

Nuevos registros para la xilotaflofa de la Formación Yaguarí, Pérmico Superior de Uruguay*

Alexandra CRISAFULLI¹

¹Secretaría de Ciencia y Técnica y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura; Universidad Nacional del Nordeste. CC 128, 3400 Corrientes, Argentina. alexandrarisafulli@hotmail.com.

*Contribución al Proyecto IGCP-471.

Abstract: New records of the xylotaphoflora from the Yaguarí Formation, Upper Permian of Uruguay. Some new gymnospermous woods from the Yaguarí Formation from several sites of the Department Cerro Largo in northern Uruguay are described. They are *Ginkgophytoxylon lucasii* Tidwell & Munzing, *Australoxylon duartei* (Salviano Japiassu) Marguerier, *Zaleskioxylon jamudhiense* (Maheshwari) Lepekhina, and *Planoxylon gnaedingeriae* Crisafulli sp. nov. The three last species only show picnoxylic secondary wood, while the former also has a homogeneous pith. *Ginkgophytoxylon lucasii* was found in Lower Permian of the Hueco Formation (New Mexico), *Zaleskioxylon jamudhiense* in the Kamthi Formation (India) and *Australoxylon duartei* in the Morro Pelado Formation (Brasil), the last two of Upper Permian age. *Planoxylon* has the largest stratigraphic distribution, from Permian (India) to Cretaceous (New Zealand), including extra-gondwanaland species. This is the first record of this genus for the Permian of South America. It differs from the other species of *Planoxylon* because of its septa and pits on the tracheidal walls and horizontal walls of the rays. The presence of *Ginkgoales* in the Yaguarí Formation is confirmed by *Ginkgophytoxylon lucasii* and *Baieroxylon cicatricum*. The anatomy characters of Yaguarí Formation woods show a combination between araucarioid type and mixed-abietinoid. Therefore, it is confirmed the Upper Permian age assigned to the Yaguarí Formation.

Key words: Gymnosperms, wood, anatomy, systematic, Upper Permian, Uruguay.

El sistema Pérmico en Uruguay está integrado por tres unidades litoestratigráficas (Ferrando & Andreis, 1996), que de base a techo son: Formaciones Tres Islas, Melo y Yaguarí. La Formación Melo contiene una xilotaflofa muy diversa de maderas gimnospérmicas que fueron asignadas a los órdenes Cordaitales, Coniferales y Taxales (Crisafulli & Lutz, 2000). Los objetivos de este trabajo son: dar a conocer los nuevos registros de maderas de la Formación Yaguarí, de la cual ya se determinaron especies pertenecientes a los órdenes Coniferales y Ginkgoales (Crisafulli, 2001, 2002), y presentar las conclusiones en base al análisis xilotafloforístico realizado.

La Formación Yaguarí aflora ampliamente en la región centro-norte de Uruguay, en los departamentos de Cerro Largo, Tacuarembó y Rivera. Está constituida por dos miembros: San Diego (base) y Villa Viñoles (techo) (Bossi & Navarro, 1988). Este último es el portador de los leños aquí estudiados, que aún presentan restos de la ganga original formada por sedimentos de tonalidad rojiza característica, y de una flora rica en *Glossopteris* estudiada por Herbst *et al.* (1992) y Herbst & Gutiérrez (1995).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las maderas analizadas en esta contribución fueron coleccionadas en el departamento de Cerro Largo, sobre la ruta 7 entre las localidades de Melo y Fraile Muerto (Figura 1).

Los ejemplares son fragmentos silicificados, decorticados, de color marrón, con buena preservación de los tejidos y en la mayoría de los casos conservan sólo, el xilema secundario picnoxilico con anillos de crecimiento demarcados. Para su estudio se aplicó la metodología clásica, por medio de cortes petrográficos montados y pulidos al punto óptimo de delgadez en los tres planos: transversal y longitudinales radial y tangencial. Las observaciones y fotografías se hicieron con microscopio Leitz (Ortholux Orthomax) y lupa estereoscópica Leitz.

Las medidas de los distintos elementos anatómicos se obtuvieron sobre la base de un mínimo de 15 mediciones, en todos los casos se cita primero la media y entre paréntesis los valores mínimos y máximos. La terminología utilizada es del Glosario de Términos de la Asociación Internacional

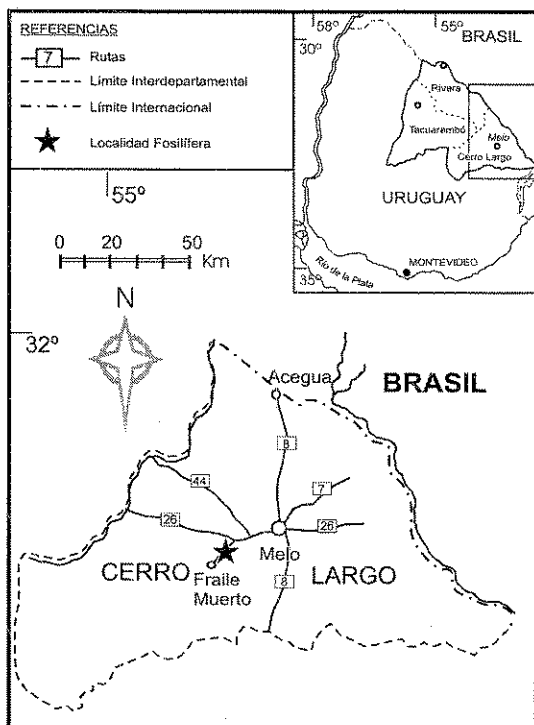


Fig. 1. Ubicación de la localidad fosilífera de la Formación Yaguari.

de Anatomistas de Maderas (I.A.W.A, 1964), y del atlas de maderas gimnospermas de Greguss (1955). Las medidas estándar utilizadas son las establecidas por Chattaway (1932).

Los ejemplares estudiados se encuentran depositados en la Colección Paleobotánica-Corrientes (CTES-PB) y Preparados Micropaleontológicos Corrientes (CTES-PMP) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste.

SISTEMÁTICA

División Gymnospermophyta Sternberg 1820
Clase Coniferopsida Sternberg 1820
Orden Coniferales Sternberg 1820
Género *Planoxylon* Stopes 1916
Especie tipo. *Planoxylon hectori* Stopes, 1916.

Planoxylon gnaedingeriae Crisafulli sp. nov.
(Figs. 2.A-D, 3.A-E y Cuadro 1)

Diagnosis. *Picnoxylic secondary wood with marked growth rings. On tracheidal walls uni- to biseriate circular pits, contiguous or separate, grouped (3-4) alternate or opposite. On tangential and radial walls, uniseriate, scattered pits. Axial parenchyma scarce, with resin plates. Identures and*

septa on the tracheidal and radial walls in longitudinal radial and tangential sections. Rays low, uniseriate, a few biseriate, 2-6 cell high. Cross fields with oculipore pits (1-4).

Leño secundario picnoxílico con anillos de crecimiento demarcados. Puntuaciones circulares uniseriadas a biseriadas, contiguas o espaciadas, en grupos (3-4), alternas u opuestas en las paredes de las traqueidas. Escasas puntuaciones uniseriadas en las paredes radiales y tangenciales. Parénquima axial escaso, con placas de resina. *Identures* y septos en las secciones longitudinales radiales y tangenciales. Radios bajos, uniseriados, unos pocos biseriados, 2-6 células de altura. Campos de cruzamiento con puntuaciones oculíporos (1-4).

Descripción. Fragmento de leño silicificado de 10 cm de longitud, 7 cm de diámetro mayor y 4 cm de diámetro menor. El material se describe sobre la base de los caracteres del xilema secundario, debido a que ni la médula ni el xilema primario preservaron sus estructuras anatómicas. El xilema secundario es picnoxílico, homogéneo y con anillos de crecimiento demarcados uniformes (Fig. 3.A). En corte transversal las traqueidas son cuadrangulares a ovoidales y las paredes tienen un espesor de 8 μm en promedio (7-11 μm). Las traqueidas del leño temprano tienen un diámetro promedio radial de 53 μm (30-60 μm) y el tangencial de 36 μm (30-45 μm) mientras que las del leño tardío miden 23 μm (15-30 μm) de diámetro radial y 36 μm (23-45 μm) de diámetro tangencial (Fig. 3.B). Los radios tienen un recorrido continuo, presentan puntuaciones y están separados entre sí por un promedio de 5 (2-8) hileras de traqueidas.

En sección longitudinal radial las traqueidas presentan los extremos aguzados, romos o cortados en bisel. Se observan en sus paredes puntuaciones circulares, biseriadas opuestas y uniseriadas contiguas (de tipo araucarioide) y puntuaciones uniseriadas espaciadas (de tipo abietinoide). También se observan puntuaciones en grupos de 3-4 (Figs. 2.A-B y 3.C-E). Los radios presentan puntuaciones simples (Fig. 3.C). Los campos de cruzamiento poseen puntuaciones areoladas y simples en número de 2 a 6 (3-4) dispuestas en 2 o 3 series (Figs. 2.B-C y 3.C-D).

El sistema radial es homogéneo; los radios son homocelulares, uniseriados y bajos (2-6 células de alto) en corte longitudinal tangencial. Poseen puntuaciones uniseriadas, simples (Fig. 2.D).

Se observan *identures sensu* Medlyn & Tidwell (1986). Estos son depresiones en los ángulos de las células de los radios vistos en corte longitudinal (Figs. 2.B-D y 3.E). Se presentan placas de resina, septos y escaso parénquima axial (Figs. 2.A, D y 3.C, E).

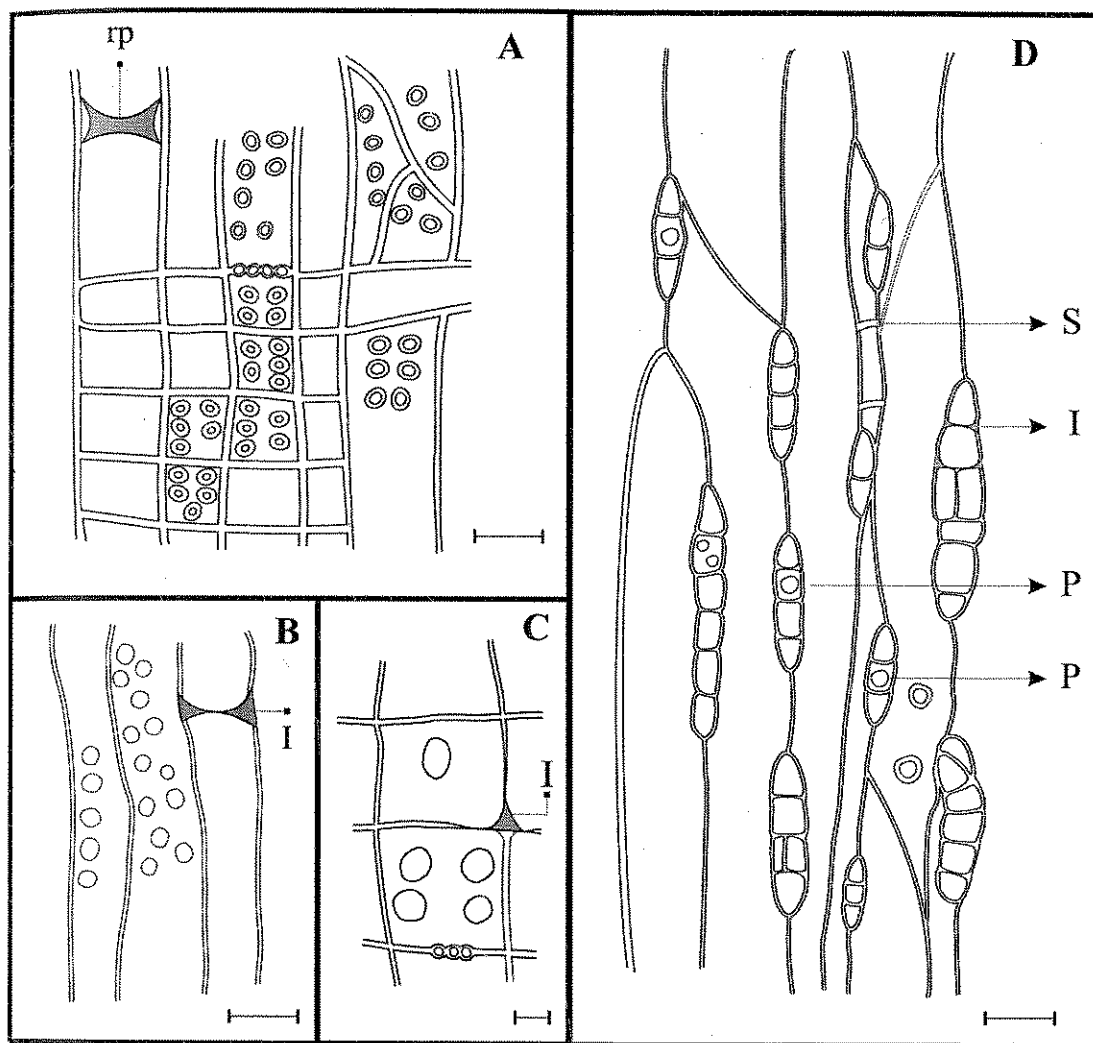


Fig. 2. A-D, *Planoxylon gnaedingeriae* Crisafulli sp. nov. A-C (CTES-PMP 2584), sección longitudinal radial mostrando las puntuaciones en las paredes de los radios; rp, placa de resina; I, *identures*. D (CTES-PMP 2585), sección longitudinal tangencial mostrando la distribución de los radios y puntuaciones (P) en las células del radio y en las traqueidas, los septos (S), *identures* (I). Escala A, B y D: 57 μ m; C: 35 μ m.

Material estudiado. CTES-PB N° 12107 y CTES-PMP N° 2583-2585.

Derivatio nominis. La especie está dedicada a la Lic. Silvia Gnaedinger, por sus valiosas contribuciones al estudio de las floras del Triásico y Jurásico del Gondwana.

Discusión. La presencia de puntuaciones en las paredes de los radios es una de las características genéricas distintivas de *Planoxylon*; la combinación de otros rasgos anatómicos ha permitido la diferenciación de 4 especies (Cuadro 1). *Planoxylon indicum* Vagyani & Mahabale 1972 registrado en la Formación Kamthi (Pérmico Superior) de In-

dia, *P. australe* (Salard) Vozenin-Serra & Salard-Cheboldaeff 1992 del Pérmico Superior de Nueva Caledonia y del Jurásico de Santa Cruz en la Formación La Matilde (Argentina) Gnaedinger (com. verbal), *P. lindlei* (Withan) Stopes 1916 en el Jurásico de Inglaterra y *P. hectori* Stopes 1916 en el Cretácico y en el Triásico Inferior (Vozenin-Serra & Grant Mackie, 1996) de Nueva Zelanda.

Al establecer las comparaciones con estas especies no es posible asignarlas a ninguna de ellas por lo que se la determina como una nueva especie: *P. gnaedingeriae*. Esta especie difiere principalmente en el número de puntuaciones en los

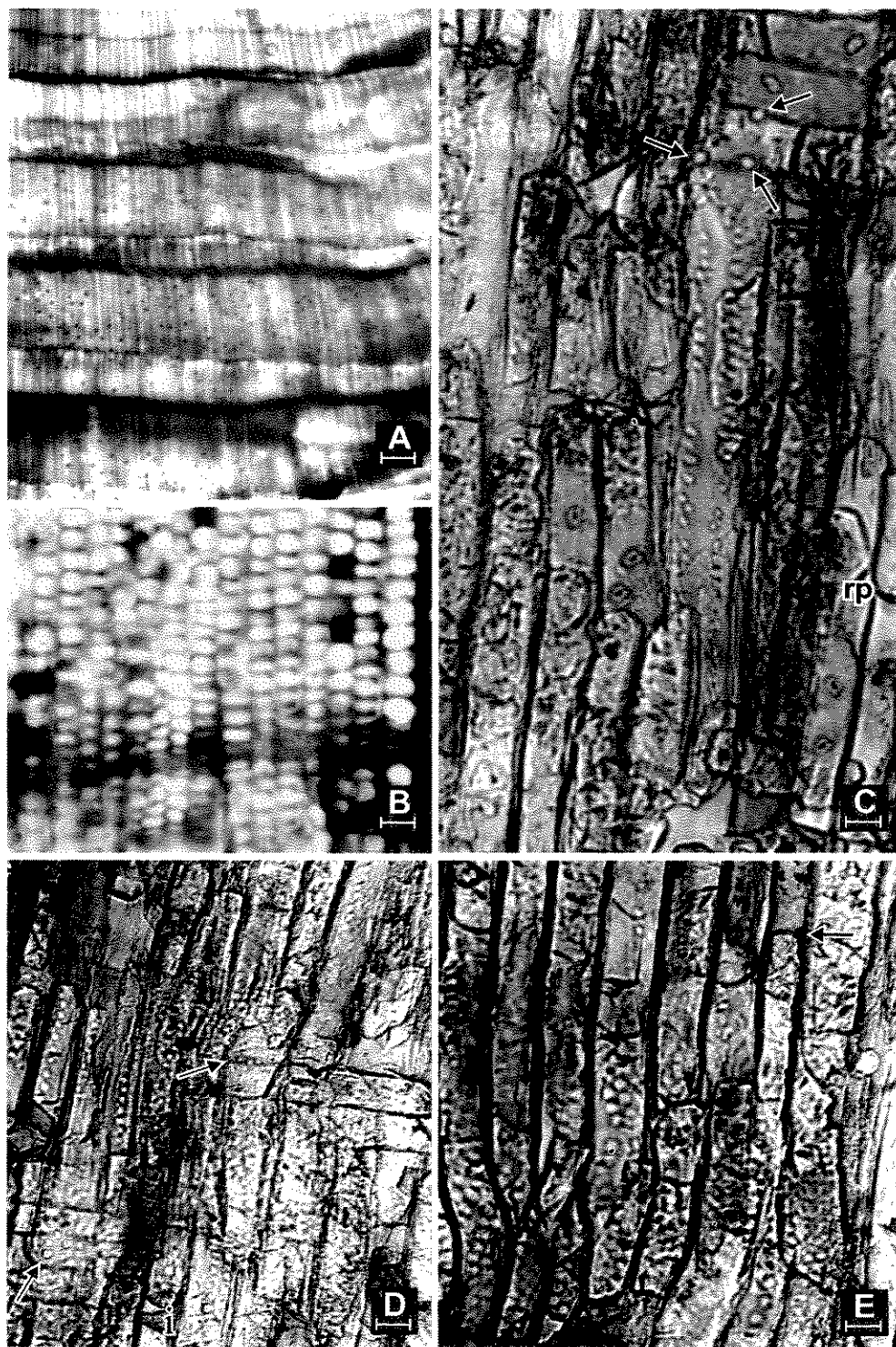


Fig. 3. A-E, *Planoxylon gnaedingeriae* Crisafulli sp. nov. A-B (CTES-PMP 2583), sección transversal del leño mostrando los anillos de crecimiento. Escala, A: 240 μ m, B: 50 μ m. C-E (CTES-PMP 2584), sección longitudinal radial mostrando puntuaciones uniseriadas, biseriadas y en grupos en las paredes de las traqueidas. En C y D las flechas indican las puntuaciones en la pared del radio, C, rp: placa de resina, D, I: *indenture*. E, la flecha señala un septo en la traqueida. Escala, C y E: 47 μ m, D: 53 μ m.

Cuadro 1. Cuadro comparativo de las especies de *Planoxylon*.

| Especie | Punteaduras radiales | Xilema Secundario | | |
|---|---|---|-------------------------------|---------------------------------------|
| | | Radios leñosos | Parénquima xilemático | Campo de cruzamiento |
| <i>Planoxylon indicum</i> Fm. Kamthi (India) Pérmico Sup. | 1- seriadas, espaciadas circulares; multiseriadas alternas, hexagonales; en grupos de 3-4, circulares | 1-2 seriados (2-28 células) punteaduras abietíneas en sección transversal y tangencial | ausente | Punteaduras ovales (4-8) |
| <i>P. lindlei</i> (Inglaterra) Jurásico | 1-3 seriadas alternas, hexagonales | 1-seriadas (1-12 células) punteaduras abietíneas en sección radial | escaso | |
| <i>P. hectori</i> (Nueva Zelanda) Cretácico medio | 1-3 seriadas, circulares espaciadas; hexagonales; alternas, en grupos de 3-4 circulares | 1-2 seriadas (1-24 células) punteaduras en la sección transversal, tangencial y radial | escaso | Punteaduras en pares verticales (1-3) |
| <i>P. australe</i> (Nueva Caledonia) Pérmico Superior) Fm. La Matilde (Arg.) Jurásico | 1-2 seriadas, circulares, contiguas y espaciadas | Heterogéneos 1-2-3 seriados punteaduras en las 3 secciones abietíneas, paredes gruesas (1-38 células) | escaso | oculíporos |
| <i>P. gnaedingeriae</i> Fm. Yaguari (Uruguay) Pérmico Superior | 1-2 circulares, espaciadas, contiguas en grupos de 3 | 1- seriados, punteaduras abietíneas en sección radial y tangencial (2-6 células) | Escaso Traqueidas septadas | Oculíporos Punteaduras (1-4) |

campos de cruzamiento, la baja altura de los radios homogéneos y la presencia de puntuaciones abietinoides en ellos.

Bailey (1933) considera a géneros como *Planoxylon*, *Protocedroxylon* y *Protopiceoxylon* formas transicionales y que pueden ser incluidos en la familia Protopinaceae, por la presencia de puntuaciones de tipo mixto en las traqueidas; criterio que se comparte.

Cabría señalar que Vagyani & Mahabale (1972) expresaron que la presencia de puntuaciones en grupos en las paredes radiales de las traqueidas, como las que poseen *Planoxylon indicum* y *P. gnaedingeriae*, es una de las características de las maderas paleozoicas.

Género *Australoxylon* Marguerier 1973

Especie tipo. *Australoxylon teixeirae* Marguerier, 1973.

Australoxylon duartei (Salviano Japiassu)

Marguerier 1973

(Figs. 4.A-B y 5.A-E)

Basónimo. *Dadoxylon duartei* Salviano Japiassu, 1970.

Descripción. Fragmento de leño de 12 cm de longitud, 9 cm de diámetro mayor y 4 cm de diá-

metro menor, que ha conservado sólo el xilema secundario con anillos de crecimiento uniformes y demarcados (Fig. 5.B). En sección transversal, las traqueidas son rectangulares y un promedio de 6 (4-8) hileras separan a los radios entre sí (Fig. 5.A). Las traqueidas miden de diámetro promedio radial y tangencial, respectivamente, 52 μm (41-62 μm) por 47 μm (38-57 μm).

En sección longitudinal radial, la mayoría de las traqueidas poseen los extremos aguzados; en sus paredes, se observan puntuaciones areoladas circulares dispuestas en forma variada a saber: uniseriadas espaciadas de tipo abietinoide y biseriadas espaciadas y opuestas; puntuaciones mixtas y en grupos (Figs. 4.A y 3.C-D). Los campos de cruzamiento tienen un promedio de 4 puntuaciones araucarioides dispuestas en 2 series (Figs. 4.A y 5.C). El sistema radial es homogéneo. Los radios son homocelulares, uniseriados y bajos. La altura promedio es de 5 células (3-9) (Figs. 4.B y 5.E).

Material estudiado. CTES-PB N° 12108 y CTES-PMP N° 2586-2588.

Discusión. Los rasgos diagnósticos más importantes del género *Australoxylon*, son la variedad en el tipo de puntuaciones en las traqueidas, la disposición de éstas en grupos así como la presencia de puntuaciones mixtas. Se reconocen 11 espe-

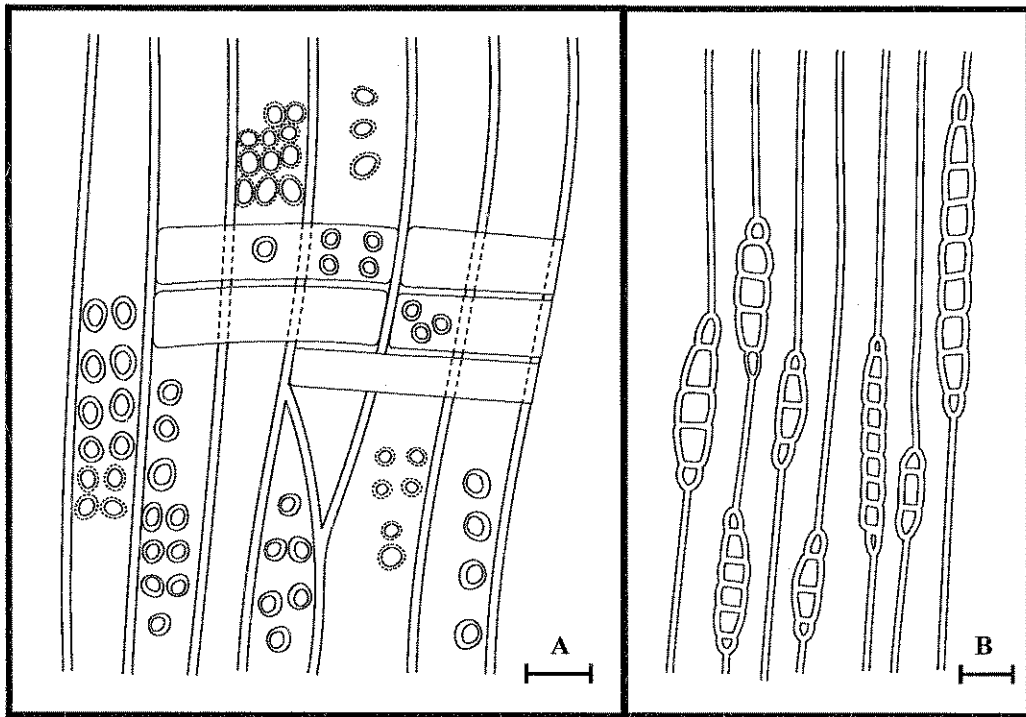


Fig. 4. A-B, *Australoxylon duartei* (Salviano Japiassu) Marguerier; A (CTES-PMP 2587), sección longitudinal radial mostrando puntuaciones uniseriadas, biseriadas, mixtas y en grupos en las traqueidas y puntuaciones araucarioides en los campos de cruzamiento; B (CTES-PMP 2588), distribución y frecuencia de los radios uniseriados en corte longitudinal tangencial. Escala: 38 μm .

cies de este género, con una importante distribución en numerosas unidades formacionales del Pérmico de Gondwana (Crisafulli, 2002). En el material aquí estudiado, la disposición de las puntuaciones, y la altura de los radios permiten determinarlo como *A. duartei* (Salviano Japiassu) Marguerier. Esta especie ya se registró en el Pérmico Superior de la Formación Morro Pelado en Brasil (Salviano Japiassu, 1970).

En la Formación Yaguari se encontró *Australoxylon teixeirae* que difiere de esta especie por presentar puntuaciones uniseriadas contiguas, biseriadas ovoidales alternas, triseriadas circulares opuestas y puntuaciones hexagonales. Los campos de cruzamiento en *A. teixeirae* tienen puntuaciones areoladas y simples y en las paredes tangenciales de las traqueidas hay puntuaciones (Crisafulli, 2002).

Cabe señalar, y de acuerdo a la opinión de Marguerier (1978) que la extensión stratigráfica de *Australoxylon* es limitada ya que aparece y se diversifica en el Pérmico y no se lo ha encontrado en estratos más jóvenes que el Triásico, esto sumado a su particular estructura anatómica, lo identi-

fica como uno de los fósiles representativos de la xiloflora gondwánica.

Género *Zalesskioxylon* Lepekhina y Yatsenko-Khmelevsky 1966

Especie tipo. *Zalesskioxylon hallei* (Halle) Lepekhina & Yatsenko-Khmelevsky, 1966.

Zalesskioxylon jamudhiense (Maheshwari) Lepekhina 1972

(Figs. 5.F, 6.A-C, 7.A-B y Cuadro 2)

Basónimo. *Dadoxylon jamudhiense* Maheshwari, 1964.

Descripción. Fragmento de leño secundario picnoxílico, con anillos de crecimiento demarcados, uniformes (Fig. 5.F). Mide 8 cm de longitud, 6 cm de diámetro mayor y 5 cm de diámetro menor. En sección transversal las traqueidas del xilema secundario son cuadrangulares. El diámetro radial de las mismas es de 41 μm , en promedio (37-57 μm) y el tangencial es de 36 μm (32-40 μm). Entre 2 y 6 hileras de traqueidas separan los radios entre sí (Fig. 6.A).

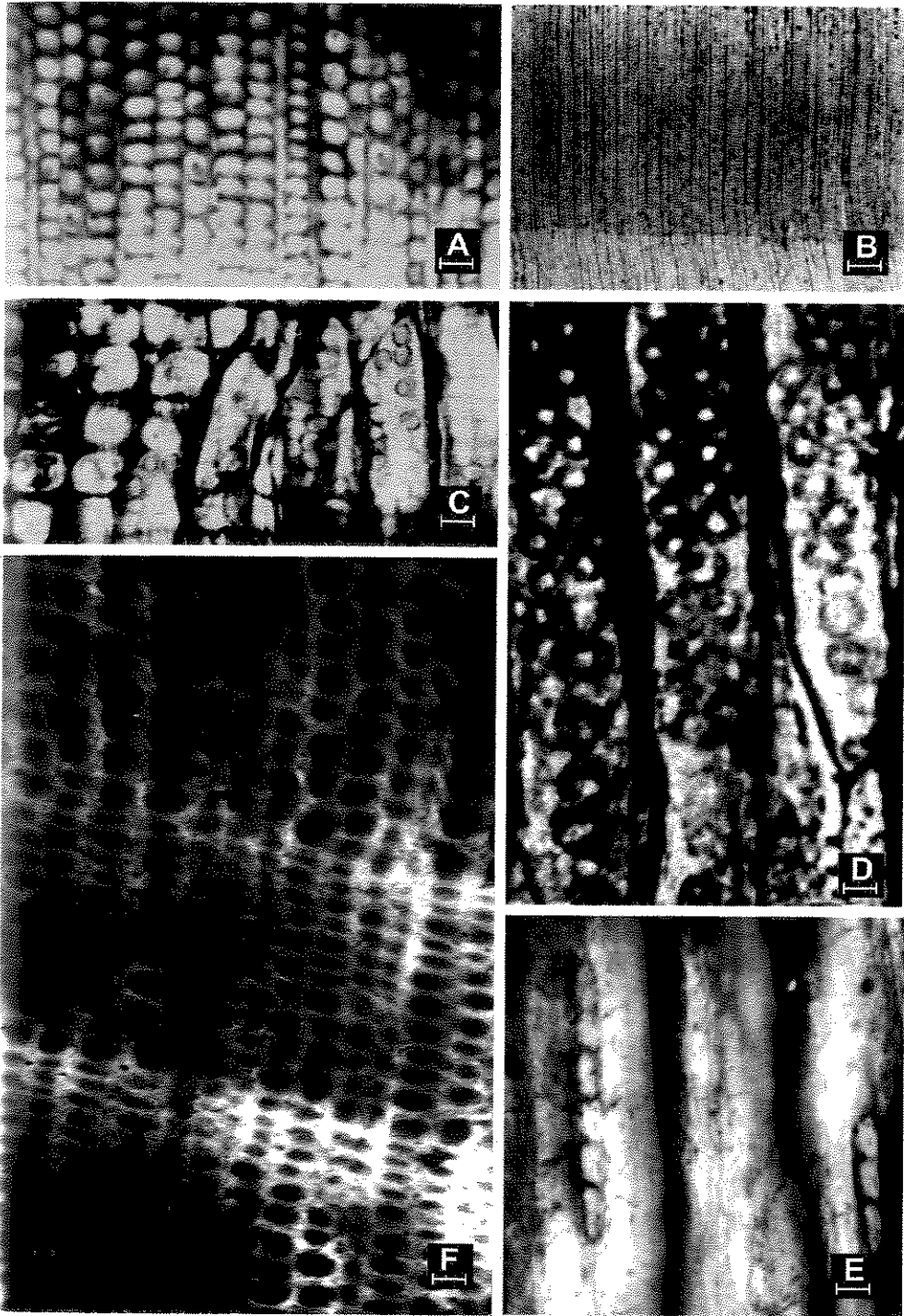


Fig. 5. A-E, *Australoxylon duartei* (Salviano Japiassu) Marguerier; A-B (CTES-PMP 2586), sección transversal del leño secundario; B, anillo de crecimiento. Escala: A, 100 μ m, B: 0,5 mm; C-D (CTES-PMP 2587), sección longitudinal radial del xilema secundario mostrando el detalle de las puntuaciones uniseriadas y en grupos en las traqueidas y los campos de cruzamiento. Escala: C, 25 μ m, D: 17 μ m; E (CTES-PMP 2588), sección longitudinal tangencial del leño secundario mostrando los radios uniseriados y bajos. Escala: 14 μ m. F, *Zalesskioxylon jamudhiense* (Maheshwari) Lepekhina (CTES-PMP 2589), sección transversal del leño secundario mostrando anillos de crecimiento. Escala: 56 μ m.

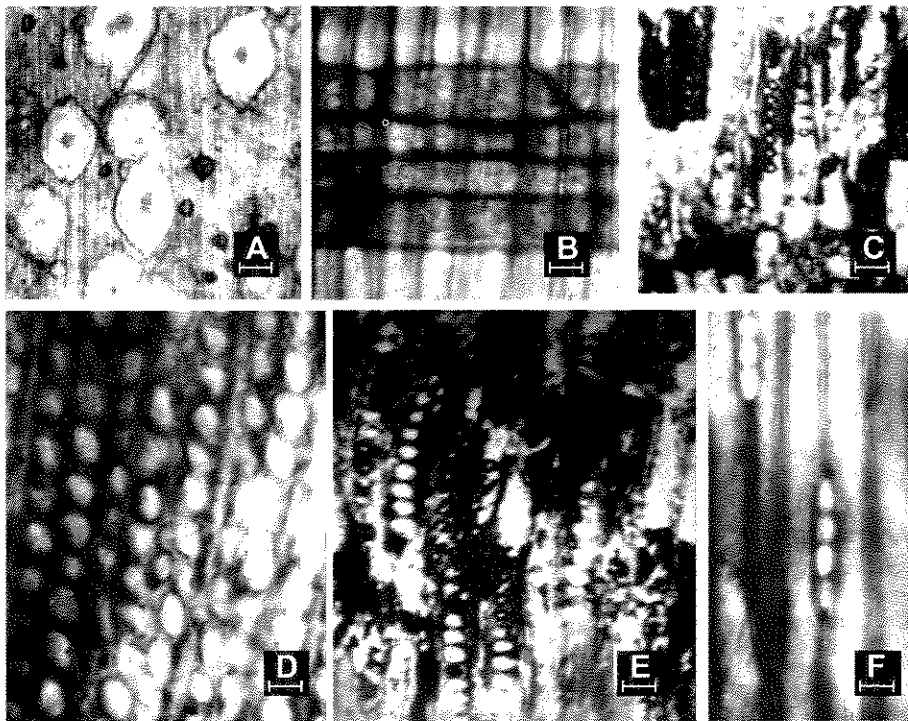


Fig. 6. A-C, *Zalesskioxylon jamudhiense* (Maheshwari) Lepekhina; A (CTES-PMP 2589), sección transversal ilustrando segmentos de xilema secundario. Escala: 0,4 mm; B-C (CTES-PMP 2590), sección longitudinal del xilema secundario mostrando en B los campos de cruzamiento y en C el detalle de las puntuaciones en las traqueidas del xilema secundario. Escala: 48 μm . D-F, *Ginkgophytoxylon lucasii* Tidwell & Munzing; D (CTES-PMP 2592), detalle de las traqueidas del xilema secundario; E (CTES-PMP 2593), sección longitudinal radial mostrando las puntuaciones circulares y uniseriadas en las traqueidas; F (CTES-PMP 2594), sección longitudinal tangencial, detalle de un radio: Escala D-F: 36 μm .

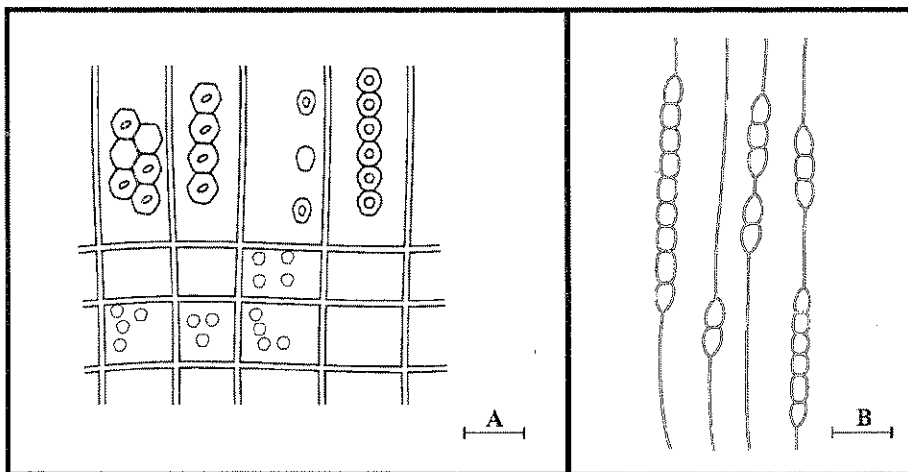


Fig. 7. A-B, *Zalesskioxylon jamudhiense* (Maheshwari) Lepekhina; A (CTES-PMP 2590), sección longitudinal radial mostrando el tipo de puntuaciones en las traqueidas y los campos de cruzamiento con puntuaciones simples; B (CTES-PMP 2591), sección longitudinal tangencial mostrando la distribución y altura de los radios. Escala: 52 μm .

Cuadro 2. Cuadro de distribución de las especies de *Zalesskioxylon*.

| | |
|---|--|
| <i>Zalesskioxylon hallei</i> Lepekhina, 1972 | Islas Malvinas (Argentina) |
| <i>Z. chandaensis</i> (Chitale) Lepekhina, 1972 | Chandra, Maharashtra (India) |
| <i>Z. jamudhiense</i> (Maheshwari) Lepekhina, 1972 | Fm. Raniganj, Bhiar (India) Fm. Yaguari (Uruguay) |
| <i>Z. shani</i> (Singh) Lepekhina, 1972 | Serie Olive, Punjab (India) Fm. Yaguari (Uruguay) |
| <i>Z. simplexum</i> Chandra & Prasad, 1980 | Fm. Kamthi, Chandrapur (India) |
| <i>Z. lepekhinae</i> Chandra & Prasad, 1980 | Fm. Kamthi, Chandrapur (India) |
| <i>Z. raniganjensis</i> Pant & Singh, 1987 | Fm. Raniganj, Bhiar (India) |
| <i>Z. uniseriatum</i> Pant & Singh, 1987 | Fm. Raniganj, Bhiar (India) Fm. Yaguari (Uruguay) |
| <i>Z. gondwanensis</i> Pant & Singh, 1987 | Fm. Raniganj, Bhiar (India) |
| <i>Z. weaverense</i> (Maheshwari) Pant & Singh, 1987 | Fm. Weaver, Antartida |
| <i>Z. sarandaensis</i> Agashe & Prasad, 1989 | Chandra, Maharashtra (India) |

En sección longitudinal radial se preservan en las paredes de las traqueidas, puntuaciones de tipo araucarioide, uniseriadas, circulares, hexagonales; la mayoría contiguas y unas pocas uniseriadas espaciadas. Las puntuaciones biseriadas son hexagonales (Figs. 6.C y 7.A). La mayoría son puntuaciones de tipo araucarioide. Los campos de cruzamiento tienen puntuaciones simples, de diámetro pequeño, inferior a 7 μm . Las puntuaciones son numerosas 5 (3-10), ordenadas al azar (Figs. 6.B y 7.A). El sistema radial es homogéneo con radios homocelulares, uniseriados y bajos. La altura promedio es de 3 células (2-13) (Fig. 7.B).

Material estudiado. CTES-PB N° 12109 y CTES-PMP N° 2589-2591.

Discusión. Los campos de cruzamiento como los que presenta el material estudiado, con numerosas puntuaciones simples y de pequeño diámetro es el principal rasgo diagnóstico del género *Zalesskioxylon*. Las diferencias en el tipo y disposición de las puntuaciones y la altura de los radios permiten distinguir este material de las otras especies de este género y asignarlo a *Z. jamudhiense*.

La figura 9 ilustra las 10 especies de este morfógeno, notándose que *Z. jamudhiense* se registró en la Formación Kamthi de India y que en la Formación Yaguari ya se han determinado otras dos especies: *Z. sahnii* Lepekhina 1972 y *Z. uniseriatum* Pant & Singh 1987. La primera especie difiere de *Z. jamudhiense* en que tiene además de las punteaduras uni y biseriadas, triseriadas y

cuatriseriadas y un bajo porcentaje de radios biseriados. En cambio, *Z. uniseriatum* se diferencia en la presencia de puntuaciones uniseriadas, biseriadas contiguas, alternas y triseriadas, la mayoría de los radios presentan 1 o 2 células de altura.

Orden Ginkgoales Sternberg 1820

Género *Ginkgophytoxylon* Vozenin-Serra,
Broutin & Toutin-Morin 1991

Especie tipo. *Ginkgophytoxylon permense*
Vozenin-Serra, Broutin & Toutin-Morin, 1991.

Ginkgophytoxylon lucasii Tidwell y Munzing
1995

(Figs. 6.D-F y 8.A-B)

Descripción. Fragmento de leño silicificado, decorticado, que mide 10 cm de longitud, 7 cm de diámetro mayor y 5 cm de diámetro menor. Ha conservado la médula y el xilema secundario picnoxílico. La médula es homogénea, no septada, con células parenquimáticas de contorno circular. El xilema primario está obliterado. El xilema secundario es picnoxílico con anillos de crecimiento demarcados, angostos. En sección transversal, las traqueidas son de contorno cuadrangular a rectangular, presentan un rango variable en sus dimensiones y apariencia irregular. El diámetro promedio radial y tangencial es de 50 μm (36-81 μm) y 36 μm (32-47 μm), respectivamente. Un promedio de 5 (3-7) hileras de traqueidas separan los radios entre sí (Fig. 6.D).

En sección longitudinal radial posee escaso parénquima vertical. Se conservan en las paredes de las traqueidas, puntuaciones circulares, uniseriadas, espaciadas y contiguas, biseriadas, opuestas. También se cita la presencia de septos. Hay varias filas de traqueidas cortas. Los campos de cruzamiento poseen puntuaciones araucarioides en número de 1 a 3 dispuestas en forma uniseriada (Figs. 6.E y 8.A).

El sistema radial es homogéneo. Los radios leñosos son homocelulares, uniseriados y bajos. Las células parenquimáticas centrales son ovoidales y elípticas las de los extremos, vistas en sección longitudinal tangencial. La altura promedio es de 4 células (2-7) (Figs. 6.E y 8.B).

Material estudiado. CTES-PB N° 12110 y CTES-PMP N° 2592-2594.

Discusión. El leño secundario, como el que presenta este material, sin canales secretores, disposición de las traqueidas en series radiales desorganizadas, presencia de traqueidas más pequeñas, existencia frecuente de espacios intercelulares de forma y tamaño diverso, radios leñosos uniseriados y bajos con células marginales alargadas e internas

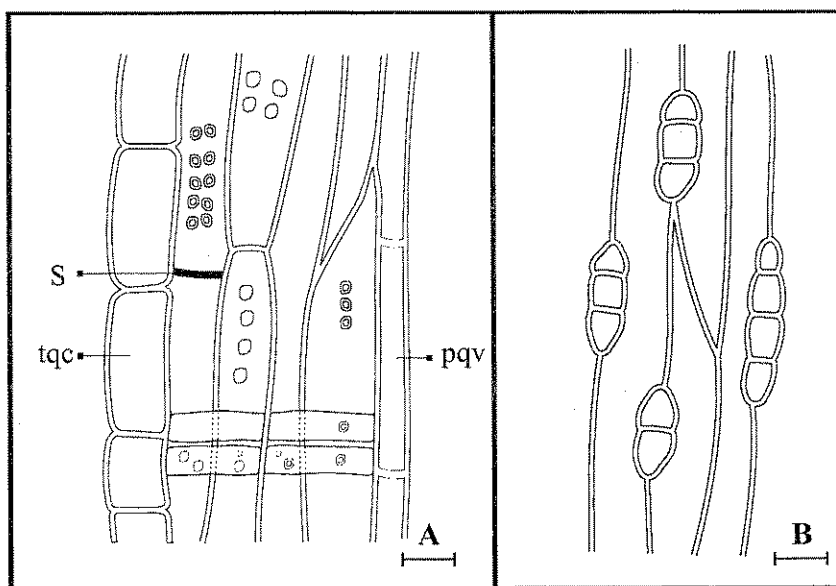


Fig. 8. A-B, *Ginkgophytoxylon lucasii* Tidwell & Munzing; A (CTES-PMP 2593), sección longitudinal radial mostrando el tipo de puntuaciones en las traqueidas y en los campos de cruzamiento; S, septos; tqc, traqueidas cortas y pqv, parénquima vertical. B (CTES-PMP 2594), distribución y frecuencia de los radios en corte longitudinal tangencial. Escala: 45 μm .

orbiculares es característico de las maderas afines a las Ginkgoales (Greguss, 1955). Dentro de las maderas paleozoicas de este orden encontramos a *Baieroxylon* Greguss, *Ginkgophytoxylon* Vozenin-Serra, Broutin & Toutin-Morin, *Ginkgomieloxylon* Giraud & Hankel y *Protoginkgoxylon* (Torrey) Kheidayberdjev. El género más afín a este leño es *Ginkgophytoxylon*, con quien comparte además de la presencia de una médula homogénea y el parénquima vertical, ausencia de engrosamientos helicoidales en el xilema secundario.

Hay 2 especies conocidas de este taxón: *G. permense* del Pérmico del sur de Francia y *G. lucasii* del Pérmico Inferior de la Formación Hueco de Nueva Méjico. Con esta última especie se identifica el material de la Formación Yaguari, debido a que ambos presentan una médula homogénea, similitud en las puntuaciones radiales y tangenciales, parénquima vertical, y por la presencia de septos y traqueidas cortas en el leño secundario.

Se diferencia de *G. permense* pues su parénquima axial es angosto, poco notorio y con células buliformes, por la presencia de puntuaciones uniseriadas contiguas y aplastadas, y por un menor número de puntuaciones biseriadas y alternas y por la ausencia de septos en las traqueidas (Tidwell & Munzing, 1995).

CONCLUSIONES

Para la Formación Yaguari se han descrito 12 especies de maderas afines a los órdenes Ginkgoales y Coniferales (Cuadro 3). Analizando evolutivamente las características anatómicas del leño de estas especies, puede decirse que las mismas conformaban una xilotaoflora de cambio o transición, esto se ve reflejado en la poca altura de los radios, y en las puntuaciones presentes en las traqueidas de tipo araucarioides, mixtas y abietinoides, junto con las puntuaciones en grupos que son típicas de las maderas del Pérmico-Triásico de Gondwana.

Teniendo en cuenta los esquemas realizados por Brisson *et al.* (2001) para ilustrar los tipos de anillos de crecimiento de Creber y Chaloner (1984), aquéllos presentes en los leños de la Formación Yaguari, estarían dentro de los tipos D y E, es decir son anillos que tienen una delgada banda de leño tardío y la transición del leño temprano al tardío es marcada, lo que indicaría una estación de crecimiento con condiciones favorables en temperatura y humedad. Son anillos relativamente uniformes, pero cada uno tiene un evento terminal (sequía o frío) que representa un cese de la actividad cambial.

Al comparar la distribución estratigráfica de los taxones presentes en el Pérmico de Uruguay

Cuadro 3. Lista de taxones fósiles de la Formación Yaguari.

| | |
|---|--|
| Ginkgoales | |
| <i>Baieroxylon cicatricum</i> | |
| Prasad & Lele | |
| <i>Ginlgophytoxylon lucasii</i> | |
| Tidwell & Munding, 1995 | |
| Coniferales | |
| <i>Barakaroxylon jhariense</i> | |
| (Surange & Maithy) Kulkarni et al 1970 | |
| <i>Bageopitys herbstii</i> | |
| Crisafulli, 2001 | |
| <i>Araucarioxylon roxoi</i> | |
| (Maniero) Maheshwari, 1972 | |
| <i>Araucarioxylon nummularium</i> | |
| (White) Maheshwari, 1972 | |
| <i>Zalesskioxylon sahnii</i> | |
| (Singh) Lepekhina, 1972 | |
| <i>Zalesskioxylon uniseriatum</i> | |
| Pant y Singh, 1987 | |
| <i>Zalesskioxylon jamudhiense</i> | |
| (Maheshwari) Lepekhina, 1972 | |
| <i>Australoxylon teixeirae</i> | |
| Marguerier, 1973 | |
| <i>Australoxylon duartei</i> | |
| (Salviano Japiassu) Marguerier, 1973 | |
| <i>Planoxylon gnadingeriae</i> sp. nov. | |
| (este trabajo) | |

(Formaciones Melo y Yaguari) surge una gran similitud con las xilofloras pérmicas de Antártida, Rio Bonito e Irati en Brasil, y con las de India (Barakar, Raniganj y Kamthi), más que con las cercanas de las Formaciones Carapacha (La Pampa), La Antigua y Solca (en la Cuenca de Paganzo) y Formación Tacuarí en el Grupo Independencia (Paraguay).

Es de destacar, que los leños descritos para la Formación Yaguari presentan sólo médulas macizas del grupo solenoide, con presencia de canales secretores, en contraposición por ejemplo con los de la Formación Carapacha que presenta leños con médulas diafragmadas o tabicadas. Las razones por las cuales estas formas tabicadas desaparecen luego del Pérmico Superior, faltan aún dilucidarlas a través de estudios más completos de distribución estratigráfica y de filogenia de otros taxones gondwánicos.

La presencia de las especies arriba mencionadas junto con el análisis filogenético de sus elementos constitutivos sirven para confirmar desde el punto de vista xilológico la edad de la Formación Yaguari atribuida al Pérmico Tardío.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece muy especialmente a la Lic. A Lutz y al Dr. R. Herbst por el apoyo y colaboración que brindan constantemente, así como sus acertadas sugerencias. También a la Lic. S. Gnaedinger por haber brindado información específica. A la Srta. Eva Acevedo, Sres. Pedro Medina y Orlando Bertoni por la preparación de los materiales, al Sr. O. Revuelta por la confección de los dibujos y al Sr. Z. Rodríguez por las tareas de fotografía. A los revisores de la revista por las valiosas sugerencias que permitieron mejorar la calidad de este manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Agashe, S. & P. Prasad. 1989. Studies in fossil gymnospermous woods, Part VII: 6 new species of Lower Gondwana (Permian) gymnospermous woods from Chandrapur district, Maharashtra State, India. *Palaeontographica B*-203:71-102.
- Bailey, I. 1933. The cambium and its derivative tissues. VII. Problems in identifying the wood of Mesozoic Coniferae. *Ann. Bot.* 47:145-157.
- Bossi, J. & R. Navarro. 1988. *Geología del Uruguay*. Departamento Publicaciones, Universidad de la República. Volumen 1 y 2.
- Brisson, A., M. Philippe & F. Thevenard. 2001. Are Mesozoic wood growth rings climate-induced?. *Paleobiology* 27:531-538.
- Chandra, S. & M. Prasad. 1980. Two new species of *Zalesskioxylon* from Kamthi Formation. *Phyta* 2/3:1-10.
- Chattaway, M. 1932. Proposed standard for numerical values used in describing woods. *Tropical woods* 29:20-28.
- Creber, G. & W. Chaloner. 1984. Influence of environmental factors on the wood structure of living and fossil trees. *Bot. Rev.* 50:358-447.
- Crisafulli, A. 2001. Leños pérmicos de la Formación Yaguari (Pérmico Superior) Uruguay. *Ameghiniana* 38:61-72.
- 2002. Contribución a la paleoxiloflora de la Formación Yaguari, Pérmico Superior de Uruguay. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat., n.s.* 4:45-54.
- Crisafulli, A. & A. Lutz. 2000. Xiloflora de la Formación Melo (Pérmico Inferior) Uruguay. *Ameghiniana* 37:73-80.
- Ferrando, L. & R. Andreis. 1990. Una nueva localidad de la Formación Melo: Arroyo Seco (departamento Rivera, Uruguay). Litofacies e interpretación paleoambiental preliminar. *Reunión Final del Proyecto 211 IUGS-IGCP* (Buenos Aires), *Abstr.* :69-71.
- Greguss, P. 1955. Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy. Budapest. *Akademiai Kiadó*, 508 pp.
- Herbst, R., A. Lutz, J. Montaña & L. Ferrando. 1992. La tafoflora de *Glossopteris* del Arroyo del Blanquillo (Dpto Rivera) del Pérmico Superior (Formación Yaguari) del Uruguay. *FACENA* 9:39-75.

- Herbst, R. & P.R. Gutiérrez. 1995. *Cyclodendron andreisisii* nov. sp. (Lycopodiaceae, Lycopphyta) del Pérmico Superior de Uruguay. *Ameghiniana* 32:141-150.
- I.A.W.A. Committe 1964. *Multilingual Glossary of terms used in wood anatomy*. Wintertur, 186 p.
- Kulkarni, S., P. Maithy & K. Surange. 1970. On *Barakaroxylon jhariense*. *The Palaeobot.* 18:305-308.
- Lepekhina, V. 1972. Woods of Palaeozoic pycnocxilic gymnosperms with special references to North Eurasia representatives. *Palaeontographica B*-138:44-106.
- Lepekhina, V. & A. Yatsenko-Khmelevsky, 1966. Clasificación and nomenclature of woods of Palaeozoic pycnoxilytic plants. *Taxon* 15:66-70.
- Maheshwari, H. 1964. Studies in the *Glossopteris* flora of India. 16. *Dadoxylon jamudhiense*, a new species of fossil wood from the Raniganj stage of Jharia coalfield, Bihar. *The Palaeobot.* 12:267-270.
- 1972. Permian wood from Antarctica and revision of some Lower Gondwana wood taxa. *Palaeontographica B*-203:1-82.
- Marguerier, J. 1973. Paléoxylologie du Gondwana Africain: etude et affinités du genre *Australoxylon*. *Palaeont. Afr.* 16:37-58.
- 1978. Paléoxylologie du Gondwana Africain. Découverte de bois fossile á épaississements spirales dans la flore de la Sakamena malgache. *Ann. Soc. Géol. Nord.* 47:409-412.
- Medlyn, D & W.Tidwell. 1986. New species of *Protocedroxylon* from the Upper Jurassic of British Columbia, Canada. *Great Basin Naturalist* 46:452-488.
- Pant, D. & V. Singh. 1987. Xylotomy of some woods from Raniganj Formation (Permian), Raniganj Coalfield, India. *Palaeontographica B*-201:11-34.
- Prasad, M. & K. Lele. 1984. Triassic ginkgolean wood from the South Rewa Gondwana basin, India. *Review of Paleobotany and Palynology* 40:387-397.
- Salviano Japiassu, A. 1970. Contribuicao a Palaeontologia da Formacao Morro Pelado, Estado de Santa Catarina, Brasil: *Dadoxylon duartei* n.sp. *An. Acad. Brasil. Ciénc.* 42:493-500.
- Stopes, M.1916. An early type of the Abietineae from the Cretaceous of the New Zealand. *Ann. Bot.* 30:111-125.
- Tidwell, W. & G. Munzing. 1995. Gymnospermous woods from the Lower Permian Hueco Formation of South Central, New Mexico. Early Permian footprints and facies. *New Mexico Mus. of Nat. Hist. and Sci. Bull.* 6:91-100.
- Vagyani, B. & Mahabalé, T. 1972. A new species of fossil gymnospermous wood *Planoxylon* Stopes from Adhari (M.S). *The Palaeobot.* 21:211-216.
- Vozenin-Serra, C., J. Broutin & N. Toutin-Morin. 1991. Bois Permiens du Sud-Ouest de L'Espagne et du Sud-Est de la France. Implications pour la taxonomie des gymnospermes Paleozoiques et la phylogenie des ginkgophytes. *Palaeontographica B*-221:1-26.
- Vozenin-Serra, C. & J. Grant-Mackie. 1996. Les bois noriens des terrains Murihiku -Nouvelle Zélande-Intéret Paléophytogéographique. *Palaeontographica B*-241:99-125.
- Vozenin-Serra, C. & M. Salard Cheboldaeff. 1992. Les bois mineralises Permo-Triasiques de Nouvelle Caledonie. Implications phylogenetique et paleogeographique. *Palaeontographica B*-225:1-25.

Recibido: 04-VII-2003

Aceptado: 19-XI-2003