

NUEVOS REGISTROS PALEOBOTÁNICOS (CORDAITALES) EN LA FORMACIÓN TUNAS (PÉRMICO INFERIOR), SIERRAS AUSTRALES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES Y CUENCA DE CLAROMECÓ, ARGENTINA

Juan Emilio Di Nardo¹, Mercedes di Pasquo² & Marcelo Martínez^{1,3}

¹ Dpto. de Geología, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina.
juandinardo@gmail.com; martinez@criba.edu.ar

² Laboratorio de Palinoestratigrafía y Paleobotánica, Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICyTTP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER). España 149, E3105BWA, Diamante, Entre Ríos, Argentina.
medipa@cicyttp.org.ar

³ Instituto Geológico del Sur (INGEOSUR), Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET, Bahía Blanca, Argentina.

INTRODUCCIÓN

En el sector oriental de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires aflora una sucesión de sedimentitas neopaleozoicas reunidas en el Grupo Pillahuincó (Harrington, 1947, 1970), y que se extienden en profundidad hacia el este en la Cuenca de Claromecó. Dicho grupo ha sido diferenciado en las formaciones Sauce Grande, Piedra Azul, Bonete y Tunas

(Harrington, 1947, 1970). Los hallazgos paleobotánicos más significativos en el Grupo Pillahuincó se han registrado en la Formación Bonete, donde se identificó una „Flora de *Glossopteris*“ compuesta principalmente por Equisetales, Glossopteridales, Cordaitales y otras gimnospermas (Harrington, 1933, 1934; Menéndez, 1966), atribuida al Sakmario-Artinskiano por Archangelsky y Cúneo (1984). En contraste, los registros paleobotánicos en la Formación Tunas han

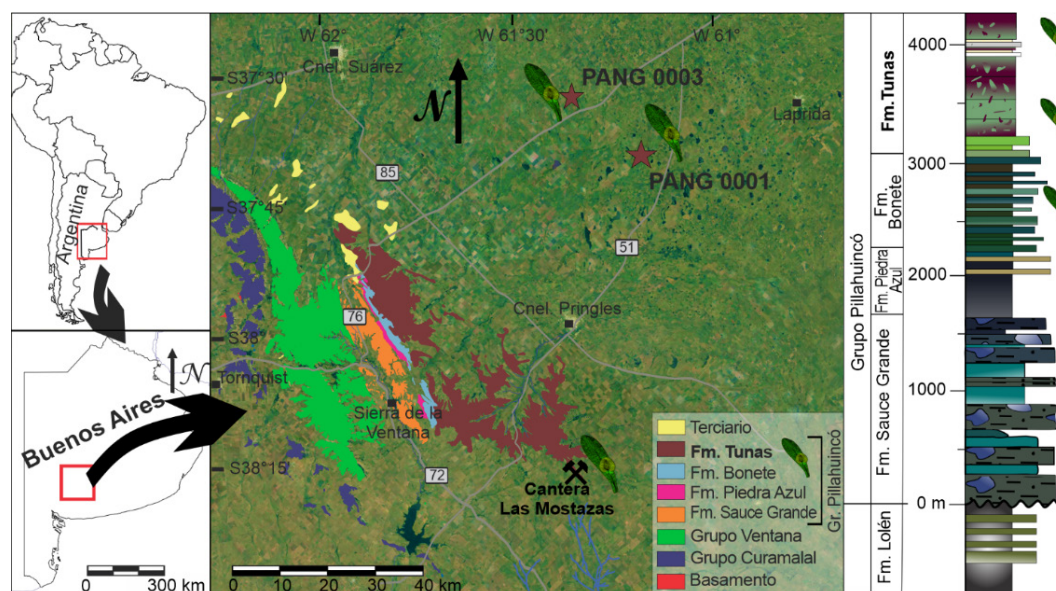


Figura 1. Mapa geológico de las Sierras Australes, provincia de Buenos Aires, mostrando la ubicación de los afloramientos y la perforación PANG 0001 de la cual se obtuvieron las muestras de la megaf flora presentada en este estudio. Se incluye una columna estratigráfica esquemática del Grupo Pillahuincó, que representa el relleno del Paleozoico Superior en la Cuenca de Claromecó (véase Harrington, 1947).

sido más limitados. Desde los primeros hallazgos de glossopteridales y equisetales mal preservadas en la base de la unidad y en su parte superior, se han realizado descubrimientos adicionales en los niveles superiores, incluyendo licofitas arborescentes a sub-arborescentes (Ruiz y Manera de Bianco, 1987; Di Nardo et al., 2019), equisetales, glossopteridales y helechos (Sato et al., 2017; Ballivián Justiniano et al., 2020). En esta contribución, se presenta el hallazgo de hojas de cordaitales en afloramientos del área de Las Mostazas, correspondientes a niveles superiores de la unidad, y en testigos corona de la perforación PANG 0001, en el depocentro de la Cuenca de Claromecó.

CONTEXTO GEOLÓGICO

La Formación Tunas (Harrington, 1947, 1970) es la unidad superior del Grupo Pillahuincó, con un espesor estimado entre los 600 y 2400 metros (Harrington, 1947; Suero, 1957). Esta unidad se depositó en ambientes deltaicos a fluviales, marcando la culminación de un ciclo regresivo posterior a condiciones marinas someras (Andreis et al., 1989; López-Gamundí et al., 1995; Zavala et al., 2019; Ballivián Justiniano et al., 2020). En afloramiento, su base está conformada por fangolitas similares a las de la Formación Bonete, seguidas por fangolitas moradas con manchas verdes o verdes con manchas moradas. En la parte superior aparecen con mayor frecuencia areniscas de grano fino a grueso e intercalaciones de niveles tobáceos. Zavala et al. (1993) interpretan los depósitos de la Formación Tunas en el área de Las Mostazas, de donde provienen los niveles con plantas aquí estudiados, como acumulados en un ambiente continental con una dinámica fluvial meandriforme, en la que facies arenosas de canal disectan facies pelíticas de llanura aluvial. En el subsuelo de la llanura interserrana, la perforación PANG 0001 atravesó una sección sedimentaria de 768,4 m de espesor, compuesta por una sucesión de areniscas finas a medias intercaladas con fangolitas negras, fangolitas carbonosas, niveles de carbón y tobas, asignables a la Formación Tunas. Zavala et al. (2019) interpretan facies correspondientes a lutitas de plataforma a prodelta, lóbulos arenosos de plataforma, barras de plataforma a desembocadura dominadas por olas, y canales fluviales a estuarinos,

junto con pantanos interdistributarios y llanuras aluviales, estos últimos correspondientes a los niveles con restos de flora aquí estudiados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de afloramiento analizadas provienen de limolitas extraídas de la cantera Las Mostazas (Fig. 1), mientras que las muestras de subsuelo fueron obtenidas a partir de coronas de la perforación PANG 0001, ubicada en la llanura interserrana (37°33'45.82"S; 61°19'56.47"O). Las muestras se encuentran depositadas en el Museo Carlos Darwin de Punta Alta, bajo el acrónimo MD, y en la Colección de la Cátedra de Paleontología General de la Universidad Nacional del Sur, bajo el acrónimo UNS-PB.

RESULTADOS

Paleontología Sistemática

Orden CORDAITALES

Género *Cordaites* Unger, 1850

Especie tipo: *Cordaites borassifolia* (Sternberg) Unger, 1850

Cordaites sp. cf. *C. hislopi* (Bunbury) Seward & Leslie, 1908

Figura 2. a-c, e, f.

Material estudiado: MD-99-45; MD-99-46; MD-99-51; UNS-PB-5194; UNS-PB-5222; UNS-PB-5223; UNS-PB-5253; UNS-PB-5250; UNS-PB-5258, UNS-PB-5308; UNS-PB-5309

Procedencia: Niveles superiores de la Formación Tunas (Cantera Las Mostazas, Partido de Coronel Pringles); PANG 0001 (Profundidad 863,27-862,90 mbbp).

Descripción: Fragmentos de hojas sésiles, de pequeñas a grandes, sin base ni ápice preservados, con márgenes enteros y paralelos a subparalelos, que se estrechan hacia la base. Las venas son conspicuas, paralelas a subparalelas, con escasas dicotomizaciones agudas y una densidad de venación de 15 a 24. Entre las venas, se observan finas estriaciones longitudinales.

Dimensiones. 7 ejemplares: Longitud (incompleta), 42-165 mm (promedio 86 mm); ancho máximo 10-30 mm (promedio 21 mm).

Comentarios: El material foliar se encuentra fragmentado en sus ápices e impide inferir si su forma era lanceolada, espatulada o lineal, entre otras.

Comparaciones: El material es comparable a los ejemplares de la Formación Bonete descritos por Harrington (1934) y Menéndez (1966) como *Noeggerathiopsis* (*Cordaites*) *hislopii*, así como otros descritos para el Paleozoico Superior de Argentina (e.g., Coturel et al. 2009 y referencias allí citadas).

DISCUSIÓN

Las dataciones isotópicas realizadas en la Formación Tunas permiten precisar la edad de la asociación paleobotánica aquí presentada al Pérmico Temprano,

tanto para las muestras de subsuelo como de afloramiento. Las hojas de cordaitales registradas a los 810 mbbp de los testigos corona está acotada por una edad U/Pb de circones obtenida en niveles tobáceos a 780 mbbp en el mismo pozo, con una datación de $295,5 \pm 8$ Ma (Asseliano) (Arzadún et al., 2018). En los afloramientos de la sección superior de la Formación Tunas, cercanos al área de las Mostazas, las edades isotópicas reportadas varían entre 284 y 280 Ma (Artinskiano tardío-Kunguriano), basadas en dataciones Ar-Ar y U-Pb, también de circones en niveles tobáceos (e.g. Tohver et al., 2008; Alessandretti et al., 2013; López-Gamundí et al., 2013).

En cuanto a la bioestratigrafía, Cleal (2018) redefinió los esquemas globales para macrofloras del Pérmico, reconociendo cuatro biozonas en la provincia de Gondwana. Estas incluyen: la Zona de *Botrychiopsis* que se extiende desde el límite Pérmico-Carbonífero hasta el Asseliano alto; la Zona de *Gangamopteris* (=

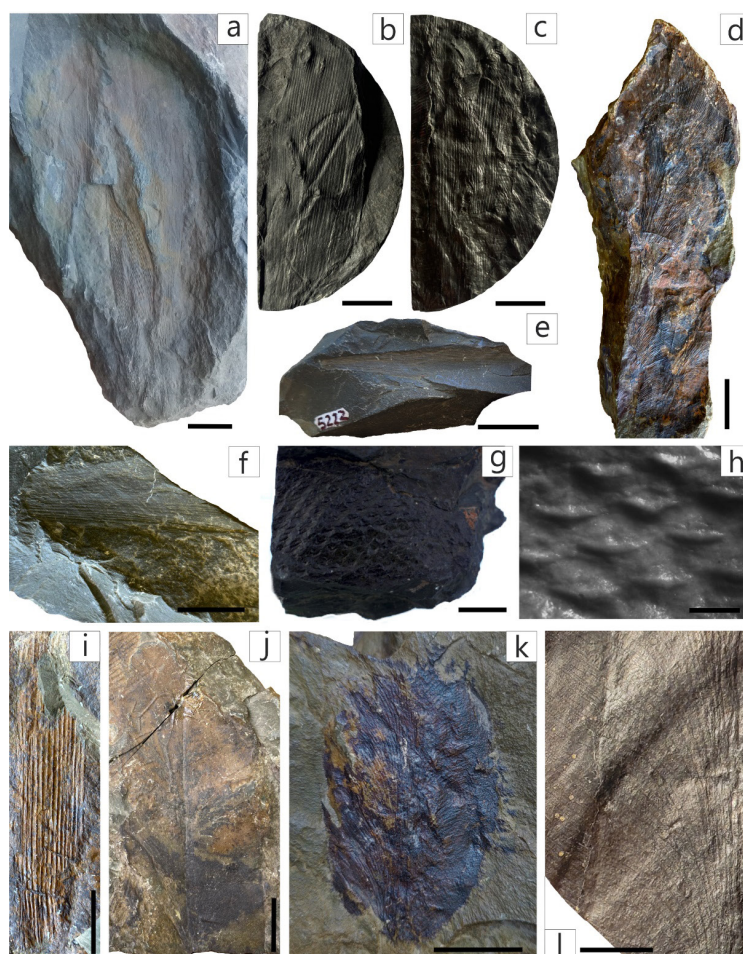


Figura 2. a-c, e-f. *Cordaites* sp.cf. *C. hislopi* (Bunbury) Seward & Leslie; a. MD-99-45 (Las Mostazas); b.UNS-PB-5308, c. UNS-PB-5309 (b-c, coronas del intervalo 863,27-862,90 mbbp, PANG 0001); e. PB-UNS-5222 (Las Mostazas); f. PB-UNS-5194 (Las Mostazas). d. *Gangamopteris* sp. UNS-PB-5038 (Las Mostazas). g-h. *Cyclodendron* sp. UNS-PB-5195 (Las Mostazas). i. *Paracalamites* sp. PB-UNS-5044 (Las Mostazas) j-l. *Glossopteris* spp. j. UNS-PB-5203 (Las Mostazas); k. UNS-PB-5043 (Las Mostazas); l. UNSP-PB-5310 (Corona a 810,6 mbbp, PANG 0001). Las escalas representan 2 cm, excepto h y l, que presentan 0,5 cm y b-c que representa 1 cm.

III Estadío de Cúneo, 1996), referida al Sakmario-Kunguriano; la Zona de *Glossopteris* (= Zona IV de Cúneo, 1996), de probable edad Kunguriana tardía; y la Zona V de Cúneo, 1996. Los restos macroflóricos de la Formación Tunas han sido asignados por Ballivián Justiniano et al. (2020) a la Zona de *Gangamopteris*, la cual representa bosques dominados por glossopteridales, cordaitales, marattiales y licofitas, que formaban turberas en climas húmedos y templados-cálidos que se extendieron por gran parte de Gondwana.

Hasta el momento, el registro paleobotánico de la Formación Tunas incluía equisetales como *Paracalamites australis* Rigby y *Paracalamites* sp. (Fig. 2i), helechos como *Asterotheca andersonii* (Halle) Archangelsky & De La Sota, licofitas como *Cyclodendron* sp. (Fig. 2g-h), y glossopteridales como *Gangamopteris obovata* (Carruthers) White, *Glossopteris angustifolia* var. *taeniopteroides* Brongniart, *Glossopteris indica* Schimper, *Glossopteris wilsonii* (Seward) Archangelsky, Archangelsky & Cúneo, y *Glossopteris* spp. (Fig. 2j-l). En esta contribución se añade la presencia de cordaitales (*Cordaites* sp. cf. *C. hislopi* (Bunbury) Seward & Leslie), lo que refuerza la correlación de la Formación Tunas con la Zona de *Gangamopteris sensu* Cleal (2018).

CONCLUSIONES

En esta contribución, se presenta el primer registro de hojas atribuidas a cordaitales en la Formación Tunas, tanto en muestras de superficie como de subsuelo. Las dataciones isotópicas y la asociación paleoflorística de la unidad respaldan su correlación con la Biozona

Gangamopteris (Asseliano tardío-Kunguriano). Este hallazgo no sólo amplía el conocimiento paleobotánico de la unidad, sino que también proporciona nuevas perspectivas sobre la diversidad y distribución de las comunidades vegetales durante el Pérmico Temprano de la Cuenca de Claromecó.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur [PGI 24/H156] y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires [CIC-PIT-AP-BA 2016/17/18].

REFERENCIAS

- Alessandretti, L., Philipp, R.P., Chemale, F., Brückmann, M.P., Zvirtes, G., Matté, V., Ramos, V.A., 2013. Provenance, volcanic record, and tectonic setting of the Paleozoic Ventania Fold Belt and the Claromecó Foreland Basin: implications on sedimentation and volcanism along the southwestern Gondwana margin. *J. South Am. Earth Sci.* 47, 12–31.
- Andreis, R.R., Iñiguez Rodríguez, A.M., Lluch, J.J., Rodríguez, S., 1989. Cuenca Paleozoica de Ventania. Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. En: Chebli, G., Spalletti, L. (Eds.), *Cuencas Sedimentarias Argentinas. Serie Correlación Geológica* 6: 265–298.
- Archangelsky, S., Cúneo, R., 1984. Zonación del Pérmico continental de Argentina sobre la base de sus floras fósiles. En: 3° Congreso Latinoamericano de Paleontología, México, Memorias, 3, pp. 143–153.
- Arzadún, G., Tomezzoli, R. N., Trindade, R., Gallo, L. C., Cesaretti, N. N., Calvagno, J. M., 2018. Shrimp zircon geochronology constrains on Permian pyroclastic levels, Claromecó Basin, South West margin of Gondwana, Argentina. *J. S. Am. Earth Sci.* 85, 191–208.
- Ballivián Justiniano, C.A., Comerio, M.A., Otero, G., Sato, A.M., Coturel, E.P., Naipauer, M., Basei,

- M.A., 2020. Geochemical, palaeontological, and sedimentological approaches of a syn-orogenic clastic wedge: implications for the provenance of the Permian (Cisuralian) Tunas Formation, Ventania System (Argentina). *J. South Am. Earth Sci.* 104, 102836.
- Cleal, C.J., 2018. A global review of Permian macrofloral biostratigraphical schemes. En: Lucas, S.G., Shen, S.Z. (Eds.), *The Permian Timescale*. Geol. Soc. London, Special Publications, 450, pp. 349–364.
- Coturel, E., Gutiérrez, P., Barreda, V., 2009. Megaflora del Pennsylvaniano de la Sierra de Los Llanos, La Rioja, Argentina. *Rev. bras. paleontol.* 12(1):17–26.
- Cúneo, N.R., 1996. Permian phytogeography in Gondwana. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 125 (1–4), 75–104.
- DiNardo, J.E., DiPasquo, M., Martínez, M.A., Gutiérrez Téllez, B., 2019. Avances en el conocimiento de las licofitas pérmicas de la Formación Tunas, Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. En: *Reunión de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina*, La Plata, Libro de Resúmenes, pp. 107–108.
- Harrington, H.J., 1947. Explicación de las Hojas Geológicas 33m (Sierra de Curamalal) y 34m (Sierra de la Ventana), Provincia de Buenos Aires. En: *Boletín Dirección de Minería y Geología* 61, Buenos Aires.
- Harrington, H.J., 1970. Las Sierras Australes de Buenos Aires, República Argentina: cadena aulacogénica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 25 (2), 151–181.
- López-Gamundí, O.R., Conaghan, P.J., Rossello, E.A., Cobbold, P.R., 1995. The Tunas Formation (Permian) in the Sierras Australes foldbelt, east central Argentina: evidence for syntectonic sedimentation in a foreland Basin. *J. S. Am. Earth Sci.* 8 (2), 129–142.
- Menéndez, C.A., 1966. Plantas fósiles. En: Borrello, A.V. (Ed.), *Paleontografía Bonaerense* 2. La Plata.
- López-Gamundí, O., Fildani, A., Weislogel, A., Rossello, E., 2013. The age of the Tunas Formation in the Sauce Grande basin-Ventana foldbelt (Argentina): implications for the Permian evolution of the southwestern margin of Gondwana. *J. South Am. Earth Sci.* 45, 250–258.
- Ruiz, L. y Manera de Bianco, T., 1985. Presencia de restos de Lycópsidas arborescentes en Las Mostazas, Paleozoico Superior de las Sierras Australes, Provincia de Buenos Aires. *Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses, Tandil. CIC-PBA*. 217p.
- Sato, A. M.; Comerio, M.A., Morel, E.M.; Coturel, E.P.; Ballivian Justiniano, C.A.; Gomez Samus, M.; Ganuza, D.G. Naipauer, M. y Galone, L. 2017. Hallazgo del género *Asterotheca* en niveles superiores de la Formación Tunas, Cuenca Sauce Grande. Caracterización e implicancias dentro de Gondwana. XX Congreso Geológico Argentino, Sesión Técnica 6, p. 43–48, San Miguel de Tucumán, Argentina
- Suero, T. 1957. Geología de la Sierra de Pillahuincó (Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires). Ministerio de Obras Públicas, LEMIT, Serie 2(74): 5–31, La Plata.
- Tohver, E., Cawood, P.A., Rossello, E., López de Luchi, M.G., Rapalini, A., Jourdan, F., 2008. New SHRIMP U–Pb and 40Ar/39Ar constraints on the crustal stabilization of southern South America, from the margin of the Rio de Plata (Sierra de Ventana) craton to northern Patagonia. En: *American Geophysical Union, Fall Meeting, EOS (Abstract)*, T23C–2052.
- Zavala, C., Santiago, M., Amaolo, G., 1993. Depósitos fluviales en la Formación Tunas (Pérmico). Cuenca Paleozoica de Ventania, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 48(3–4): 307–316
- Zavala, C., Torresi, A., Zorzano, A., Arcuri, M., Di Meglio, M., 2019. Análisis sedimentológico y estratigráfico de la Formación Tunas (Pérmico, Cuenca de Claromecó): estudio de subsuelo de los pozos PANG0001 y PANG0003. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 76(3), 296–314.