

Xiloflora de la Formación Melo (Pérmico Inferior), Uruguay

Alexandra CRISAFULLI¹ y Alicia LUTZ²

Abstract. XYLOFLORA OF THE MELO FORMATION (LOWER PERMIAN), URUGUAY. In the present paper the anatomical study of fossil woods from the Melo Formation allows to elaborate palaeoclimatic, palaeoecologic, systematic and palaeophytogeographic considerations. Xylological studies have allowed to relation Melo Formation association with diaphragm - solenoid biozone originally defined from Brazil. Similarities eus-teleles have been recognized from Barakar, White Band, Raniganj, Rio Bonito and Irati Formations.

Key words. Xyloflora. Gymnosperms. Melo Formation. Uruguay. Lower Permian.

Palabras clave. Xiloflora. Gimnospermas. Formación Melo. Uruguay. Pérmico Inferior.

Introducción

Este trabajo tiene por objeto dar a conocer las conclusiones del análisis de la xilotafoflora procedente de la Formación Melo, cuya secuencia aflorante en la localidad de Arroyo Seco ha sido objeto de un detallado análisis estratigráfico por parte de Andreis y Ferrando en Andreis *et al.* (1996a) quienes la consideran como el paraestratotipo del Pérmico Inferior de Uruguay (Crisafulli, 1995, fig. 1).

De la misma localidad Herbst *et al.* (1987) publicaron una tafoflora de *Glossopteris*. Por su parte, Anzótegui y Mautino en Andreis *et al.* (1996a), realizaron estudios de una asociación de palinomorfos que permitió datar esta secuencia en el Pérmico Inferior (intervalo Sakmariano-Artinskiano).

En contribuciones anteriores (Crisafulli, 1995, 1998a-b; Crisafulli y Lutz, 1995, 1997), se realizó la primera etapa de los estudios, recreándose la composición xilotafoflorística a través del análisis anatómico y determinación sistemática de las maderas coleccionadas en Arroyo Seco.

La buena preservación de las mismas es fuente de rica información, que en esta oportunidad es utilizada para hacer un trabajo de síntesis en el que se apor-

tan consideraciones de índole paleobotánica, como así también se establece una asociación paleoxilológica de importancia bioestratigráfica.

El análisis detallado de estos resultados confirmaron las conclusiones vertidas en los trabajos previos de estratigrafía, megaflores y palinología de la Formación Melo anteriormente citados.

Metodología

Todo el material que ha permitido este estudio se encuentra depositado en la colección PB-CTES (Paleobotánica, Corrientes) y PMP-CTES (Preparados Micropaleontológicos, Corrientes) que posee la Universidad Nacional del Nordeste.

A fin de obtener una rápida ilustración de los leños estudiados se emplearon bloques diagramas (Mussa, 1986). Esta técnica no sólo facilita la determinación sistemática sino también permite visualizar tendencias evolutivas y líneas filogenéticas entre los representantes leñosos de las provincias paleoflorísticas coetáneas. Teniendo en cuenta la practicidad de los mismos para la interpretación de los leños, frente a los estereogramas de Kräusel *et al.* (1962), se propone aquí la utilización de ellos como norma general en los estudios de leños paleozoicos.

A partir de los cortes petrográficos se realizó el estudio anatómico que permitió la ubicación sistemática de los leños y la interpretación de los aspectos paleoclimáticos por medio de los anillos de crecimiento.

Para la determinación sistemática se siguieron los criterios propuestos por Prasad (1986), Mussa (1986) y Lepekhina (1972).

¹Secretaría General de Ciencia y Técnica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste. Casilla de Correo 128. 3400 Corrientes, Argentina. E-mail: pringepa@compunort.com.ar

²Programa de Investigaciones Geológicas y Paleontológicas, CONICET y Universidad Nacional del Nordeste. Casilla de Correo 128. 3400 Corrientes, Argentina. E-mail: pringepa@compunort.com.ar

Se analizaron los anillos de crecimiento en los leños que los presentaban, obteniéndose datos del paleoambiente y la sensibilidad media (Fritts, 1972).

Asociación xilológica

Los leños silicificados descritos para la Formación Melo son picnoxílicos, de estructura coniferoide, con buena preservación de los tejidos, muchos de los cuales han preservado la médula, el xilema primario y el xilema secundario con anillos de crecimiento marcados. El estudio anatómico ha permitido diferenciar 3 órdenes de gimnospermas: Cordaitales, Coniferales y Taxales (Prasad, 1982).

En el cuadro 1 se citan los géneros presentes en Arroyo Seco y sus principales caracteres diagnósticos. A fin de lograr una rápida identificación de los órdenes descritos, en la figura 1 se esquematizan los rasgos anatómicos representativos que los diferencian, como ser, la presencia en las Cordaitales de médulas diafragmadas; en las Taxales de engrosamientos helicoidales en el leño secundario de tipo *Prototaxoxylon* y en las Coniferales el xilema secundario de tipo *Araucarioxylon* (Lepekhina *et al.*, 1966).

Características de los leños

El estudio de esta xiloflora ha permitido la elaboración de consideraciones paleobotánicas, sistemáticas, paleoecológicas, bioestratigráficas y paleoclimáticas.

La lectura del cuadro 1 permite resumir los caracteres específicos de los leños de Formación Melo y analizar los mismos clasificándolos desde el punto de vista paleobotánico en caracteres primitivos, propios, evolucionados y "especiales".

Los caracteres anatómicos primitivos que evocan a las Cordaitales son:

- sección transversal de las traqueidas del xilema secundario cuadrangular,
- punteaduras radiales pluriseriadas en las paredes traqueidales,
- poros araucarioides en los campos de cruzamiento, médula discoide diafragmada, con lagunas y tabiques de composición celular heterogénea.

Los caracteres propios de las Coniferales gondwánicas pérmicas son:

- médula heterogénea lobulada, asociado este carácter a la salida de las trazas foliares y a la estructura poliarca del xilema,
- radios leñosos uniseriados o parcialmente biseriados,
- anillos de crecimiento marcados,
- punteaduras araucarioides y mixtas, pero éstas últimas con el típico arreglo paleozoico en series más

densas que en el Mesozoico (Lepekhina, 1972), -campos de cruzamiento araucarioides - cupresoides.

Los caracteres relativamente evolucionados son:

- la transición de punteaduras araucarioides, mixtas transicionales a abietinoides en las paredes de las traqueidas del xilema secundario. Dicha modificación está relacionada con una mejora en la circulación de agua en la planta (Erasmus, 1976),
- la presencia de canales secretores en la médula refleja grados de especialización en el leño (Mussa, 1978),
- la existencia de bandas de engrosamientos espiralados en las paredes de las traqueidas del xilema secundario, características del leño de las Taxales (Gress, 1955),
- el arreglo helicoidal de las cicatrices rameales en el tronco es una disposición típica de leños de mayor progresión evolutiva como son los correlacionables con las Coniferales (Mussa, 1978).

Los caracteres "especiales" de algunos leños de la Formación Melo son:

- una médula con prolongaciones estiloides del xilema secundario,
- una médula diafragmada con nidos placoides de esclerénquima.

Los mismos están reflejados en los géneros *Stiloxylon* y *Austroscleromedulloxylon*.

Taxones presentes

Desde el punto de vista palinológico Anzótegui *et al.* (en Andreis *et al.*, 1996a) mencionaron la presencia de 130 palinomorfos diferentes procedentes de la Formación Melo. Los mismos habrían sido clasificados en las siguientes asociaciones: higrófilas en ambientes acuáticos dulceacuícolas con *Botryococcus brownii*, *Portalites* y *Brazilea* principalmente; asociaciones higrófilas en zonas pantanosas bajas, en ambiente terrestre con Licópsidas, Sphenopsidas, Coenopteridales; asociaciones higromesófilas, en llanuras con Marattiales, Coenopteridales, Filicales, Pteridospermales, Cordaitales y Coniferales y asociaciones xerófilas a mesoxerófilas en zonas más elevadas, evidenciadas por los granos estriados, que podrían haber pertenecido tanto a Glossopteridales y/o Coniferales.

En cuanto a la megafloa, solamente se conoce una escasa y fragmentaria asociación de *Glossopteris* descrita por Herbst *et al.* (1987) que provendría de los términos del tercio superior de la Formación Melo.

Con respecto al contenido xilológico, además de los leños procedentes de Arroyo Seco, se incluye una especie: *Araucarioxylon petriellae* Zamuner 1996, encontrada en la localidad de Cerro Largo, donde también aflora la Formación Melo.

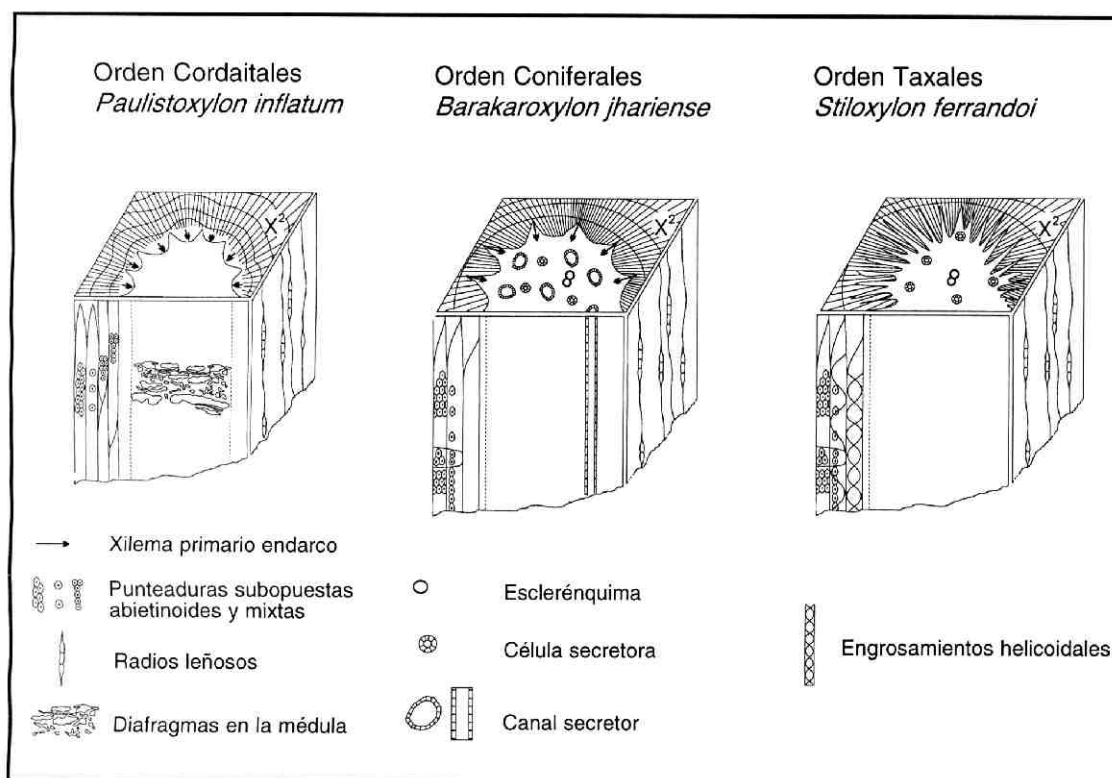


Figura 1: Bloques diagramas / Diagram blocks.

Del análisis de las asociaciones conocidas basadas en impresiones y leños, resulta la siguiente lista de taxones:

Lycopodiales:

- cf. *Bothrodendron* sp. Gutiérrez y Herbst 1995
Cyclodendron sp. cf. *C. leslii* (Seward) Kräusel 1961

Equisetales:

- cf. *Schizoneura* sp.

Glossopteridales:

- Gangamopteris* sp. cf. *G. obovata* (Carr.) White 1908
Glossopteris wilsonii (Seward) Archangelksy, Archangelksy y Cúneo 1982
Glossopteris sp. cf. *G. retifera* Feistmantel 1981
Vertebraria sp.

Cordaitales:

- Austroscleromedulloxylon geraldinii* Mussa 1980
Cordaites sp.
Paulistoxylon inflatum Mussa 1986
Piracicaboxylon meloi Crisafulli 1986

Coniferales:

- Araucarioxylon* sp.
A. ningahense (Maheshwari) Crisafulli y Lutz 1997
A. petriellae Zamuner 1996
Bageopitys sp. A.
Barakaroxylon jhariense (Surange y Maithy) Kulkarni *et al.* 1970
Idioxylon lutzii Crisafulli 1995
Polysolenoxylon sp. cf. *P. whitei* (Maniero) Kräusel y Dolianiti 1958

Taxales:

- Stiloxylon ferrandoi* Crisafulli 1998
Taxopitys uruguayana Crisafulli y Lutz 1995

Este conjunto de géneros configura una asociación higromesofítica a mesoxerofítica lo que concuerda parcialmente con las condiciones expresadas por Anzótegui y Mautino (en Andreis *et al.*, 1996a) y coincide con los datos aportados por el estudio de los anillos de crecimiento y la presencia de médulas diafragmadas en las Cordaitales para lograr una mejor aireación, como se puede observar en la figura 2.

Además, la presencia de una flora de *Glossopteris* en estos sedimentos evidencia temperaturas amenas a cálidas en las formas siempre verdes e indica estacionalidad climática en sus formas deciduas.

Lo expresado anteriormente está representado en

Cuadro 1. Principales caracteres de los taxones de leños fósiles de Arroyo Seco y la distribución geográfica de los géneros durante el Pérmico de Gondwana. *Principal characters of the fossil woods taxa from Arroyo Seco and geographic distribution of the genera during the Permian from Gondwana.* En Mussa *et al.*, 1980.

Taxones	Médula	Xilema Primario	Xilema Secundario	Trazas	Anillos de crecimiento	Distribución del género en el Pérmico
CARACTERES DIAGNÓSTICOS						
CORDAITALES						
<i>Austrostromatoloxylon geraldini</i> *	Diafragmada con nidos placoides de esclerenquima. Heterogénea, lagunar	Endarco, con proyecciones cuneiformes	Punteaduras araucarioides, 1-2 seriadas y abietinoides	Simplees ovoidales en subverticilos de disposición helicoidal	Marcados	Brasil, Uruguay
<i>Paulistoxylon inflatum</i>	Diafragmada, con minilagunas con aspecto de red. Heterogénea con células esclerenquimáticas y con contenido. Presenta la misma lobulación que el caule	Con proyecciones cuneiformes	Punteaduras araucarioides, 1-2 seriadas y mixtas y abietinoides	-----	Marcados, con la misma lobulación que el caule. Leño complaciente	Brasil, Uruguay
<i>Pinactaboxylon meloi</i>	Heterogénea, diferenciada en dos áreas separadas por un anillo parenquimático. Lagunar transicional a sólida. Nidos escleróticos y traqueidas medulares	Endarco, con proyecciones cuneiformes protegido por un grupo esclerenquimático	Punteaduras araucarioides 1-2 seriadas	Simplees, romboidales	Marcados	Brasil, Uruguay
CONIFERALES						
<i>Polyolenoxylon</i> sp. cf. <i>P. tohitei</i>	Heterogénea, con canales secretores marginales y escleridas	Endarco, fasciculado	Punteaduras araucarioides 1-2 seriadas	Simplees, ovoidales	Marcados	Brasil, Uruguay
<i>Barakaroxylon jhuariense</i>	Heterogénea, lobada con canales secretores, células esclerenquimáticas y con contenido	Endarco, con proyecciones cuneiformes	Punteaduras araucarioides 1-2-3 seriadas y en grupos	-----	Marcados	India, Brasil, Islas Malvinas, Uruguay
<i>Araucarioxylon ningalense</i>	-----	-----	Punteaduras araucarioides 1-2-3 seriadas, mixtas y abietinoides	-----	Marcados, leños complacientes	India, Rusia, Brasil, Islas Malvinas
<i>Araucarioxylon</i> sp.	-----	-----	Punteaduras araucarioides 1-2 seriadas	-----	Marcados	Antártida, Uruguay, África, Australia
<i>Idioxylon lutzii</i>	Heterogénea, compacta, no tabicada con células esclerenquimáticas secretoras, idtoblastos y conducto secretor	Mesarco con proyecciones cuneiformes	Punteaduras araucarioides 1-2 seriadas y mixtas	Simplees, ovoidales, helicoidales	Marcados, leños complacientes	Uruguay
<i>Bageopitys</i> sp. A	Homogénea, compacta	Mesarco con débiles proyecciones cuneiformes	Punteaduras araucarioides 1-2 seriadas	Simplees, romboidales, espiraladas	Marcados	Uruguay, Brasil
TAXALES						
<i>Taxopitys uruguayana</i>	Médula heterogénea, compacta con células esclerenquimáticas y secretoras	Mesarco. Con proyecciones cuneiformes	Tipo <i>Prototaxoxylon</i> , con engrosamientos espiralados. Punteaduras araucarioides y mixtas	Romboidales de a pares de disposición helicoidal	-----	India, África, Brasil, Rusia, Uruguay
<i>Stiloxylon ferrandoi</i>	Heterogénea, compacta con células esclerenquimáticas y con contenido	Endarco, formando paquetes y protegido por un casquete esclerenquimático	Punteaduras araucarioides uniseriadas	-----	Marcados	Uruguay

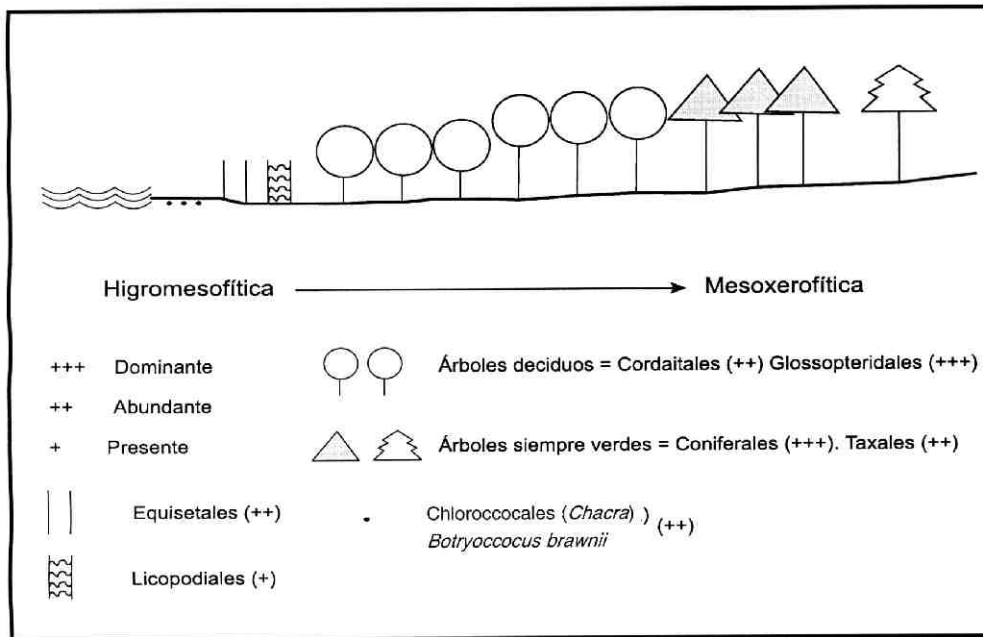


Figura 2. Danserograma (modificado de Dansereau, 1951) mostrando el perfil de la paleoflora de la Formación Melo / Modified danserogram showing the paleoflora of the Melo Formation.

la figura 2, que ilustra un danserograma modificado de (Dansereau, 1951) para mostrar el perfil diagrama de la paleoflora que existió en la Formación Melo durante el intervalo Sakmariiano-Artinskiano del Pérmico Inferior.

Consideraciones paleoecológicas

Un detallado estudio del perfil de Arroyo Seco permitió concluir a Herbst *et al.* (1987) y Andreis *et al.* (1996a) que el depósito sedimentario corresponde a una planicie de mareas, más precisamente para el sitio fosilífero al sector de intermareas. Esto es confirmado también por la presencia en estas maderas de médulas diafragmadas (*Austroscleromedulloxylon gerardinii* Mussa, *Paulistoxylon inflatum* Mussa y *Piracicaboxylon meloi* Crisafulli), ya que es sabido que la compartimentación de la misma es un recurso adaptativo en ambientes con aireación escasa. Mussa (1986) cita la opinión de Eames y Mc Daniels (1947) y Metcalfe y Chalk (1950) relacionan la existencia de diafragmación en plantas vivientes con ambientes subacuáticos o regiones periódicamente inundables. Esta adaptación anatómica está presente en algunos de los leños de la Formación Melo y confirma lo indicado por Mussa, que este tipo de leños se distribuyen en niveles topográficos definidos como regiones litorales, planos costeros y planicies de mareas. Estas condiciones explican adecuadamente el hecho de que

solamente se hayan encontrado restos fragmentados de vegetales (hojas y tallos) ya que en este tipo de ambientes las condiciones tafonómicas implican una alta tasa de sedimentación de materiales finos y gruesos que conjuntamente con las altas velocidades de la corriente que transportan los restos vegetales favorecen su rápido soterramiento y preservación (Herbst *et al.*, 1987).

Consideraciones paleoclimáticas

El análisis de los anillos de crecimiento en fragmentos leñosos de diferentes secuencias sedimentarias contribuye a la caracterización de paleoambientes, a brindar inferencias sobre el paleoclima local y el establecimiento de parámetros estratigráficos.

La interpretación y validez de los anillos de crecimiento en un ejemplar leñoso fósil requiere cuidados y criterios específicos que van desde la identificación de los anillos verdaderos hasta la variación en el largo de las traqueidas y ancho de sus paredes (da Rosa Alves y Cardoso-Marchiori, 1995).

La cantidad de agua disponible es un factor importante en el control de la actividad cambial pudiendo limitar el crecimiento del caule y llevar a la formación de anillos de crecimiento muy estrechos o su inexistencia.

La presencia de anillos de crecimiento es un carácter común en la estructura anatómica de los troncos

Cuadro 2. Comparación entre la xiloflora de la Formación Melo y otras del Gondwana/ Comparison between the Melo Formation and other Gondwanan xylifloras.

Taxones con Médula Diafragmada	Formaciones y Edad					
	Melo Sakmariano- Artinskiano	Río Bonito Sakmariano- Artinskiano	Irati Kunguriano- Kazaniano	Barakar Kunguriano- Kazaniano	White Band Kunguriano- Kazaniano	Raniganj Kazariano- Tatariano
<i>Polysolenoxylon</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Paulistoxylon</i>	X	X	X			
<i>Austroscleromedulloxylon</i>	X		X			
<i>Piracicaboxylon</i>	X		X			
Taxones acompañantes						
<i>Araucarioxylon</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Taxopitys</i>	X	X	X	X	X	-
<i>Barakaroxylon</i>	X		X	X	-	X
<i>Bageopitys</i>	X	X	-	-	-	-

fósiles de la Formación Melo, lo que demuestra una ocurrencia de periodicidad climática incompatible con un clima tropical, así como la presencia del leño picnoxílico implica adaptación al clima templado.

La gran representatividad del leño inicial con respecto al tardío en estas maderas, evidencia períodos climáticos favorables al crecimiento de la planta durante este lapso.

Se descarta la posibilidad de ocurrencia de períodos fríos muy prolongados o suficientemente intensos dado que no se observan registros de congelamiento o anillos con evidencias criogénicas *frost-rings* (Bailey, 1925; Villalva y Roig Jr., 1986) ya que las traqueidas no son anormales, no hay células parenquimáticas ni las células radiales son ensanchadas en el xilema secundario.

El estudio estadístico de los anillos de crecimiento reveló que la sensibilidad media promedio es de 0,26 definiéndolos como "leños complacientes", lo que significa que atravesaron un período de baja estacionalidad climática, templado y con buena disponibilidad de agua en el intervalo Sakmariano-Artinskiano.

Consideraciones paleofitogeográficas

La paleogeografía fue un factor condicionante del desarrollo de las floras gondwánicas.

En la opinión de diversos autores, entre ellos, Vilas (1981), Vilas y Valencio (1978), Scotese y Mc Karrow (1990 en Andreis *et al.*, 1996b), la deriva del continente Gondwana hacia latitudes más alejadas del polo, promovió el retroceso y la definitiva desaparición de los glaciares del ámbito sudamericano central, donde se instaló un clima más benigno.

Los leños encontrados en Formación Melo son picnoxílicos, característicos de la Flora del Gondwa-

na, que se implantó pioneramente en el hemisferio sur; esta xiloflora formada por representantes de Cordaitales, Coniferales y Taxales evidencia pasos evolutivos significativos con respecto a la del hemisferio norte.

La mayoría de los leños de Gondwana muestran una variación en la médula y xilema primario y secundario. La médula varía de homo a heterocelular. El xilema primario muestra variación de endarco a mesarco. El xilema secundario es picnoxílico, homoxílico. Poseen anillos de crecimiento marcados. Hay una gran variación en las punteaduras de las paredes traqueidales. Los radios xilemáticos varían de uno a biseriados y las punteaduras de los campos de cruzamiento también muestran diversidad. Se constata además la presencia de bandas de engrosamientos espiralados en el xilema secundario.

Como factor causal de este estadio más evolucionado son reconocidos eventos glaciales e interglaciales, cuyas interferencias condicionaron el predominio de temperaturas bajas a "amenas", o al menos caracterizadas por un elevado índice de humedad (Mussa, 1978).

Asimismo, González (1996), afirma que a continuación del período glacial del Carbonífero tiene lugar una mejora climática, la que continúa durante un lapso en el cual no se encuentran sedimentitas glaciogénicas, ni cualquier otra evidencia de glaciación. Sostiene que se trata de la más prolongada etapa interglacial de que se tenga conocimiento en esta edad glacial del Paleozoico superior.

Consideraciones bioestratigráficas

La sección de Formación Melo aflorante en Arroyo Seco permite por su contenido xilológico, correlacionarla con otras unidades del Gondwana. Las mismas se encuentran distribuidas en India (Formacio-

nes Barakar, Raniganj y Kamthi), África (Formaciones Ecce inferior y White Band), Antártida (Formación Monte *Glossopteris*), Argentina (Islas Malvinas) y en Brasil (Formaciones Río Bonito e Iratí).

Por otra parte, de acuerdo a la opinión de Mussa (1986), la presencia de leños con médulas diafragmadas (como las que poseen algunos de los géneros presentes en Formación Melo) implica una estrecha semejanza en las condiciones ambientales que actúan sobre los mismos produciéndose adaptaciones morfológicas. Esta autora postula que: "... el nivel ocupado por formas diafragmadas correspondería a un tipo de facies bien caracterizable, conocido en ambos hemisferios durante el Pérmico y cuya concentración y diversificación de formas en el Gondwana, justifica el esbozo de una biozona (Mussa, 1986) que coincide en parte con la de leños con médulas solenoides ...", de ahí la designación de "biozona diafragmo-solenoides". Se han citado la presencia de estelas con médulas diafragmadas en las Formaciones Barakar (India), White Band (África), Río Bonito e Iratí (Brasil). En concordancia con este criterio, la Formación Melo (Uruguay) sería otra de las secuencias gondwánicas con maderas que poseen médulas diafragmadas. En el cuadro 2, se consignan los taxones que muestran dicho carácter morfológico y algunos de los géneros acompañantes presentes en Formación Melo y en las otras Formaciones gondwánicas relacionadas.

Es importante señalar que la correlación con estas últimas, todas del Pérmico, permite confirmar desde el punto de vista xilológico la edad definida por los estudios palinológicos y geológicos (Andreis *et al.*, 1996a).

El análisis detallado de los leños con médula diafragmada estudiados en distintas Formaciones del Pérmico Inferior de Uruguay y Argentina (Crisafulli 1998b), más los diferentes aportes de Mussa (1986) han posibilitado tener en elaboración una definición de una nueva biozona basada en la propuesta de esta última autora.

Agradecimientos

Las autoras desean expresar su agradecimiento a los Drs. R. Herbst y S. Archangelsky por la lectura crítica del manuscrito y las valiosas sugerencias que contribuyeron a mejorar la calidad del trabajo. Asimismo agradecen la cuidadosa labor de los árbitros, la que permitió enriquecer esta contribución, al igual que los oportunos comentarios vertidos por las Dras. A. Báez y S. Césari. Hacemos extensivo el agradecimiento al Sr. O. Revuelta por la confección de los dibujos.

Bibliografía

- Andreis, R., Anzótegui, L., Ferrando, L., Herbst, R. y Mautino, L. 1996a. Litofacies, paleoambientes y paleontología de la Formación Melo (Pérmico Inferior) en Arroyo Seco, Departamento Rivera, República Oriental del Uruguay. Parte I. Geología, Parte II. Paleontología. *Ameghiniana* 33: 243-264.
- Andreis, R., Ferrando, L. y Herbst, R. 1996b. Terrenos Carboníferos y Pérmicos de la República Oriental del Uruguay. En: S. Archangelsky (ed.), *El Sistema Pérmico en Argentina y Uruguay*, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, pp. 309-343.
- Bailey, I. 1925. The "spruce budworm" biocoenose. I. Frost rings as indicators of the chronology of specific biological events. *Botanical Gazette* 80: 93-101.
- Crisafulli, A. 1995. *Idioxylon lutzi* nov. gen. et. sp. (Coniferopsida) del Pérmico Inferior (Formación Melo) de Uruguay. 6° Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía (Trellew 1994), *Actas*: 91-97.
- Crisafulli, A. 1998a. Leños gimnospérmicos de la Formación Melo (Pérmico Inferior) Uruguay. Parte II. *Ameghiniana* 35: 1-8.
- Crisafulli, A. 1998b. Leños gimnospérmicos de la Formación Melo (Pérmico Inferior). Uruguay. Parte III. *Paulistoxylon*, *Austroscleromedulloxylon* y *Piracicaboxylon*. *Ameghiniana* 35: 217-225.
- Crisafulli, A. y Lutz, A. 1995. *Taxopitys uruguayana* nov. sp. (Coniferopsida, Taxales) del Pérmico de Uruguay. *Ameghiniana* 32: 391-399.
- Crisafulli, A. y Lutz, A. 1997. Leños gimnospérmicos de la Formación Melo (Pérmico Inferior), Uruguay. Parte I: *Barakroxylon* Surange y *Maithy* 1962 y *Araucarioxylon* Kraus 1870. *Ameghiniana* 34:437-445.
- Dansereau, P. 1951. Description and recording of vegetation upon structural basis. *Ecology* 32: 172-229.
- Da Rosa-Alves, L. y Cardoso-Marchiori, J. 1995. Inferências paleoclimáticas em anéis de crescimento. *Ciência y Ambiente* 10: 79-90.
- Dohms, M. 1976. Nova madeira de Gimnosperma do Permiano do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Geociências* 6:164-181.
- Eames, A. y Mac Daniels, L. 1947. *Introduction to plant anatomy*. 2° Edition. Mc. Graw-Hill, New York, pp. 155-157.
- Erasmus, T. 1976. On the anatomy of *Dadoxylon arberi* Seward, with some remarks on the phylogenetical tendencies of its tracheid pits. *Palaeontologia africana* 19: 127-133.
- Fritts, H. 1972. Tree rings and climate. *Scientific American* 226: 92-100.
- González, C. 1996. Control climático en las faunas marinas Neopaleozoicas. *Reunión anual del grupo argentino de trabajo del Paleozoico Superior* (Buenos Aires), *Comunicaciones*: 5.
- Greguss, P. 1955. *Identification of Gymnosperms on the basis of xyotomy*. Akadémiai Kiadó. Budapest. 263 p.
- Herbst, R., Ferrando, L. y Jalfin, G. 1987. Descripción de una flora de *Glossopteris* de la Formación Melo (Pérmico), Dpto. Cerro Largo, R. O. del Uruguay. *FACENA* 7: 67-86.
- Kraus, G. 1870. En Schimper, W.Ph. *Traité de Paléontologie végétale ou La Flore du monde primitif dans se rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel*, Bailliere. 2, 381.
- Kräusel, R. y Dolianiti, E. 1958. Gymnospermenhölzer aus dem Paläozoikum Brasiliens. *Palaeontographica* B-104: 115-137.
- Kräusel, R., Maithy, P. y Maheshwari, H. 1962. Gymnospermous woods with primary structures from Gondwana rocks. A review. *The Palaeobotanist* 10: 97-107.
- Kulkarni, S.; Maithy, P. y Surange, K. 1970. On *Barakroxylon jhariense*. *The Palaeobotanist* 18: 305-308.
- Lepekhina, V. 1972. Woods of Palaeozoic Pycnoxylic Gymnosperms with special reference to North Eurasia representatives. *Palaeontographica* B-138: 44-106.
- Lepekhina, V. y Yatsenko-Khmelwsky, A. 1966. Classification and Nomenclature of Woods of Palaeozoic Pycnoxylic Plants. *Taxon* 15: 66-70.
- Maheshwari, H. 1972. Permian wood from Antarctica and Re-

- vision of some Lower Gondwana wood taxa. *Palaeontographica* B-138: 1-43.
- Mayer, L. 1989. Aspectos paleoclimáticos refletidos em espécimes lenhosos gondwânicos do Brasil. *Boletim Instituto de Geociências, Publicação Especial* 7: 89-99.
- Metcalfe, C. y Chalk, L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons* 2ª Volumens Oxford University Press. Oxford. 1500 p.
- Mussa, D. 1978. *Brasiletiloxylon* e *Solenobrasiloxylon*, dois novos gêneros Gondwânicos na Formação Irati, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim Instituto de Geociências, Universidade São Paulo* 9: 118-127.
- Mussa, D. 1986. Eustelos gondwânicos de médulas diafragmadas e sua posição estratigráfica. *Boletim Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo série Científica* 17: 11-26.
- Mussa, D., Gama de Carvalho, R. y Santos, P. 1980. Estudo estratigráfico e paleoecológico em ocorrências fossilíferas da Formação Irati, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim Instituto Geociências* 11: 45-60.
- Prasad, M. 1982. An Annotated Synopsis of Indian Palaeozoic Gymnospermous woods. *Review of Palaeobotany and Palynology* 38: 119-156.
- Prasad, M. 1986. Xylotaphoflora of the Kamthi formation, India Lower Gondwana with remarks on the biostratigraphic importance of its taphoflora. *Palaeontographica* B-201: 111-134.
- Scotese, C. y Mc Kerrow, W. 1990. Revised World maps, an Introduction. En: W.S. Mc Kerrow y C. Scotese (eds.), *Paleozoic Paleogeography and Biogeography, The Geological Society London Memoirs* 12: 1-21.
- Vilas, J. 1981. Paleomagnetism of South American rocks and the dynamic processes related to fragmentation of Western Gondwana. En: M. Mc Elhinny y D. Valencio (eds.), *Paleoreconstruction of the continents, Geodynamics, Service Washington* 2: 106-114.
- Vilas, J. y Valencio, D. 1978. Paleomagnetism of South American rocks and the age of South Atlantic. *Revista Brasileira Geociências* 1: 3-10.
- Villalva, R. y Roig Jr., F. 1986. Registros de congelamiento en especies leñosas argentinas. *Acta Geocriogênica* 4: 141-147.
- Zamuner, A. 1996. *Araucarioxylon petriellae* n. sp., una posible glossopterid de la Formación Melo (Pérmico Inferior), Uruguay. *Ameghiniana* 33: 77-82.

Recibido: 15 de mayo de 1998.

Aceptado: 27 de agosto de 1999.