con formas redondeadas a subredondeadas. Los cristaloclastos de cuarzo, plagioclasa y biotita se reconocieron en una abundancia que varía entre 30 % y 60 %. Por su parte, los litoclastos son escasos y derivan de rocas piroclásticas, presentándose en formas redondeadas a subredondeadas.

**Litofacies IV (Fig. 6):** Esta litofacies de toba lapillítica hasta brecha fue solamente reconocida en el puesto Vera y comprende un conjunto de estratos tabulares paralelos, que conforman una sucesión estratocreciente. En este depósito se observan litoclastos sedimentarios y volcánicos con una abundancia porcentual que puede alcanzar hasta el 80 %. Los sedimentarios, derivados de limoarcillitas, son fácilmente reconocibles en campo ya que en vista de perfil se presentan con formas planas y alargadas, y en planta tiene formas mayormente equidimensionales con tendencia angulosa y con tamaños que pueden alcanzar la decena de centímetros. Los

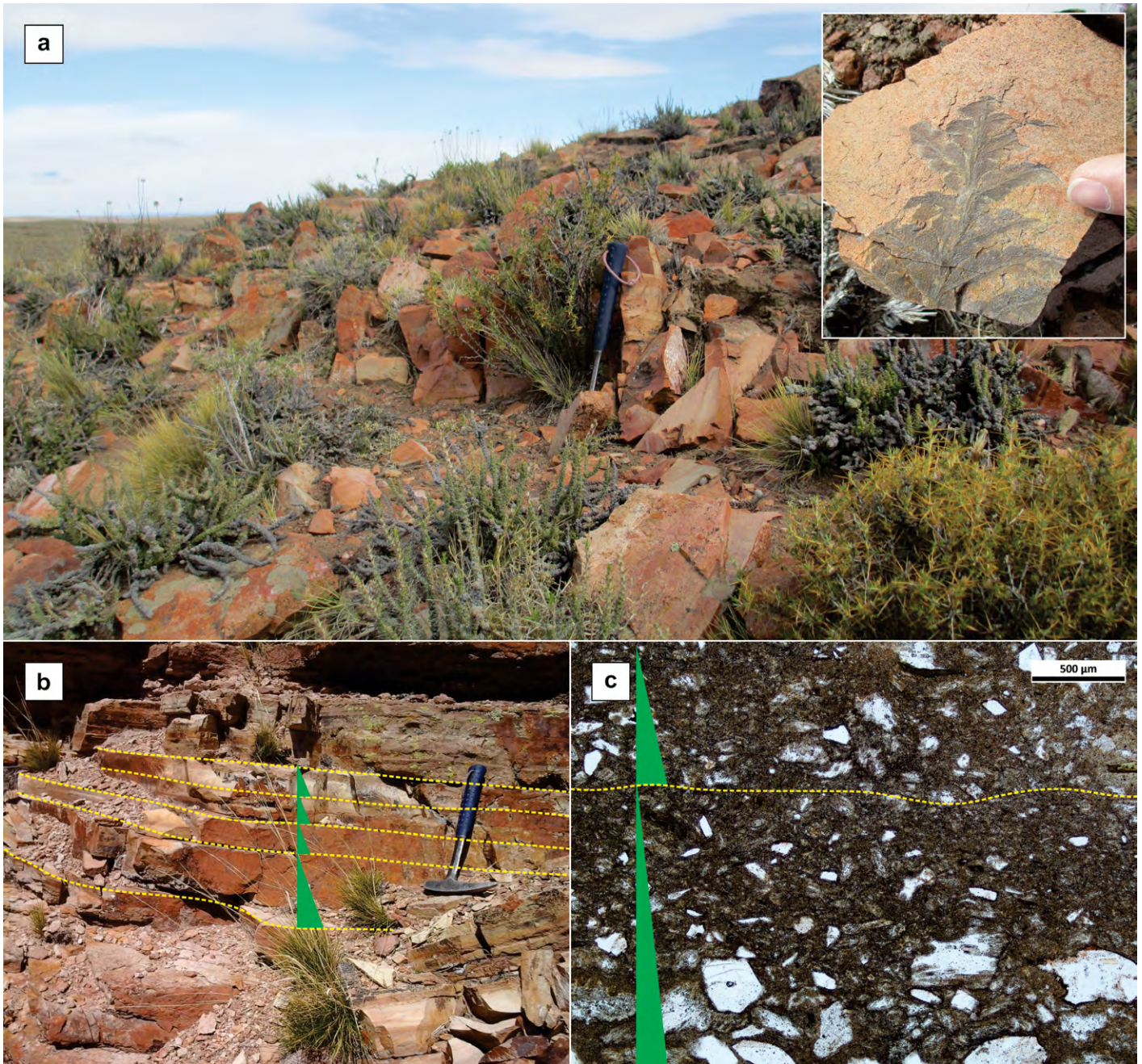


**Figura 3.** Litofacies volcániclastica I en el puesto H. Álvarez y asignada en esta contribución al Complejo La Esperanza: a) Características generales de los afloramientos, en recuadro blanco se muestra una fotomicrografía en la que se distinguen los principales constituyentes, la matriz se muestra como una masa pardo castaño producto de la desvitrificación posdeposicional; b) Foto al norte del puesto H. Álvarez donde se muestra la litofacies volcániclastica V en angularidad sobre la litofacies volcániclastica I. Se muestra la proyección estereográfica de las mediciones de rumbo y buzamiento de los bancos (línea roja) y la orientación principal media (línea verde punteada). Bt. Biotita, Lit. Fragmento lítico.



**Figura 4.** Litofacies volcániclastica II asignada al Miembro Barrancas Grande de la Formación Puesto Tscherig: a) Vista general del perfil Vera y el Cerro Aguada de la Mula inmediatamente al SE. Con base cubierta se expone la litofacies volcániclastica II, en la parte superior del perfil fue reconocida la litofacies volcániclastica VI datada en  $249 \pm 1$  Ma (Falco et al. 2017a). Toda la secuencia es cortada en sentido E-O por un dique de composición riolítica; b) Vista general de las Barrancas Grandes en el perfil Tscherig. El banco resistente resaltado con línea de trazos amarilla demarca la sección basal de alto grado de soldadura reconocida únicamente en este perfil. En esta localidad esta litofacies fue datada en  $253 \pm 2$  Ma (Falco et al. 2017a); c) Afloramiento de la litofacies volcániclastica II en el perfil Paranao, a la base se reconoce una intercalación de brecha, indicada con línea de trazos amarilla. En recuadro blanco se muestran los principales rasgos petrográficos y sus componentes. Bt. Biotita, Lit. Fragmento Lítico, Qz. Cuarzo, Kfs. Feldespato Potásico, Pz. Pómez.





**Figura 5.** Litofacies volcanoclástica III asignada al Miembro El Pilquin de la Formación Puesto Vera: a) Fotografía de esta litofacies en la Quebrada del Compañero (Pesce 1976) donde fueron hallados los restos fósiles presentados en este manuscrito, en recuadro blanco se muestran una impronta fósil carbonizada perteneciente a la flora de *Dicroidium*; b) Litofacies volcanoclástica III en el puesto Vera donde se dispone en bancos horizontales paralelos, delimitados por líneas de trazos amarillos, y arreglo interno granodecreciente, indicado con triángulos verdes; c) Aspecto de la litofacies bajo el microscopio. La línea de trazos separa dos láminas granodecrecientes que a la base se componen de fragmentos de cuarzo y pómez tamaño ceniza gruesa, y hacia el tope se reconocen fragmentos vítreos, pero con tamaño ceniza fina.

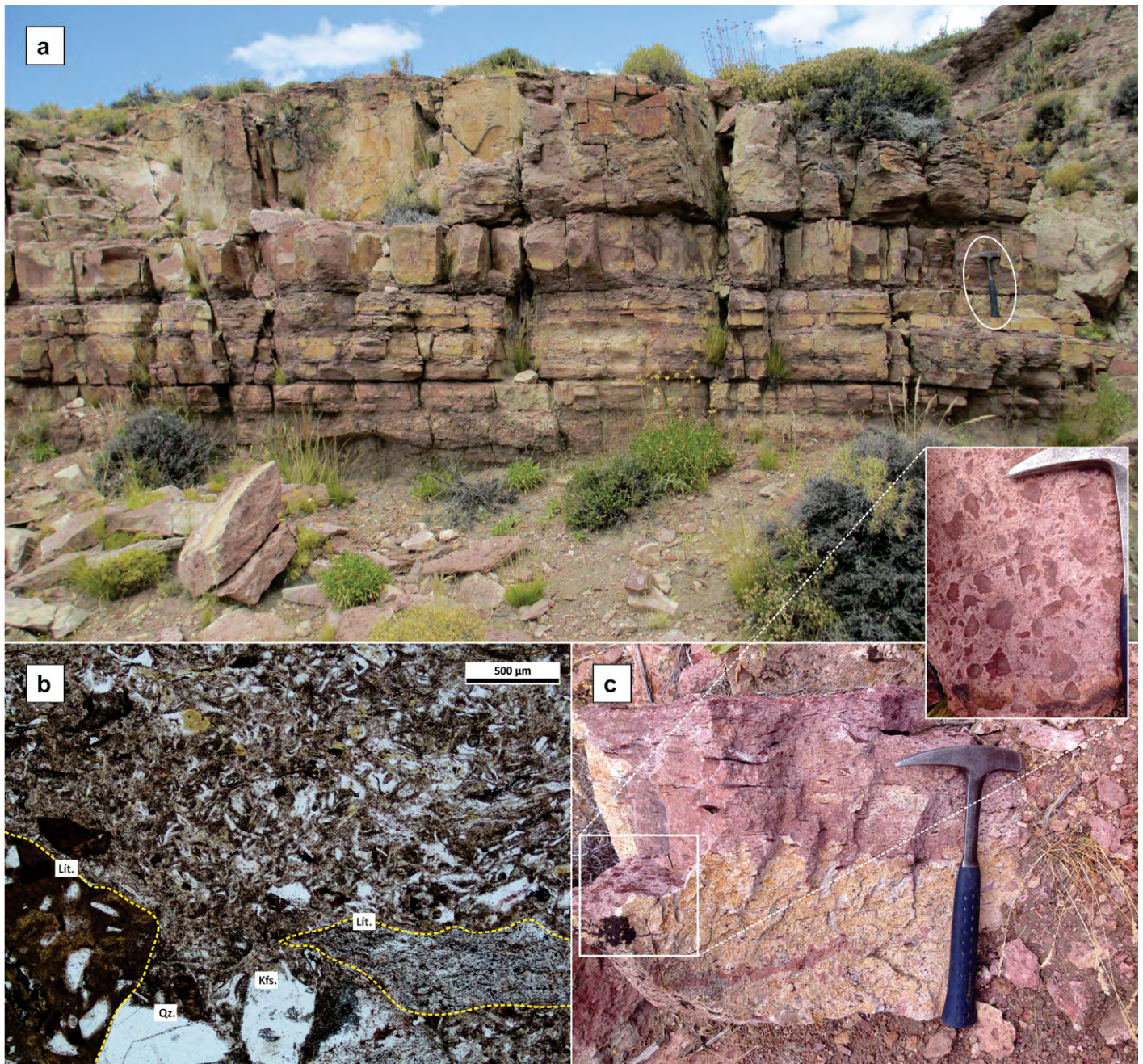
líticos volcánicos alcanzan una abundancia de hasta el 30%, y es posible distinguir dos familias. Una primera de naturaleza piroclástica presentándose como líticos relativamente frescos y angulosos, y una segunda familia con fragmentos redondeados a bien redondeados, fuertemente alterados y posiblemente de origen lávico. Los vitroclastos están mayormente representados por trizas vítreas que alcanzan hasta el 40 % y

en menor medida por pómez, que alcanzan un 10 % en abundancia. Los cristaloclastos se componen de cuarzo, biotita y plagioclasa, estos dos últimos fuertemente alterados, con una abundancia máxima del 30 %. La matriz se compone de vidrio y microcristaloclastos de cuarzo y plagioclasa.

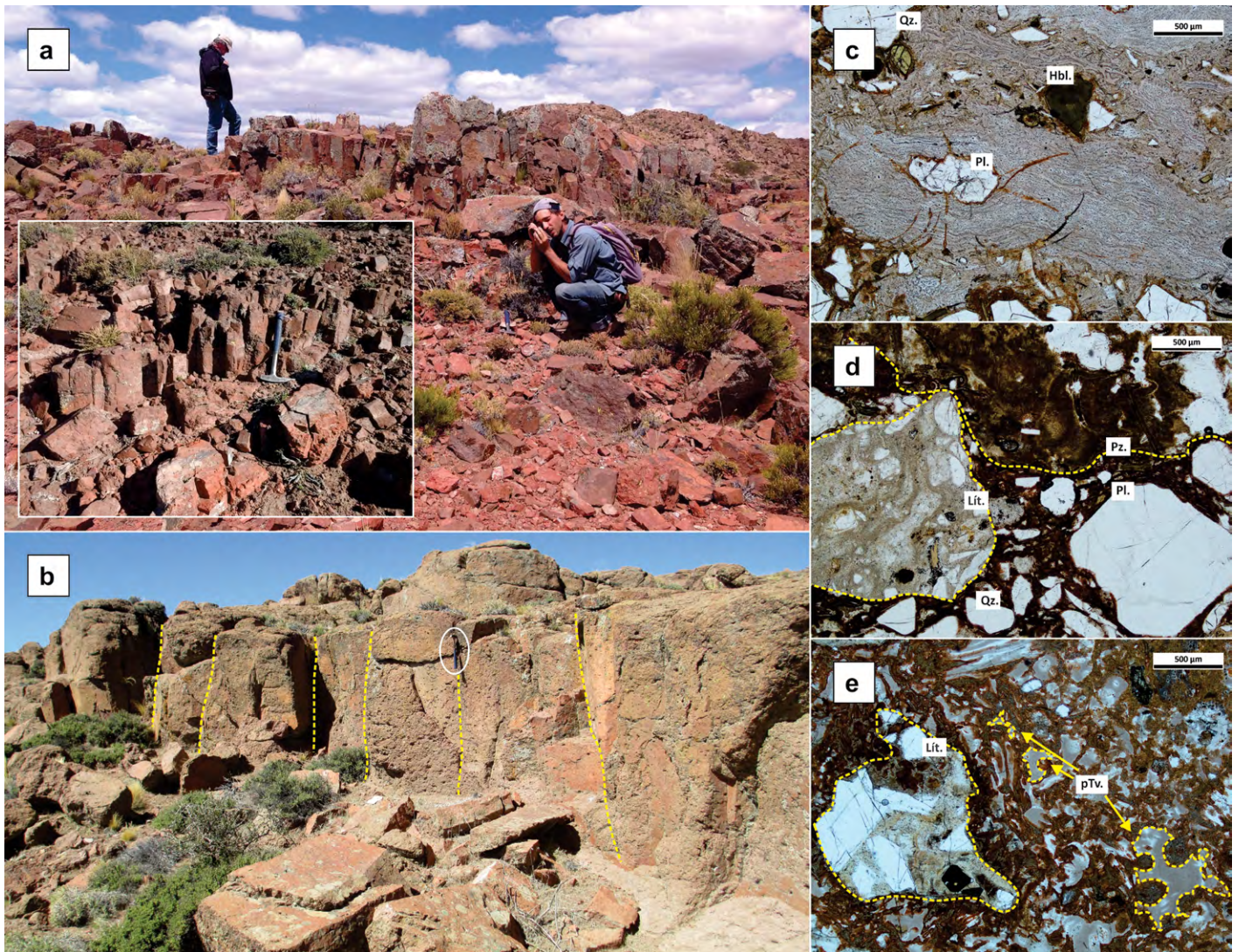
**Litofacies V (Fig. 7):** Esta litofacies de toba lapillítica se reconoce como un cuerpo tabular, de muy alto grado y color

pardo rojizo oscuro, que en las localidades de puesto Vera y puesto Paranao desarrolla disyunción columnar (Figs. 7a, b). Se reconocieron cristaloclastos de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, hornblenda y biotita en una abundancia que varía entre el 40 % y 60 %. Los litoclastos reconocidos pueden dividirse en dos grupos, y alcanzan un 30 % a 40 % en abundancia. El primero corresponde a líticos derivados de lavas, con tamaño lapilli fino y formas redondeadas a subre-

dondeadas. El segundo derivado de rocas piroclásticas, es particularmente abundante y se compone de clastos de tamaño lapilli medio a grueso, con formas subangulosas a subredondeadas, frescos y con matriz desvitrificada. Los vitroclastos muestran texturas de fuerte soldamiento, alcanzando textura eutaxítica avanzada hasta partaxítica; asimismo los procesos de desvitrificación dan texturas desde micropoiquilíticas hasta granofiricas. La matriz vítrea muestra también un



**Figura 6.** Litofacies volcániclastica IV perteneciente a la Formación Sierra Colorada: a) Aspecto general de la litofacies en el puesto Vera, única localidad en la que fue reconocida; b) Fotomicrografía de la litofacies con sus principales constituyentes. En líneas de trazos amarilla se indican los dos tipos de fragmentos líticos reconocidos, a la izquierda uno de naturaleza ignimbrítica y a la derecha un fragmento limoarcillítico. Nótese en la matriz el fuerte contenido de trizas vítreas; c) Vista frontal de la litofacies volcániclastica IV, en esta vista los fragmentos líticos limoarcillíticos se ven aplanados, mientras que en planta (recuadro blanco) se distingue que fueron depositados paralelos a los planos de estratificación. Lit. Fragmento Lítico, Qz. Cuarzo, Kfs. Feldespato Potásico.



**Figura 7.** Litofacies volcániclastica V asignada a la Formación Sierra Colorada: a-b) Aspecto general de los afloramientos en puesto Vera (a) y puesto Paranao (b). Nótese en ambas fotografías el desarrollo de disyunción columnar, en B marcada con línea de trazos amarilla; c-e) Fotomicrografías de la litofacies volcániclastica V en puesto H. Álvarez (c), puesto Tschering (d) y puesto Vera (e); en las tres figuras se distinguen los principales constituyentes. En c y d se reconocen texturas de soldamiento y desvitrificación avanzada inclusive desarrollando fractura perlítica (c). En d la pómez se muestra totalmente desvitrificada. La fotografía E muestra el desarrollo de pseudo trizas vítreas producto de la alteración secundaria del vidrio. Hbl. Hornblenda, Lit. Fragmento Lítico, Qz. Cuarzo, Pl. Plagioclasa, Pz. Pómez, pTv. Pseudo-triza vítrea.

fuerte soldamiento, desarrollando además fractura perlítica. Esta se compone de trizas vítreas fuertemente deformadas y de cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa que muestran indicios de rotación. En el puesto Vera la matriz se reconoció fuertemente alterada, siendo abundantes las pseudo trizas de vidrio (Allen 1988). Además, se reconocen parches en los que la matriz parece conservar rasgos primarios, observándose vesículas y fractura perlítica, lo que permite suponer que la textura también habría alcanzado un alto grado de soldamiento. Esta litofacies fue datada en  $222 \pm 2$  Ma (Rapela et al. 1996) en el perfil de puesto Vera.

**Litofacies VI (Fig. 8):** Esta litofacies de toba de lapilli es la cuspidal para esta área, y solo fue reconocida al norte en

las localidades de puesto Paranao y puesto Vera (Fig. 8a, b). En Loma Empalme (Fig. 1) conforma lomadas masivas altas, que ocasionalmente pueden dar depósitos con estratificación incipiente (Fig. 8b). Texturalmente se caracteriza por una elevada proporción de cristaloclastos, alcanzando una abundancia del 80 %. Se reconocieron cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y hornblenda, todos mostrando una fuerte fragmentación. Los vitroclastos están únicamente representados por pómez, las que no alcanzan a representar el 10% de la muestra. Los litoclastos son poco frecuentes, con una abundancia menor al 20 %, y se reconocen de origen piroclástico y lávico. Los primeros con tamaños hasta lapilli medios muestran texturas de desvitrificación, los segundos

fuertemente alterados y de tamaño lapilli fino a ceniza gruesa. La matriz se compone de vidrio con texturas desvitrificación y microcristaloclastos mayormente de cuarzo. Esta litofacies fue datada en las localidades de puesto Paranao y puesto Vera en  $248 \pm 2$  Ma (Luppo et al. 2018) y  $249 \pm 1$  Ma (Falco et al. 2017a), respectivamente.

## PALEONTOLOGÍA

**Material estudiado:** PB5286, PB5287 (Universidad Nacional del Sur, Cátedra de Paleontología General)

**Localidad:** Quebrada del Compañero (Pesce, 1976) -  $40^{\circ}50'50''S$ ,  $68^{\circ}15'54''O$ .

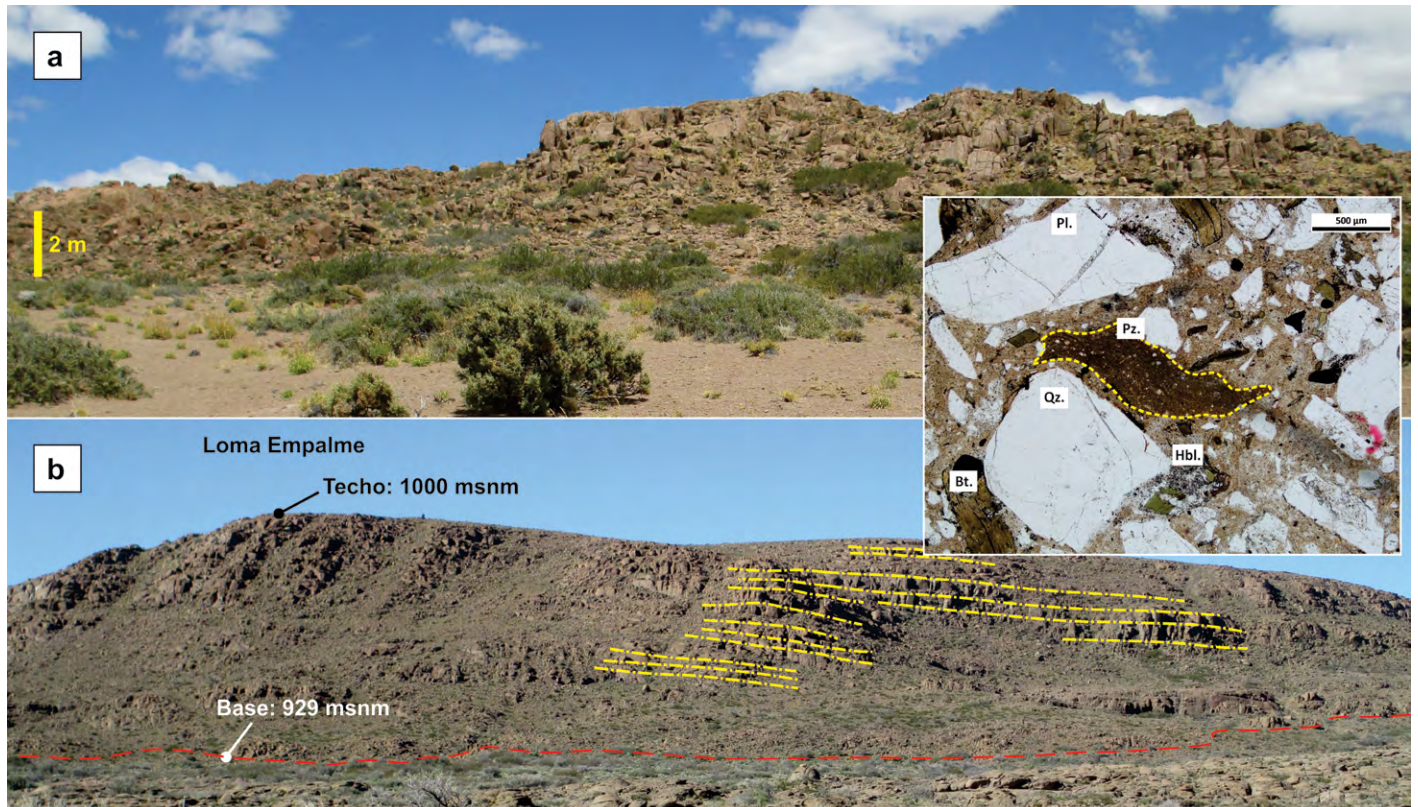
**Descripción:** Los fósiles estudiados corresponden a ejes permineralizados, de 8 a 10 cm de diámetro y presentan sólo xilema secundario preservado. El xilema secundario es homoxílico y picnoxílico, no se pudieron identificar anillos de crecimiento. Las traqueidas del xilema secundario son redondeadas a cuadradas en corte transversal (Figs. 9a, b). El diámetro radial promedio de las traqueidas es de  $24,9 \mu m$  y el diámetro tangencial promedio es de  $25,1 \mu m$ . Las paredes radiales y tangenciales de las traqueidas están muy pobre-

mente preservadas, sólo se pudieron observar algunas punteaduras areoladas, uniseriadas, contiguas a separadas en las paredes radiales (Fig. 9c-e). Las punteaduras son circulares, con aperturas circulares (Fig. 9c-e), y tienen un diámetro promedio de  $9,21 \mu m$ . Los campos de cruzamiento no se han preservado. Los radios del xilema secundario son uniseriados, bajos, y de 1-6 (promedio 2, moda 1) células de alto (Fig. 9f). Su longitud no pudo ser medida. No se reconoció la presencia de parénquima axial, traqueidas axiales septadas ni traqueidas radiales.

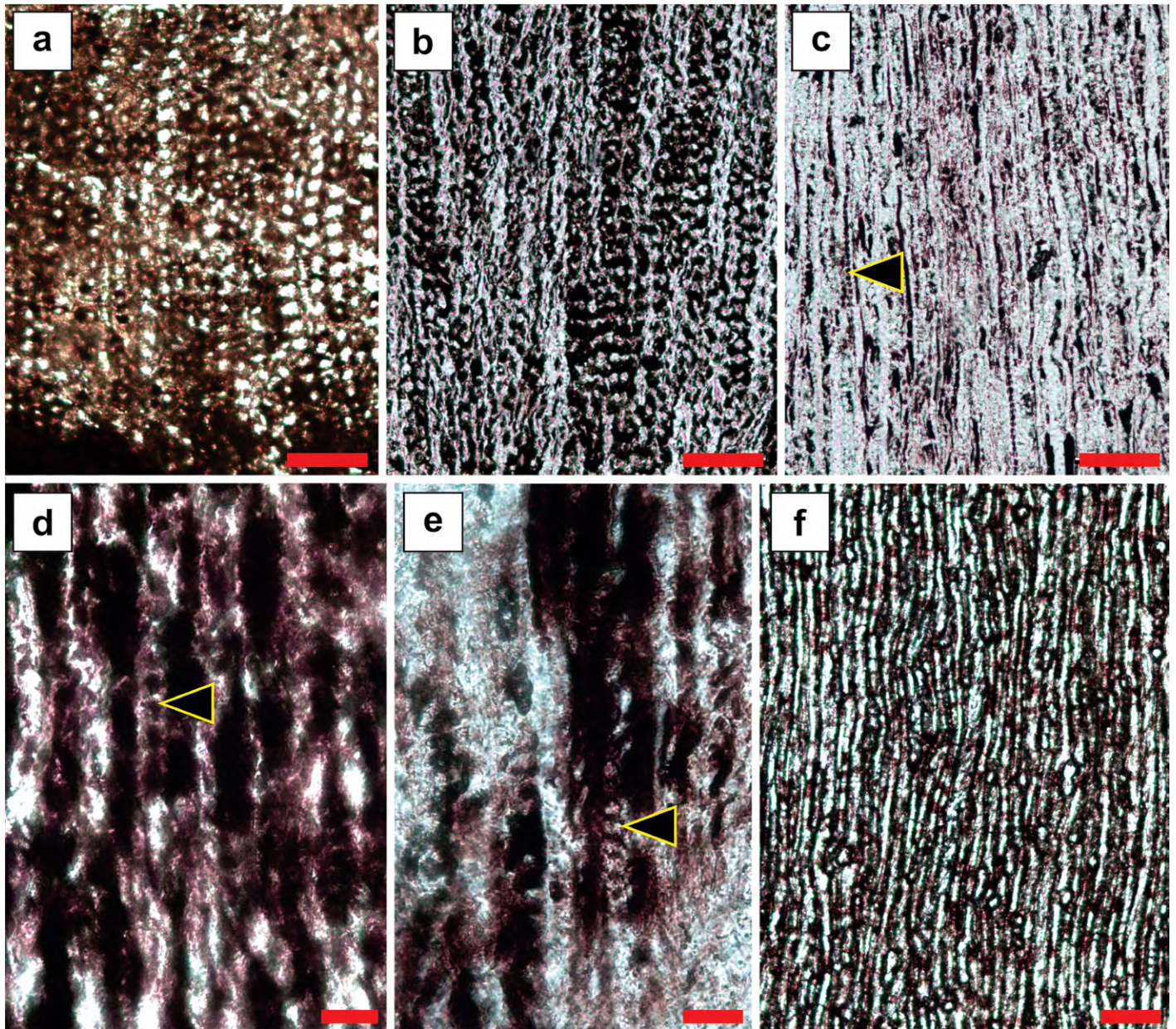
**Asignación sistemática:** Debido a la preservación deficiente del leño fósil, no fue posible realizar una asignación genérica y específica. El xilema secundario homoxílico, picnoxílico y no disecto, junto con la presencia de punteaduras de las traqueidas areoladas y uniseriadas, permitió vincular los ejemplares a las coníferas pero no a alguna familia u orden en particular.

## Perfiles

**Perfil Tschering (Fig. 10):** Este perfil comienza en el camino que lleva hasta el puesto Tschering y hacia el norte se extiende hasta las Barrancas Grandes (Figs 1, 2). La actitud de las capas es hacia el norte, con ángulos de buzamiento que



**Figura 8.** Litofacies volcanoclástica VI: a) Afloramientos de esta litofacies en el puesto Vera; b) Afloramientos de la litofacies al oeste del puesto Paranao, en Loma Empalme, donde alcanza la mayor espesura y desarrolla estratificación difusa. En recuadro blanco se muestran las características petrográficas en sección delgada y sus constituyentes principales. Estudios geocronológicos sobre esta facies indicaron una edad de  $248 \pm 2$  Ma y  $249 \pm 1$  Ma (Falco et al. 2017a, Luppo et al. 2018). Hbl. Horblenda, Qz. Cuarzo, Pl. Plagioclasa, Pz. Pómez, Bt. Biotita.



**Figura 9.** a-b) Corte transversal del xilema secundario (a: PB5286, b: PB5287); c) Corte radial del xilema secundario; la flecha señala a las punteaduras radiales de las traqueidas. PB5287; d-e) Detalle de las punteaduras radiales de las traqueidas (flecha): PB5286; f) Corte tangencial del xilema secundario mostrando los radios uniseriados. PB5286. Escalas: a y f = 100  $\mu$ m, b y c = 120  $\mu$ m, d y e = 30  $\mu$ m.

no pasan los 7°. Asimismo, este perfil puede ser dividido tentativamente de base a techo en cuatro secciones. La primera, e inferior, está compuesta por sedimentitas, mayormente arenitas, con variedades masivas o con estratificación paralela horizontal hasta ocasionalmente cruzada. Subordinado a las areniscas se reconocen bancos de limoarcillitas, conglomerados y brechas volcánicas. Las secciones siguientes se componen de las litofacies II, III y V, respectivamente. En total, el espesor de este perfil ronda los 80 m con pequeñas variaciones según los cambios de espesor de la sección inferior sedimentaria, pudiendo llegar en total hasta la centena de metros.

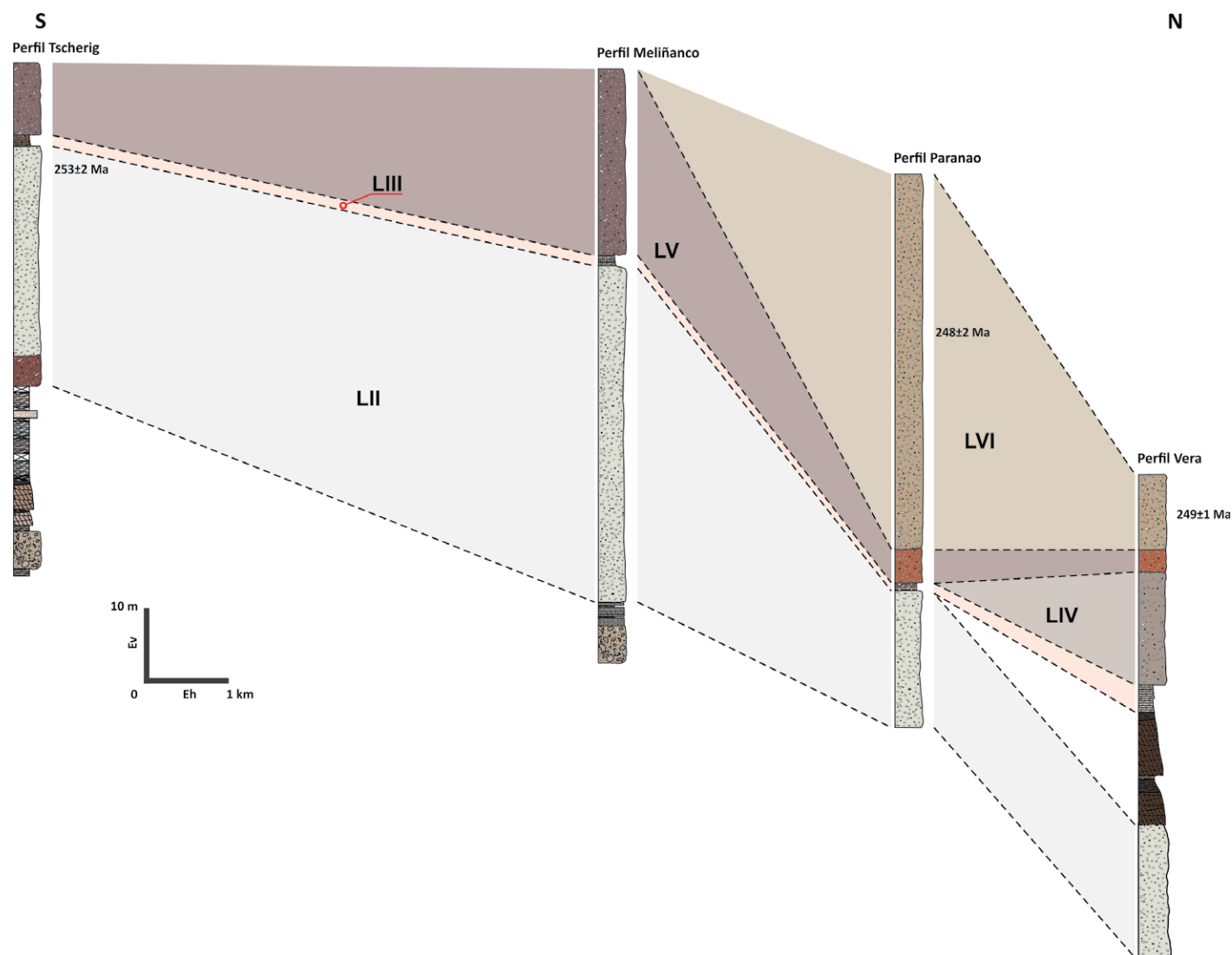
**Perfil H. Álvarez (Fig. 11):** Este perfil fue medido apenas al norte del puesto Álvarez, desde el camino que lleva al puesto Solaiman hasta las lomadas que se levantan hacia el este, por sobre unas canteras abandonadas (Fig. 12). Esta sección se compone de base a techo por las litofacies I, III y V. Además de estas tres litofacies también se reconoció asociado una lava de composición dacítica. Los afloramientos de estas lavas comprenden pequeñas lomadas bajas subredondeadas, y la relación de contacto con las restantes litofacies es compleja, interpretándose como ubicada entre las litofacies I y III. El rasgo más distintivo de este perfil es el

reconocimiento de una discordancia angular de 10° entre la litofacies I y las restantes superiores (Fig. 3b). En total este perfil alcanza un espesor medido de 20 m.

**Perfil Vera (Figs. 4a, 10):** Es el perfil más próximo al Graben del Cerro Piche. La sección estudiada incluye los afloramientos inmediatamente al sur de la laguna que se encuentra al este del puesto Vera (Fig. 2), estos inclinan hacia el sureste con un ángulo promedio de 18°. La base de este perfil está representada por la litofacies II y por encima se cubre con base erosiva por una sucesión sedimentaria de unos 15 m de potencia. Estos depósitos sedimentarios se caracterizan por areniscas gruesas hasta conglomerádicas con estratificación cruzada festoneada, también areniscas medias y finas con estratificación que varía entre paralela horizontal, masiva o cruzada por migración de ondulaciones de corriente. Asociado a depósitos de arenisca fina se reconocieron pequeños bancos

limoarcillíticos que no superan la decena de centímetros de potencia. Esta sucesión sedimentaria se cubre por litofacies III, IV, V y VI, alcanzando un espesor medido de 65 m. A su vez, este perfil está cortado por un dique de composición riolítica que se dispone en dirección ~E-O (Fig. 4a).

**Perfil Meliñanco (Figs. 10, 11):** Este perfil presenta un arreglo vertical muy semejante al reconocido en el perfil Tscherig aunque con variaciones en los espesores de las litofacies. Los estratos buzcan con ángulos menores a 10° hacia el suroeste. La sección estudiada sigue una orientación NE-SO y se incluyen los afloramientos desde la banquina de la ruta provincial 8 al este del puesto Meliñanco, hasta los afloramientos al borde del camino que lleva a los puestos Nahuel Hual y H. Álvarez (Fig. 2). El perfil se inicia con brechas volcánicas, areniscas y limoarcillitas; a estas le siguen las litofacies II, III y V. El espesor medido alcanza los 80 m.



**Figura 10.** Correlación S-N entre los perfiles Tscherig, Meliñanco, Paranao y Vera. Interpretación basada en el reconocimiento de las litofacies volcánicas II, III y V. Los acrónimos LII – LVI indican las litofacies volcánicas II a VI.

**Perfil Paranao (Fig. 10):** Junto con el perfil Meliñanco comprenden el sector central del área estudiada. Este perfil muestra caracteres semejantes a los reconocidos en el perfil Vera, aunque está ausente la sección sedimentaria y la litofacies IV. La sección estudiada se encuentra inmediatamente al NNE de la Sierra Negra (Fig. 2), aunque los espesores fueron reajustados con los afloramientos sobre el camino que lleva desde el puesto Paranao al puesto Solaiman donde las capas se reconocieron subhorizontales. El arreglo vertical de este perfil está dado por el apilamiento de las litofacies II, III, V y VI alcanzando una potencia de 75 m. En la porción cuspidal de este perfil la litofacies VI fue datada en  $248 \pm 2$  Ma (Luppo et al. 2018).

## DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN

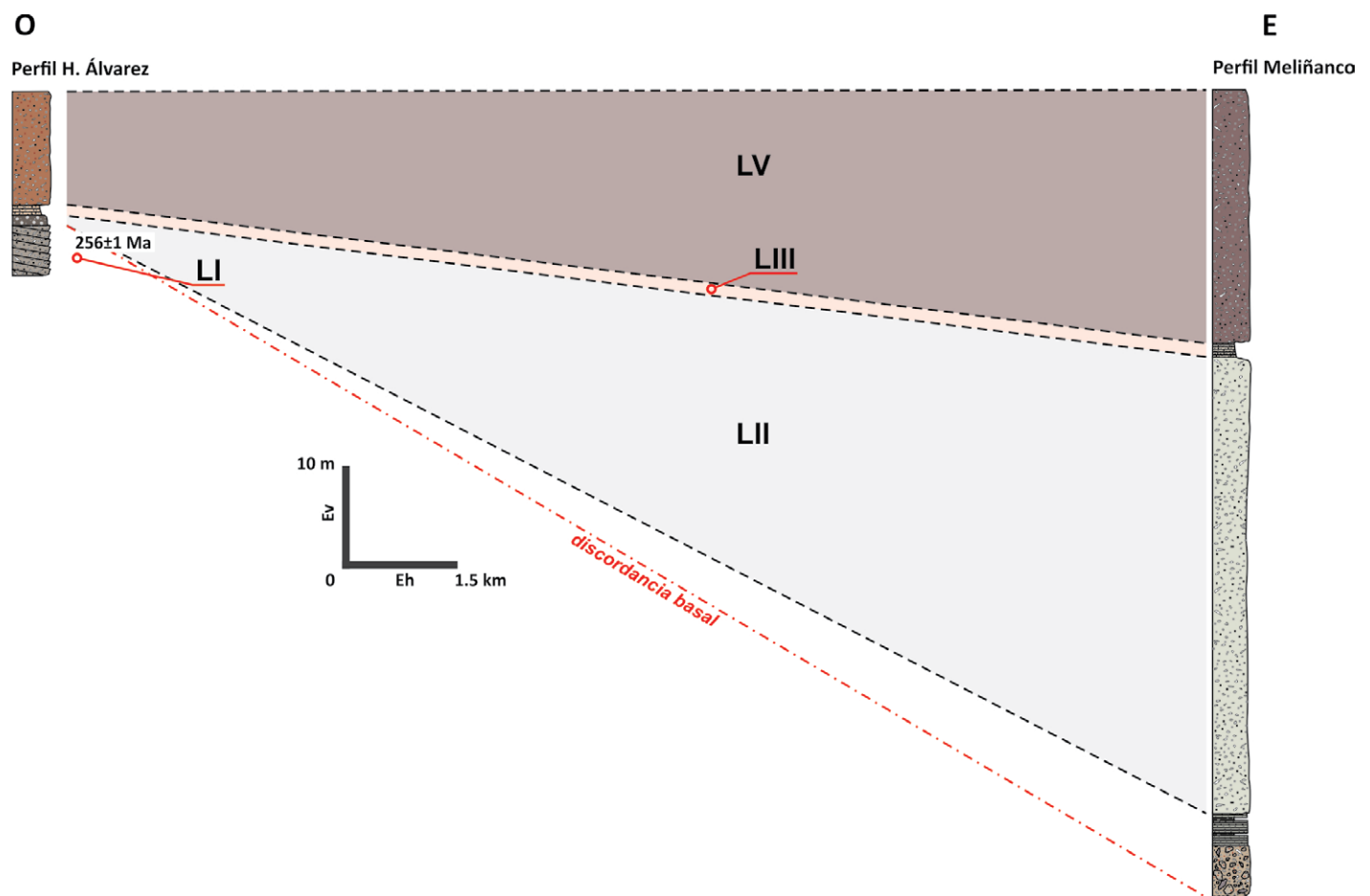
### Correlación de perfiles – espesor

Con base en los perfiles presentados y las características de las diferentes litofacies reconocidas, se proponen dos co-

relaciones entre perfiles (Figs. 9, 10).

**Correlación S-N (Fig. 9):** En la porción sur, las semejanzas reconocidas entre los perfiles Tscherig y Meliñanco permiten una correlación directa entre las litofacies II, III y V, aunque con un pequeño aumento de espesor hacia el norte tanto de la litofacies II como de V. Asimismo, en la porción norte la correlación entre los perfiles Paranao y Vera se basa en II, III, V y VI. En esta vinculación entre perfiles, la litofacies III presenta mayor espesor en el perfil Vera, que en asociación con las sedimentitas permite suponer una porción topográficamente más baja de la cuenca. La correlación entre la porción norte y sur basada en las litofacies II, III y V permite a su vez suponer que la porción más baja de la cuenca se ubicaría en el perfil Vera. Por otra parte, la diferencia de espesores en la litofacies VI entre los perfiles Paranao y Vera podría deberse solamente a un problema de erosión posterior y vinculado tentativamente a un problema estructural.

**Correlación E-O (Fig. 10):** Los dos depósitos guías usados para la correlación son las litofacies II y V, ambos de mayor espesor en el perfil Meliñanco, lo que permite suponer



**Figura 11.** Correlación O-E entre los perfiles H. Álvarez y Meliñanco, basada en las litofacies volcanoclástica III y V. La discordancia reconocida en el perfil H. Álvarez es interpretada como la discordancia basal de la sucesión estudiada. Los acrónimos LI – LV indican las litofacies volcanoclásticas I a V.

que la cuenca se profundizaría hacia el E. Por debajo de la litofacies III la correlación no pudo ser establecida, por lo que permite interpretar a la discordancia angular del perfil H. Álvarez como el límite basal de los depósitos estudiados.

**Espesor:** A diferencia de lo propuesto por Cucchi et al. (1999), Lema et al. (2008) y Luppo et al. (2018), las correlaciones entre los perfiles realizados permiten estimar un espesor aproximado de 250 m, tal como lo propusieron Labudia y Bjerg (2001, 2005), descartando un espesor del orden kilométrico.

### Límites estratigráficos y geocronológicos

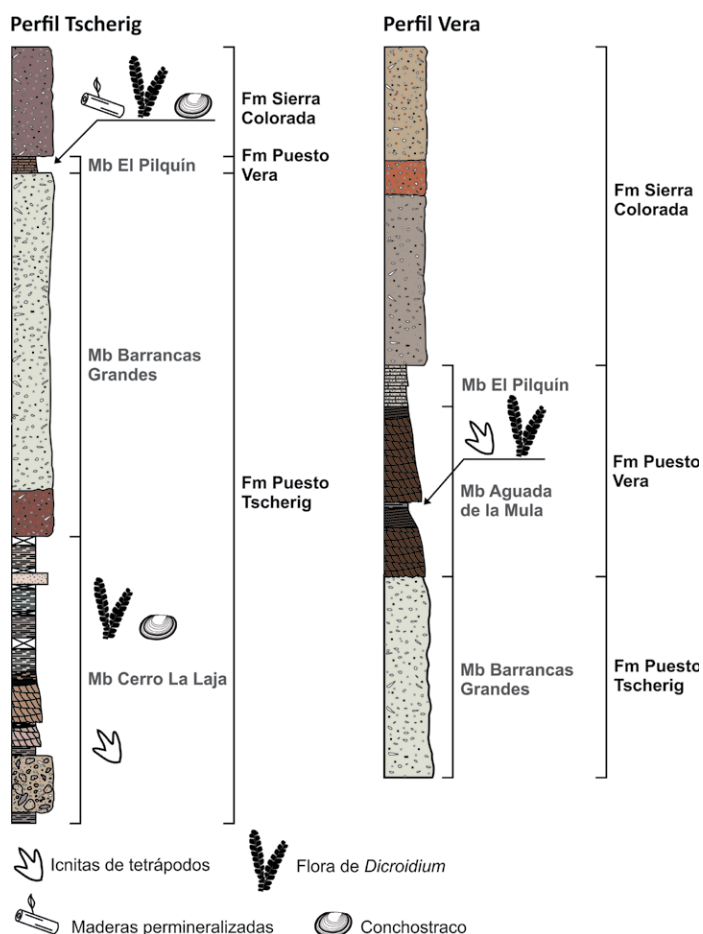
Las correlaciones entre los perfiles relevados (Figs. 10, 11) ponen de manifiesto que los depósitos volcanoclásticos del Grupo Los Menucos no presentan variaciones laterales significativas. Contrariamente a lo conocido hasta el momento para la zona relevada, el Grupo Los Menucos no se apoya sobre el basamento metamórfico de la Formación Colo Niyeu sino que se dispone en discordancia sobre depósitos exclusivamente pérmicos tardíos en los alrededores del puesto H. Álvarez. Las dataciones sobre estas rocas que se disponen en angularidad sobre el basamento metamórfico, indican una edad de cristalización entre  $257 \pm 2$  y  $256 \pm 1$  Ma en base y techo, respectivamente (Falco et al. 2017a, Luppo et al. 2018) (Fig. 1). Si bien estos depósitos fueron previamente incluidos dentro del Grupo Los Menucos (Labudia y Bjerg 2005) y también mapeados como la sección basal del Complejo volcánico Los Menucos (Lema et al. 2008, Luppo et al. 2018), en esta contribución se propone asignarlos tentativamente al Complejo La Esperanza.

Las edades U-Pb en circón llevadas a cabo en varias localidades, en conjunto con las correlaciones presentadas, ponen de manifiesto que el Grupo Los Menucos se habría desarrollado con posterioridad a los 256 Ma (Figs. 10, 11). También de estas correlaciones queda expuesto que el límite geocronológico basal sería próximo a los 253 Ma, edad obtenida para la litofacies II en el perfil Tschering (Figs. 1, 10). Por otra parte, la edad de  $252 \pm 2$  Ma (Luppo et al. 2018) en una lava de composición andesítica intercalada en los depósitos aquí asignados al Complejo La Esperanza (Fig. 1) al oeste del puesto H. Álvarez, fue primeramente interpretada como una litofacies subvolcánica (Lema et al., 2008), y por lo tanto correlacionable con la lava reconocida en el perfil H. Álvarez, las que muy probablemente representan los estadios iniciales de la unidad en estudio.

El límite geocronológico superior fue datado en  $248 \pm 2$  Ma (Luppo et al. 2018) dejando en claro que el desarrollo de la sección en estudio habría alcanzado al menos el Olenekiano-

no (Triásico Inferior). Por otra parte, y en acuerdo con Luppo et al. (2018), la edad triásica superior obtenida por Rapela et al. (1996) en la localidad de puesto Vera podría deberse a una alteración en el sistema isotópico ocasionado por la intrusión de un dique inmediatamente al sur de esta localidad (Fig. 2). Asimismo, las edades correspondientes al Triásico Superior de Lema et al. (2008) y Falco et al. (2017a) no pudieron ser correlacionadas con los perfiles relevados. Por el contrario, este magmatismo se vincularía espacialmente con la Falla Lagunitas (Giacosa et al. 2007, Lema et al. 2008), y se emplazaría en relación de intrusión o en angularidad sobre los depósitos del Grupo Los Menucos. De este modo, y con un buen grado de certeza, estas observaciones permiten asumir que el Grupo Los Menucos, es la única unidad de la cuenca homónima, y se habría desarrollado hacia finales del Changhsingiano (Lopingiano – Pérmico tardío) o inclusive sobre el límite Pérmico – Triásico hasta el Olenekiano (Triásico Inferior), luego de un hiato de unos 4 Ma.

Estas nuevas consideraciones respecto de la edad del Grupo Los Menucos contrastan de manera significativa con



**Figura 12.** Propuesta estratigráfica del Grupo Los Menucos en sus perfiles tipo. Se indican en cada caso las secciones fosilíferas.



el conocimiento paleontológico, que propone una edad triásica media a tardía (Casamiquela 1964, 1975, Miranda 1966, Stipanivic 1967, Pesce 1976, Stipanivic et al. 1968, Stipanivic y Methol 1972, 1980, Artabe 1985a, b, Gallego 2010, Artabe et al. 2007). Sin embargo, las nuevas interpretaciones icnológicas llevadas a cabo sobre los ejemplares de la cuenca soportan una edad pérmica tardía–triásica temprana (Melchor y De Valais 2006, Diaz-Martinez y De Valais 2014, Citton et al. 2018).

### Correlación Regional

Bajo estas nuevas evidencias estratigráficas sobre el Grupo Los Menucos queda establecida así una nueva entidad correspondiente al Pérmico Tardío – Triásico Temprano. En el contexto del Macizo Nordpatagónico, esta unidad es contemporánea con el emplazamiento del Granito Calvo ( $250 \pm 2$  Ma – Pankhurst et al. 2006) y la Dacita Collinao ( $253 \pm 2$  Ma – Luppó et al. 2019) en los alrededores de La Esperanza, y al Complejo Yaminué al sur de Nahuel Niyeu ( $246 \pm 1$ ,  $249 \pm 2$  Ma,  $251 \pm 1$  Ma,  $252 \pm 3$  Ma – Pankhurst et al. 2014) y la Formación Monasa al sur de Mina Gonzalito ( $247 \pm 1$  Ma – González et al. 2017). En la cuenca Neuquina, más precisamente en el ámbito del Engolfamiento Neuquino, los niveles superiores del hemigraben Medanita arrojaron una edad de cristalización de  $246 \pm 1$  Ma sugiriendo que la depositación habría comenzado al menos durante el Triásico Temprano (Barrionuevo et al. 2013). En el contexto de la Cuenca Cuyana las edades U-Pb en circón dan valores de concordia de  $244 \pm 2$  Ma para el techo de la Formación Cerro Puntudo (Mancuso et al. 2010),  $246 \pm 1$  Ma para la Formación Ciénaga Redonda (Barredo et al. 2012) y  $243 \pm 5$  Ma para el tope de la Formación Río Mendoza (Ávila et al. 2006), sugiriendo en todos los casos que la sedimentación pudo haber ocurrido inclusive durante el Triásico Temprano. En la Cuenca de Ischigualasto, la Formación Tarjados arrojó una edad de concordia de  $252 \pm 1$  Ma indicando que la sedimentación habría iniciado hacia finales del Pérmico (Gulbranson et al. 2015), al igual que en la cuenca Los Menucos.

En esta correlación regional con las cuencas triásicas de Argentina queda expuesto que la discordancia basal reconocida para el Grupo Los Menucos es contemporánea y equivalente con la discordancia o fase Huárpica (Azcuy y Caminos 1987). Esta discordancia de carácter regional representa la finalización del colapso orogénico que sucedió a la fase orogénica San Rafael relacionada con la evolución del Grupo Choiyoi y el comienzo de la etapa de *rifting*, implicando extensión litosférica (Leanza 2009, Sato et al. 2015). En consecuencia, las unidades volcánicas silíceas y mesosilíceas por

encima de esta discordancia, incluida la unidad en estudio, no pertenecen al Choiyoi (*sensu lato*), ya que forman parte de unidades estratigráficas diferentes más jóvenes sometidas a intensos procesos de *rifting* (Leanza 2009 y referencias allí citadas). Sin embargo, durante los trabajos de campo no se reconocieron elementos que permitan afirmar que la cuenca Los Menucos haya sido originada por un proceso de *rifting*. Los depósitos clásticos intercalados en la secuencia piroclástica no parecen estar influenciados por fallas, y la ausencia de litofacies basálticas con firma geoquímica de intraplaca descartan en primera instancia la posibilidad de *rifting* (*sensu stricto*). La extensión tabular uniforme de los mantos piroclásticos llevaría a suponer un depocentro volcánico de gran extensión. La extensión del mapeo hacia la zona este y sur permitirán profundizar el conocimiento sobre la cuenca, y brindarán mayores elementos que colaboren en su entendimiento integral.

## PROPUESTA ESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO LOS MENUCOS

Los trabajos realizados en el área NO de la localidad de Los Menucos nos llevan a corroborar la propuesta de Grupo Los Menucos (Labudia y Bjerg 2001 *nom. transl.* Stipanivic 1967, Stipanivic et al. 1968). Se propone la subdivisión en Formación Puesto Tscherig, Formación Puesto Vera y Formación Sierra Colorada (Figs. 2, 12).

### Formación Puesto Tscherig (*nom. nov.*)

Esta nueva unidad formacional corresponde a la sección basal de la cuenca, y aflora con base cubierta. Estas rocas fueron agrupadas previamente en la Formación Vera (Labudia y Bjerg 2001), también fueron descritas como Sedimentitas Keuperianas. Su localidad tipo se encuentra enmarcada entre el puesto Tscherig y el Cerro La Laja. Para esta unidad se propone la siguiente subdivisión.

**Miembro Cerro La Laja:** Bajo este nombre se agrupan las rocas sedimentarias y brechas volcánicas subordinadas aflorantes desde el puesto Tscherig hasta el cerro La Laja, donde se propone su estratotipo de unidad y donde también son explotadas como roca de aplicación. Aflora con base cubierta y se compone mayormente de conglomerados, areniscas y limoarcillitas bien estratificadas; estos depósitos se originaron a partir de la resedimentación de depósitos piroclásticos no soldados o no litificados, en el que las zonas proximales fueron dominadas por depósitos de flujo de detritos y las zonas distales dominadas por decantación en lagunas es-

porádicas o barreales (Falco y Hauser 2018). El contenido fosilífero de este miembro está representado por improntas pertenecientes a la flora de *Dicroidium* (Miranda 1966, Pesce 1976, Artabe 1984a, b), un único ejemplar de conchostraco denominado *Menucoestheria wichmanni* (Gallego 2010) y por icnitas del género *Dicynodontipus* (Diaz-Martinez y De Valais 2014 y referencias allí citadas). Si bien las mejores exposiciones de este miembro son las reconocidas en los alrededores del puesto Tscherig, también aflora en la base del perfil Meliñanco, al NE y NO del puesto homónimo. Estos mismos depósitos son mencionados en la bibliografía como Cantera Vieja y Nueva (Casamiquela 1964, 1975) o Cantera Petroff (Miranda, 1966).

**Miembro Barrancas Grandes:** Se dispone de forma neta sobre el Miembro Cerro La Laja y se compone exclusivamente por un depósito piroclástico datado en  $253 \pm 2$  Ma en el puesto Tscherig (Falco et al. 2017a), donde se ubica su localidad tipo. La toponimia de esta unidad es tomada de la Hoja Geológica 4196-II: Los Menucos (Cucchi et al. 2001). Las rocas agrupadas en este miembro son de características mayormente homogéneas, solo en su localidad tipo desarrolla una sección basal de alto grado y en el perfil Paranao intercalaciones de brecha, en el perfil Vera comprende la sección basal y está fuertemente alterada. Si bien su localidad tipo queda establecida en el puesto Tscherig, otros buenos afloramientos se reconocieron en el perfil Meliñanco y en el perfil Paranao, aunque en este último con base cubierta.

### **Formación Puesto Vera (Labudía y Bjerg 2001, nom. subst. et emend.)**

Esta formación es redefinida a Formación Puesto Vera habiendo sido originalmente propuesta como Formación Vera (Labudía y Bjerg 2001, 2005), el cambio propuesto se fundamenta en que su localidad tipo aparece en los mapas oficiales como puesto Vera. Su localidad tipo se establece en el puesto homónimo, y se excluyen de esta unidad las sedimentitas del Graben del Cerro Piche ya que comprenden un ciclo sedimentario posterior a la cuenca (Falco et al. 2017b). Al igual que en la unidad litoestratigráfica anterior, se propone la subdivisión en dos miembros.

**Miembro Aguada de la Mula:** Se dispone con base erosiva sobre el Miembro Barrancas Grandes de la Formación Puesto Tscherig, su topónimo deriva del cerro Aguada de la Mula, que también da nombre al establecimiento donde se ubica el puesto Vera. El estratotipo de unidad queda también establecido en esta localidad. Se compone mayormente de areniscas y areniscas conglomerádicas, y areniscas medias a finas y limoarcillitas subordinadas. Estos depósitos fueron

interpretados como canales fluviales y llanuras de inundación con un desarrollo condicionado por la evolución volcánica local. El contenido fosilífero está representado por improntas vegetales pertenecientes a la flora de *Dicroidium* (Artabe et al. 1985a, b) e icnitas del género *Dicynodontipus* (Citton et al. 2018). Los afloramientos en el puesto Vera y en la quebrada inmediatamente al sur son hasta ahora los únicos conocidos en la región.

**Miembro El Pilquín:** Se reconoce en contacto neto tanto sobre el Miembro Aguada de la Mula como por sobre el Miembro Barrancas Grandes de la Formación Puesto Tscherig. Se incluyen en este miembro a los depósitos interpretados como lluvia de cenizas reconocidos en todas las localidades relevadas. Las características texturales varían entre masivas y con estratificación paralela horizontal y gradación normal, y constituye un nivel guía en el área estudiada. El contenido fosilífero está representado por improntas vegetales pertenecientes a la flora de *Dicroidium* (Pesce 1976, Artabe et al. 1984a, b), el conchostraco *Menucoestheria wichmanni* (Gallego 2010), icnitas del género *Dicynodontipus* (Citton et al. 2018), y maderas fósiles (este trabajo).

### **Formación Sierra Colorada (Stipanovic et al. 1968)**

Es la formación cuspidal del grupo y se dispone en forma neta sobre el Miembro El Pilquín de la Formación Puesto Vera, solo en algunos sectores donde este miembro no aflora se la reconoce sobre el Miembro Barrancas Grandes de la Formación Puesto Tscherig. Su localidad tipo es el puesto Vera, donde afloran los tres depósitos volcánoclasticos que integran a esta unidad, los que son identificados en este manuscrito como litofacies IV, V y VI. El depósito inferior fue solamente reconocido en el puesto Vera, el intermedio al igual que el Miembro El Pilquín de la Formación Puesto Vera comprende un nivel guía en la toda la secuencia estudiada. El depósito superior solo aflora en la porción norte del área relevada y fue datado en  $248 \pm 2$  Ma en el perfil Paranao (Luppo et al. 2018) y en  $249 \pm 1$  Ma en el perfil Vera (Falco et al. 2017a).

## **CONCLUSIONES**

Los estudios llevados a cabo en el sector noroeste de Los Menucos permitieron diferenciar una secuencia volcánica y sedimentaria correlacionable entre localidades, con un espesor que alcanza los 250 m. Esta secuencia estudiada constituye el relleno de la Cuenca Los Menucos y se dispone

en angularidad sobre volcanitas pérmicas asignadas al Complejo La Esperanza.

Los estudios geocronológicos previos en esta cuenca indican una de edad pérmica tardía – triásica temprana, y por lo tanto equivalente a los estadios iniciales de las cuencas triásicas del centro y oeste de Argentina. Asimismo, se propone mantener el orden de Grupo Los Menucos y subdividirlo en las Formaciones Puesto Tscherig, Puesto Vera y Sierra Colorada. Por otra parte, los nuevos hallazgos de maderas fósiles presentados en este manuscrito, sumado al contraste que proponen la geocronología y la paleontología, queda en evidencia que aún resta un importante trabajo de revisión y profundización en el aspecto paleontológico.

Esta nueva propuesta estratigráfica, obtenida a partir de estudios de campo realizados en la porción noroeste de la cuenca, servirá de base para futuros trabajos hacia el sur y este, en cercanías de las localidades de Prahuaní y Valcheta respectivamente. Además, futuras contribuciones al conocimiento general de esta cuenca, tanto geológico como paleontológico, permitirán contrastar y mejorar esta nueva propuesta.

## AGRADECIMIENTOS

Esta contribución forma parte de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la Tesis Doctoral de JIF, financiada por la Universidad Nacional del Sur, el Instituto Geológico del Sur (CONICET-UNS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Laboratorio de Geocronología de la Universidad de Brasilia (IG-UnB) y el Museo de Historia Natural de Berlín (Alemania), todas estas instituciones son profundamente agradecidas por la oportunidad. El agradecimiento se extiende a los pobladores de la zona de Los Menucos, que sin su colaboración este trabajo no hubiera podido ser llevado adelante. Los comentarios y sugerencias vertidos por las Dras. C. Martínez Dopico y C. Remesal, y el Dr. D. Kietzmann contribuyeron sustancialmente en la etapa de revisión del manuscrito.

## REFERENCIAS

Allen, R. 1988. False pyroclastic textures in altered silicic lavas, with implication for volcanic-associated mineralization. *Economic Geology* 83: 1424-1446.

Artabe, A.E. 1985a. Estudio sistemático de la taoflora triásica de Los Menucos, provincia de Río Negro. Parte I. Sphenophyta, Filicophyta, Pteridospermophyta. *Ameghiniana* 22: 3-22.

Artabe, A.E. 1985b. Estudio sistemático de la taoflora triásica de Los

Menucos, provincia de Río Negro. Parte II. Cycadophyta, Ginkgophyta y Coniferophyta. *Ameghiniana* 22: 159-180.

Artabe, A.E., Morel, E.M. y Ganuza, D.G. - 2007. Las floras triásicas de la Asociación Paleontológica Argentina. *Publicación Especial 11, Ameghiniana 50° aniversario*: 75-86. 317-324.

Ávila, J., Chemale, F., Mallman, G., Kawashita, K. y Armstrong, R. 2006. Combined stratigraphic and isotopic studies of Triassic strata, Cuyo Basin, Argentine Precordillera. *Geological Society of America Bulletin* 118(9-10): 1088-1098.

Azcuy, C.L. y Caminos, R. 1987. Capítulo 11: Diastrofismo. En: Arhangelsky, S. (ed.), *El Sistema Carbonífero en la República Argentina*. Academia Nacional de Ciencias: 239-252, Córdoba.

Barredo, S., Chemale, F., Marsicano, C., Ávila, J., Ottone, E. y Ramos, V. 2012. Tectono-sequence stratigraphy and U–Pb zircon ages of the Rincón Blanco Depocenter, northern Cuyo Rift, Argentina. *Gondwana Research* 21: 624-636.

Barrionuevo, M., Amosio, M. y Llambías, E.J. 2013. Nuevos datos geocronológicos en subsuelo y afloramientos del Grupo Choiyoi en el oeste de La Pampa: implicancias estratigráficas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 70 (1): 31-39.

Bertels, A. 1969. Estratigrafía del límite Cretácico-Terciario en Patagonia septentrional. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 24 (1): 41-54.

Bodnar, J. y Falco, J.I. 2018. Fossil conifer woods from Cerro Piche graben (Triassic-Jurassic?) North Patagonian massif, Río Negro Province, Argentina. *Ameghiniana* 55 (3): 356-362.

Casamiquela, R.M. 1964. Estudios icnológicos. Problemas y métodos de la icnología con aplicación al estudio de pisadas mesozoicas (Reptilia, Mammalia) de la Patagonia. *Talleres Gráficos Colegio Industrial Pío IX*, 229 p. Buenos Aires.

Casamiquela, R.M. 1975. Nuevo material y reinterpretación de las icnitas mesozoicas (Neotriásicas) de Los Menucos, Provincia de Río Negro (Patagonia). 1° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, *Actas 1*: 555-580, San Miguel de Tucumán.

Citton, P., Díaz-Martínez, I., de Valais, S., González, S., Greco, G., Falco, J.I. y Cónsole Gonella, C. 2018. New ichnological material from the Vera Formation (Los Menucos Group, Triassic), the Puesto Vera locality, Río Negro province, Argentina: a first account. *Reunión de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina, Acta digital*, Puerto Madryn.

Corbella, H. 1973. Basaltos nefelínicos asociados al graben del cerro Piche, Macizo Nordpatagónico, provincia de Río Negro, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 28(3): 209-218.

Cucchi, R., Busteros A. y Lema H. 2001. Hoja Geológica 4169 - II, Los Menucos, Provincia de Río Negro. *IGRM-SEGEMAR, Boletín* 265: 1-105, Buenos Aires.

Díaz-Martínez, I. y de Valais, S. 2014. Estudio de la variabilidad en la conservación de huellas de tetrápodos del Triásico Superior de Los

- Menucos, Río Negro, Argentina. Reunión de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina, Actas 1: 13-14. Plaza Huincul.
- Domnanovich, N.S., Tomassini, R., Manera De Bianco, T. y Dalponte, M. 2008. Nuevos aportes al conocimiento de la icnofauna de tetrápodos del Triásico Superior de Los Menucos (Complejo Los Menucos), provincia de Río Negro, Argentina. *Ameghiniana* 45 (1): 211-224.
- Ducart, D. 2007. Alteração hidrotermal do prospecto aurífero Cerro La Mina, Los Menucos, Patagonia Argentina: Geología, sensoramiento remoto e isotopos estaveis. Tesis Doctoral, Universidad de Campinas (inédito), 187 p., San Pablo.
- Falco, J.I., Hauser, N. y Reimold, W. 2017a. Three magmatic events in the Los Menucos area of the Central- North Patagonian Massif, Argentina. 11 South American Symposium on Isotopic Geology, Acta digital, Cochabamba.
- Falco, J.I., Bodnar, J. y Hauser, N. 2017b. Reinterpretación geológica de los depósitos clásticos del Graben del Co. Piche en la Comarca Nordpatagónica, Prov. de Río Negro. XX Congreso Geológico Argentino, Sección Técnica 1- Estratigrafía, Actas: 58-63, San Miguel de Tucumán.
- Falco, J.I. y Hauser, N. 2018. Sedimentología y proveniencia de los depósitos de la Formación Vera (Grupo Los Menucos - Triásico) en el área del Puesto Tscherig, Provincia de Río Negro, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 24(2): 21-37.
- Gallego, O.F. 2010. A new crustacean clam shrimp (Spinicaudata: Eosetheriidae) from the Upper Triassic of Argentina and its importance for "conchostracan" taxonomy. *Alcheringa* 34 (2): 179-195.
- Giacosa, R.E., Lema, H., Busteros, A., Zubia, M., Cucchi, R. y Tommaso, D.I. 2007. Estructura del Triásico de la región norte Macizo Nordpatagónico (40-41S, 67 30-69 45O) Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (3): 355-365.
- González, S.N., Grecco, G., Sato, A.M., Llambías, E.J., Basei, M., González, P. y Diaz, P. 2017. Middle Triassic trachytic lava flows associated with coeval dyke swarm in the North Patagonian Massif: A postorogenic magmatism related to extensional collapse of the Gondwanide orogen. *Journal of South American Earth Sciences* 75: 134-143.
- Gulbranson, E., Ciccioli, P., Montañez, I., Marensi, S., Limarino, C., Schmitz, M. y Davydov, V. 2015. Paleoenvironments and age of the Talampaya Formation: The Perm-Triassic boundary in northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 63: 310-322.
- Kokogian, D., Spalletti, L., Morel, E., Artabe, A., Martinez, R., Alcober, O., Milana J. y Zavattieri, A. 2001. Estratigrafía del Triásico argentino. En Artabe, A., Morel, E. y Zamuner, A. (ed.), *El Sistema Triásico en la Argentina*, Fundación Museo de La Plata Francisco Pascasio Moreno: 23-54, La Plata.
- Labudia, C. H. y Bjerg, E. A. 2001. El Grupo Los Menucos: redefinición estratigráfica del Triásico superior del Macizo Nordpatagónico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56 (3): 404-407.
- Labudia, C.H., Artabe, A.E., Morel, E., Bjerg, E.A. y Gregori, D.A. 1992. Presencia del género *Pleuromeia* Corda (Lycophyta, Pleuromeiaceae) en sedimentitas triásicas de Colo Niyeu, Provincia de Río Negro, Argentina. *Ameghiniana* 29 (3): 195-199.
- Labudia, C.H. y Bjerg, E.A. 1994. Geología del Sector Oriental de la Hoja Bajo Hondo (39e), Provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49 (3-4): 284-296.
- Labudia, C.H. y Bjerg, E.A. 2005. Geología del Grupo Los Menucos, Comarca Nordpatagónica, Argentina. 16 Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 233-238, La Plata.
- Labudia, C.H., E. Llambías, C.W. Rapela y A. Artabe, 1995. El Triásico de Los Menucos: Procesos Volcánicos y Sedimentarios. II Reunión de Triásico del Cono Sur, Actas: 17-21, Bahía Blanca.
- Leanza, H. 2009. Las principales discordancias del Mesozoico de la Cuenca Neuquina según observaciones de superficie. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 11(2): 145-184.
- Lema, H., Busteros, B., Giacosa, R. y Cucchi, R. 2008. Geología del Complejo Volcánico Los Menucos en el área tipo - Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63 (1): 3-13.
- Llambías, E.J. y Rapela, C.W. 1984. Geología de los complejos eruptivos del Paleozoico superior de La Esperanza, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 39(3-4): 220-243.
- Luppo, T., Lopez de Luchi, M., Rapalini, A., Martínez Dopico, C. y Fanning, C.M. 2018. Geochronologic evidence of a large magmatic province in northern Patagonia encompassing the Permian-Triassic boundary. *Journal of South American Earth Sciences* 82: 346-355.
- Luppo, T., Martínez Dopico, C.I., Rapalini, A.E., López de Luchi, M.G., Miguez, M. y Fanning, M. 2019. Paleomagnetism of Permo-Triassic volcanic units in northern Patagonia: are we tracking the final stages of collision of Patagonia? *International Journal of Earth Science* 108(2): 621-647.
- Mancuso, A., Chemale, F., Barredo, S., Ávila, J., Ottone, E. y Marsicano, C. 2010. Age constraints for the northernmost outcrops of the Triassic Cuyana Basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 30(2): 97-103.
- Martínez Dopico, C.I., López de Luchi, M.G., Rapalini, A.E., Wemmer, K., Fanning, C.M. y Basei, M.A.S. 2017. Emplacement and temporal constraints of the Gondwanan intrusive complexes of northern Patagonia: La Esperanza plutono-volcanic case. *Tectonophysics* 712-713: 249-269.
- McArthur, A., Cas, R. y Orton, G. 1998. Distribution and significance of crystalline, perlitic and vesicular textures in the Ordovician Garth Tuff (Wales). *Bulletin of Volcanology* 60: 260-285.
- Miranda, J., 1966. Reconocimiento geológico de la zona situada entre meseta de Rentería, Sierra Colorada, Los Menucos, Maquinchao y Chasicó, provincia de Río Negro. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Informe Preliminar 1361* (Inédito), 40 p., Buenos Aires.
- Pankhurst, R.J., Rapela, C.W., Fanning, C.M. y Márquez, M. 2006.

- Gondwanide continental collision and the origin of Patagonia. *Earth-Science Reviews* 76: 235-257.
- Pankhurst, R.J., Rapela, C.W., De Luchi, M.L., Rapalini, A.E., Fanning, C.M. y Galindo, C. 2014. The Gondwana connections of northern Patagonia. *Journal of the Geological Society* 171(3): 313-328.
- Pesce, A. 1976. Hallazgo de rocas ignimbríticas con flora fósil. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 31(2): 139-140.
- Rapela, C.W., Pankhurst, R., Llambías, E.J., Labudía C.H., Artabe, A. 1996. "Gondwana" magmatism of Patagonia: Inner Cordilleran calc-alkaline batholiths and bimodal volcanic provinces. III International Symposium on "Andean Geodynamics" Extended Abstracts: 791-794, Saint Malo.
- Sato, A.M., Llambías, E.J., Basei, M.A.S. y Castro, C.E. 2015. Three stages in the Late Paleozoic to Triassic magmatism of southwestern Gondwana, and the relationships with the volcanogenic events in coeval basins. *Journal of South American Earth Science* 63: 48-69.
- Stipanovic, P. N. y Methol, E.J. 1980. Comarca Norpatagónica. En: Turner, J.C.M. (ed.), *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias, Segundo Simposio II: 1071-1097, Córdoba.
- Stipanovic, P. N. y Methol, E.J. 1980. Macizo de Somun Curá. En: Leanza, A. (ed.), *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias: 581-600, Córdoba.
- Stipanovic, P.N. 1967. Consideraciones sobre la edad de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 22(2): 101-134.
- Stipanovic, P.N., Rodrigo, F., Baulies, O.L. y Martinez, C.G. 1968. Las formaciones preesenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 23(2): 67-98.