

# La tafoflora de Juan de Morales del Jurásico Medio (Formación Chacarilla), Región de Tarapacá, Chile

Rafael Herbst

Programa Investigaciones Geológicas y Paleontológicas-CONICET, Casilla de Correo 128,  
3400 Corrientes, Argentina

Alejandro Troncoso

Universidad de Talca, Departamento de Ciencias Biológicas, Casilla 747, Talca, Chile

## RESUMEN

Se estudia la 'tafoflora de Juan de Morales' anteriormente sólo conocida por listas florísticas sin descripciones. La misma procede de la clásica localidad Quebrada Juan de Morales, ca. 75 km al este de Iquique, Tarapacá Región I, Chile. Estratigráficamente, está incluida en la porción superior de la Formación Chacarilla, constituida por areniscas y lutitas rojas de claro origen continental. La flora está compuesta por *Neocalamites* sp., *Dictyophyllum* sp., *Gleichenites* sp., *Zamites antarcticus* Halle, *Zamites* cf. *pusillus* Halle, *Zamites* sp., *Anomozamites* sp., *Brachyphyllum* sp. y una semilla indeterminada. Sobre la base de la asociación florística y con los datos estratigráficos se confirma la edad jurásica, acotada en este trabajo al Jurásico Medio.

*Palabras claves:* Impresiones, Filices, Bennettitales, Jurásico Medio, Norte de Chile.

## ABSTRACT

The taphoflora of Juan de Morales, from the Middle Jurassic (Chacarilla Formation), Tarapacá Region, Chile. The first descriptions of the fossil plants included in the so-called 'Juan de Morales Flora', from the classic locality Quebrada Juan de Morales, ca. 75 km east of Iquique, Tarapacá Region, Chile, are given. The flora is composed of *Neocalamites* sp., *Dictyophyllum* sp., *Gleichenites* sp., *Zamites antarcticus* Halle, *Zamites* cf. *pusillus* Halle, *Zamites* sp., *Anomozamites* sp., *Brachyphyllum* sp. and an *incertae sedis* seed. Stratigraphically, the flora is located in the upper section of the Chacarilla Formation, composed mainly of red sandstones and siltites of continental origin. The generally accepted Jurassic age of the flora is confirmed, and herein restricted to the Middle Jurassic.

*Key words:* Impression flora, Filices, Bennettitales, Middle Jurassic, Northern Chile.

## INTRODUCCION

La única tafoflora jurásica conocida de Chile, la llamada 'flora de Juan de Morales', procedente de la

quebrada del mismo nombre, a ca. 75 km al este de Iquique en la Región de Tarapacá (Fig. 1), fue citada

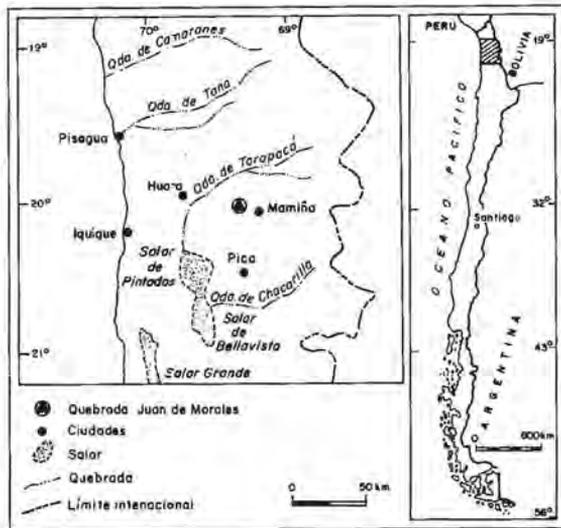


FIG. 1. Mapa de ubicación de la Quebrada Juan de Morales (levemente modificado de Galli, 1968).

primeramente por Fuenzalida (1966, 1980\*) quien señaló textualmente los siguientes taxones: '*Anomozamites*; *Pterophyllum* sp.; *Poacordaites* sp.; *Ptilophyllum cacheutensis*\*\* y *Sagenopteris* sp.'

Posteriormente Menéndez (in Galli, 1968) brindó una lista ampliada, compuesta por (citados textualmente): '*Pterophyllum* sp. 1; *Pterophyllum* sp. 2; *Baiera* sp.; *Anomozamites* sp.; *Equisetites* sp.; *Dictyophyllum* sp.; *Cladophlebis* sp.; *Nilssonia* sp. 1; *Nilssonia* sp. 2; *Cycadites* sp.; *Ptilophyllum*?; *Brachyphyllum* sp.; *Gleichenites* cf. *argentinica*; *Chiropteris*?; *Taeniopteris* cf. *stenophylla*.'

En otro trabajo del mismo año, Menéndez (in Galli y Menéndez, 1968) efectuó dos cambios: la *Cladophlebis* sp. es comparada en *C. cf. oblonga* Halle y *G. cf. argentinica* se transforma en *G. cf. juliensis* Herbst; en cambio, *Chiropteris*? no vuelve a ser mencionada.

Sin embargo, en ninguno de los dos casos se brindaron descripciones ni ilustraciones que avalaran esas clasificaciones y que permitan juicios críticos sobre ellas.

Un conjunto de muestras localizadas en la Colección Paleobotánica del Museo Nacional de Historia Natural de Chile (MNHN) es, aparentemente, la colección que fuera analizada por Fuenzalida (1966) ya que en los rótulos y en el catálogo del museo consta

la clasificación de este autor, aunque se han agregado más nombres a esas piezas. Es posible que ésta sea también la misma colección que revisó Menéndez (in Galli y Menéndez, 1968), pero llama la atención que en la lista de este autor figuren no menos de 15 formas diferentes (algunas con duda: ?) y con nombres distintos a los de Fuenzalida, sobre todo por el hecho que, aparentemente, no se hicieron nuevas recolecciones en esta localidad.

Este conjunto de piezas fue estudiado con el fin de concretar sus descripciones y eventualmente precisar algo más la edad de esta tafloflora, que fue considerada como jurásica de manera muy amplia: Jurásico Medio-Superior por Menéndez (in Galli y Menéndez, 1968) y Jurásico Superior (Oxfordiano) por Galli y Dingman (1962) y por Galli (1968, p. 25).

La cantidad de formas disponibles por el momento, que alcanzan solamente a 9, es menor que la citada por Menéndez; ello puede deberse a un agrupamiento diferente de los ejemplares, o bien a que este autor contó con una mayor cantidad de muestras, no disponibles ahora.

Las impresiones de plantas están grabadas en areniscas micáceas de grano fino a medio y en unos pocos casos en pelitas, todas de color rojo más o menos intenso. No se han encontrado rastros de materia orgánica ni de palinomorfos.

Geológicamente, proceden de la Formación Chacarilla, que fue descrita primeramente por Galli y Dingman (1962) en los 'Cuadrángulos Pica, Alca, Matilla y Chacarilla' de la Carta Geológica de Chile (escala 1:50.000), y luego por Galli (1968) en el 'Cuadrángulo Juan de Morales'. En este trabajo, después de brindar datos litológicos de la secuencia, señaló, para la parte superior de la formación, que '...El ambiente de sedimentación, tal vez palustre o de lagunas costaneras, ha sido continental, según lo indican las abundantes plantas fósiles y oxidante, ya que en muchos horizontes se presenta abundante hematita. La casi total ausencia de conglomerado indicaría un relieve bajo' (Galli, 1968, p. 25).

Previamente Galli y Dingman (1962), cuando describieron la Formación Chacarilla ya mencionaron las plantas recolectadas por Galli en la quebrada Juan de Morales.

\* Este trabajo fue nuevamente publicado, con algunas adendas a las floras terciarias, hechas por uno de los autores (AT), con motivo del volumen dedicado por el Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) al sesquicentenario de su fundación. La flora del Jurásico no fue modificada. Aquí se citará el trabajo original de Fuenzalida de 1966.

\*\* Es posible que aquí se trate de un error de transcripción ya que hasta ahora la especie *P. cacheutensis* no existe; es probable que se haya querido citar la bien conocida *P. cutchense*.

## DESCRIPCIONES SISTEMATICAS

**ORDEN:** Equisetales  
**FAMILIA:** Apocalamitaceae  
**Género:** *Neocalamites* Halle

***Neocalamites* sp.**

Lám. 1, Figs. 2-3; Lám. 2, Fig. 7

**Descripción:** impresiones de tallos articulados, decorticados, con internodios de 3-5 cm de longitud, recorridos longitudinalmente por surcos de 4 mm de ancho y delgadas costillas; ancho de los tallos entre 3 y 4 cm.

En uno de los nodos se observan marcas de impresiones o cicatrices rameales (?), circulares, del orden de 1,2 mm de diámetro.

Un ejemplar (SGO. PB. 96; Lám. 1, Fig. 3) muestra un corte transversal de tallo, de ca. 4,5 cm de diámetro, a la altura de un nodo, por lo que se observan posibles restos de diafragma (?).

**Material:** SGO.PB. 76, 92, 95, 96.

**Discusión:** estos restos fragmentarios y pobremente preservados se pueden atribuir sin duda alguna al género *Neocalamites*, ampliamente difundido en estratos del Triásico y Jurásico de Argentina y Chile, y del Gondwana en general. Este género alberga una serie de 'especies' que muchas veces son difíciles de diferenciar por la escasez de sus elementos morfológicos y por la variabilidad natural que tienen los individuos de una misma especie.

En este caso, los elementos morfológicos son también muy escasos por lo que no son atribuidos a ninguna especie en particular, aunque se señala que comparten, en general, los rasgos de la ubiicia y muy difundida *N. carrerei* Halle.

**ORDEN:** Filicales  
**FAMILIA:** Dipteridaceae  
**Género:** *Dictyophyllum* Lindley y Hutton  
 emend. Herbst, 1992

***Dictyophyllum* sp.**

Lám. 2, Fig. 1

**Descripción:** un solo ejemplar fragmentario muestra una porción de pinna de ca. 6 cm de ancho, con un grueso raquis de ca. 2 mm de ancho. Los bordes de esta pinna son profundamente dentados, con 'dientes' (= pinnulas) triangulares, de ca. 5 mm de extensión en su porción libre, con el ápice agudo dirigido hacia arriba.

Las venas laterales de primer orden salen bajo ángulos de 70-75° y se dirigen hacia el ápice de cada 'diente'; las venas de segundo orden salen bajo

ángulos muy abiertos de las anteriores y por sucesivas dicotomías forman una red de areolas poligonales de órdenes sucesivos.

**Material:** SGO.PB. 92a.

**Discusión:** el único ejemplar disponible representa el resto de una pinna de gran tamaño con caracteres morfológicos y medidas muy semejantes a las de *Dictyophyllum* (*Dictyophyllum*) *tenuifolium* (Stipanovic y Menéndez, 1949) Herbst, representada en el Triásico de Barreal (San Juan) y Paso Flores (Neuquén) de Argentina. Dada la escasez de este material no es posible una clasificación más precisa.

**FAMILIA: Gleicheniaceae**  
**Género: *Gleichenites* Seward**

***Gleichenites* sp.**

Lám. 1, Fig. 1; Lám. 2, Fig. 2

**Descripción:** se dispone de un solo ejemplar, estéril, representado por una porción de segmento de ca. 7 cm de longitud por ca. 6 cm de ancho, con un raquis de 0,8 mm de ancho.

Las pinnas son subopuestas, se insertan bajo ángulos de ca. 70°, de hasta 4 cm de longitud por 2-3 mm de ancho, separadas ca. 5 mm sobre el raquis de segmento; raquis de pinna robusto, de ca. 0,4-0,5 mm de ancho.

Pinnulas pecopterídeas, las basales de cada pinna libres hasta la base, las más apicales soldadas hasta cierta distancia del raquis, en general, contiguas a ligeramente separadas. Las basales miden 1,2 mm de longitud por 0,8-1 mm de ancho, las apicales más pequeñas e isodiamétricas, de ca. 0,5 mm de diámetro.

La venación, que no es muy notoria, consiste en una vena media que llega algo zigzagante hasta cerca del ápice y que desprende aproximadamente 3 venas laterales simples en cada hemilámina, con una suave curvatura hacia abajo.

**Material:** SGO.PB. 74.

**Discusión:** si bien el material es estéril y ello dificulta la posibilidad de una asignación genérica como la que aquí se propone, por su morfología general se acerca mucho a las especies del género *Gleichenites* que se ha descrito desde el Triásico hasta el Cretácico en Argentina (Herbst, 1972) y el Triásico de Chile (Herbst, en prensa). En particular, por su tamaño y venación se acerca mucho a *G. san-martini* Halle, del Cretácico Inferior del Lago San Martín y de Baqueró, ambos en la provincia de Santa Cruz, Argentina (Herbst, 1962). No se parece, en cambio, a la *G. cf. argentina* citada por Menéndez (*in* Galli, 1968) ni tampoco a *G. cf. juliensis* citada por el mismo autor (*in* Galli y Menéndez (1968).

Este tipo de filice también podría ser adjudicado a alguna de las especies del género *Todites*, pero éste debe ser reservado para clasificar material fértil de las Osmundaceae.

Hasta no disponer de material fértil, parece más probable su adjudicación a *Gleichenites*, criterio que, en general, ya fue sustentado por Menéndez (*in* Galli y Menéndez, 1968).

**ORDEN: Bennettitales**

Una numerosa cantidad de hojas aisladas que ocurren comúnmente en sedimentitas mesozoicas, en general 'pinnadas' o con apariencia de tal, han sido incluidas en los órdenes Bennettitales y/o Cycadales. En ausencia de caracteres diagnósticos tan importantes como la cutícula que, en general, permite una clara diferenciación a nivel de orden, resulta a veces muy difícil una asignación sistemática en uno u otro sentido.

Por otra parte, este tipo de hojas ha sido incluido en diversos géneros cuya distinción morfológica está lejos de ser clara (cf. Halle, 1913; Harris, 1969; Archangelsky y Baldoni, 1972 y Gee, 1989, entre otros). Los caracteres morfológicos más utilizados son el nivel de inserción de los segmentos o pinnas (también hay confusión en la utilización de estos dos términos) en el raquis: lateral, superior o inferior; los caracteres basales de las pinnas (constrictas, expan-

didas, decurrentes, auriculadas) y el tipo de venación (simple, dicotómica, anastomosada), así como el recorrido de las venas en las porciones basales acroscópicas y basiscópicas, respectivamente. Numerosos autores (algunos ya citados) se han ocupado de este tema y han utilizado criterios, mezclando, cada uno de ellos, distintos tipos de caracteres, ya que las diagnósis originales, por amplias o vagas, no son concluyentes.

Un esquema sistemático morfológico relativamente simple y claro es el que propuso Harris (1969), quien incluyó estas hojas en el orden Bennettitales y que brinda una clave genérica para las formas del Jurásico de Yorkshire (Inglaterra), que a falta de otros mejores, se utilizará aquí en lo esencial (excluyendo de estas diagnósis los aspectos de las cutículas no disponibles en el presente material).

De esta manera, los géneros para la taoflora de impresiones de este estudio, quedarían definidos con los siguientes caracteres (extractado de Harris, 1969):

**Género *Anomozamites* Schimper:** hojas abscisas en las bases del pecíolo, forma de las hojas largamente lanceoladas, lámina dividida hasta la vena media en segmentos anchos, típicamente tan anchos como largos, base de segmentos no contraída. Venas numerosas, paralelas, simples o furcadas, terminando en el margen distal. Vena media (raquis) parcialmente expuesta en la parte superior de la hoja; (sigue la descripción breve de caracteres cuticulares).

**Género *Zamites* Brongniart:** hojas simples, pinnas adheridas al borde superior del raquis; pinnas lanceoladas; bases de pinnas simétricamente contraídas y adheridas por una pequeña área en la parte media del margen basal; ápice de pinna agudo; venas divergiendo desde la base, dicotómicas, pero no anastomosadas, terminando en los bordes y ápice de las pinnas; (continúa la descripción de las cutículas).

Harris (1969) señaló que la distinción entre los géneros *Anomozamites* y *Pterophyllum* está dada, principalmente, por la relación largo: ancho de las pinnas (más de dos veces más largas que anchas en el segundo mencionado), en cambio, la distinción entre *Zamites* y *Ptilophyllum* también es difícil, ya que se basa en que en el segundo, el ángulo basal inferior es decurrente, carácter que no siempre es visible.

Archangelsky y Baldoni (1972) señalaron, a su vez, que varios de estos géneros se distinguen por los caracteres de la inserción de las pinnas, aunque ello queda muchas veces enmascarado por la inserción oblicua de las pinnas o si solamente se dispone de impresiones de la cara inferior de las hojas.

Estos autores, y posteriormente otros, hicieron algunas 'excepciones' en la utilización de estos caracteres, haciendo valer más los caracteres cuticulares con lo que se introdujo nuevamente confusión en la sistemática.

**Género: *Anomozamites* Schimper**  
***Anomozamites* sp.**

Lám. 1, Figs. 4-5; Lám. 2, Fig. 3

**Descripción:** hojas de forma y tamaño desconocidos; ejemplares disponibles de 2 cm de ancho con un raquis de aproximadamente 1 mm de ancho. Están

provistas de pinnas casi cuadrangulares, ligeramente falcadas en el borde superior, con el borde distal inferior redondeado, insertas por todo el ancho de la base, probablemente lateralmente al raquis. Tamaño aproximado de las pinnas 1,2-1,5 cm de longitud por 1 cm de ancho en la base.

Venas saliendo a intervalos regulares en toda la base, paralelas, con ocasionales dicotomías, abriéndose ligeramente para cubrir toda la lámina; densidad en la parte media de la pinna, ca. 3 venas por mm.

**Material:** SGO.PB. 63, 64, 66, 67, 75, 92b, 93.

**Discusión:** tal como se indicó en las definiciones, a veces es difícil la distinción genérica entre las hojas de las Bennettitales (*s.l.*). Ello no parece ser tanto en el caso de las hojas pinnadas provistas de pinnas (o segmentos) más o menos isodiamétricas, esto es, tan largas como anchas, que clásicamente se han incorporado al género *Anomozamites*, criterio que se sigue en el presente estudio.

Este género fue mencionado solamente por Bonetti (1972) como integrante de la flora triásica de Barreal (provincia de San Juan, Argentina). Esta autora citó tres formas diferentes, de las que solamente *Anomozamites gracilis* Nathorst se acerca morfológicamente a la forma de Juan de Morales. No obstante su parecido general, ésta parece ser una especie de hojas más pequeñas, con diferente forma de las pinnulas, aunque con similar densidad de venación. En otras áreas geográficas hay varias formas que se le parecen morfológicamente, *e.g.*, *A. minor* Nathorst descrita por Harris (1932) para Groenlandia, en particular, la forma ilustrada en la figura 10A; también se parece a *A. thomasi* Harris (1969), por ejemplo las figuras 39A, B y E. Estos dos ejemplos de formas que se encuentran en áreas geográficas muy lejanas bastan para impedir que por ahora, dado lo fragmentario del material, se intente una asignación más precisa.

**Género: *Zamites* Brongniart**  
***Zamites antarcticus* Halle**

Lám. 1, Figs. 8-9; Lám. 2, Fig. 5

**Sinonimia:** *in* Halle (1913) e *in* Gee (1989).

**Descripción:** hojas grandes de forma y tamaño desconocido. Las porciones disponibles miden hasta 12 cm de longitud por 5 cm de ancho, con un raquis de ca. 3 mm.

Pinnas largas de 2,3-2,5 cm de longitud por 3 mm

de ancho en la base, de bordes paralelos y ápice redondeado; las pinnas más pequeñas (Lám. 1, Fig. 9) son algo falcadas y de ápice un poco más agudo. Se insertan, al parecer, por todo el ancho de la base, no observándose callosidad alguna; la base es simétrica con ambos ángulos basales ligeramente contraídos y redondeados.

Las venas salen por todo el ancho de la base, son rectas y paralelas o ligeramente divergentes a las basales; sólo ocasionalmente producen dicotomías en su recorrido hacia los bordes laterales y el ápice. La densidad es de ca. 3 venas por mm.

**Material:** SGO.PB. 70, 71, 72, 97, 98a.

**Discusión:** esta especie es la más abundante y mejor representada en las muestras estudiadas de esta tafolora. Si bien es imposible definir algunos detalles importantes debido, principalmente, a la granulometría gruesa de las rocas portantes, el conjunto de los elementos morfológicos apunta sin lugar a dudas a incluir estos ejemplares bajo el nombre de *Z. antarcticus*. Esta especie fue tratada por varios autores (Seward, 1917; Menéndez, 1966; Archangelsky y Baldoni, 1972; Gee, 1989) con una historia nomenclatural algo compleja, ya que fue considerada como *Ptilophyllum* por los tres primeros autores mencionados. Sin embargo, y ateniéndose a la definición de Harris (1969), la especie debe considerarse como *Zamites*, tal como lo aceptaron Anderson y Anderson (1983) y Gee (1989). Las pequeñas diferencias en tamaño y en la densidad de venación pueden adjudicarse a diferencias de preservación y/o al natural polimorfismo que tienen estas hojas.

*Zamites ar.tarcticus* tiene una difusión bastante amplia en Sudamérica desde el Jurásico Medio (Antártida: Halle, 1913) hasta el Cretácico Inferior de Patagonia (Formación Baqueró: Menéndez, 1966; Archangelsky y Baldoni, 1972).

***Zamites cf. pusillus* Halle**

Lám. 1, Fig. 6; Lám. 2, Fig. 6

**Descripción:** hojas pinnadas de ca. 3 cm de ancho y longitud desconocida; raquis del orden de ca. 2-3 mm de ancho. Pinnas subopuestas, insertas bajo ángulos de ca. 70° por toda la base, sin callosidad visible, borde basal acroscópico algo expandido, pero sin llegar a formar una aurícula y basiscópico redondeado. Pinnas de 1 cm de largo por 0,5 cm de ancho, de

aspecto ligeramente falcado, borde basal algo curvado y distal casi recto, ápice redondeado.

Venas saliendo por toda la base, divergentes, divididas dos veces a aproximadamente  $1/3$  y  $2/3$  del recorrido. Densidad de venación cerca de la base ca. 3-4 por mm.

**Material:** SGO.PB. 65, 100.

**Discusión:** esta forma está representada por impresiones de la cara inferior de la hoja, por lo que no se observa muy bien el nivel de inserción de las pinnas. Ambos ejemplares son notoriamente semejantes a *Z. pusillus* Halle (1913), que este autor incluyó en su 'sección' *Subzamites*. Halle (1913) contó, al parecer, con dos ejemplares (sólo uno según Gee, 1989) y desde luego esto no sería suficiente para definir una buena especie. No obstante, Herbst y Anzótegui (1968) la consideraron válida y le adjudicaron material del Jurásico Medio de Taquetrén (provincia de Chubut, Argentina). Igualmente, Gee (1989) en su revisión aceptó la validez de la especie.

El ejemplar de Juan de Morales tiene pinnas un poco más grandes, y consecuentemente la densidad de venación es un poco mayor. Esta especie es la que más se parece al material en estudio, por lo que se la adjudica, aunque con algún margen de duda.

***Zamites* sp.**

Lám. 2, Fig. 4

**Descripción:** hojas de forma y tamaño desconocidos. Pinnas alternas, insertas bajo ángulos abiertos del orden de 70-75°, de ca. 6-7 mm de largo por 2 mm de ancho; el borde inferior es algo curvado y el superior casi recto, el ápice es redondeado. Base de pinna simétrica, ligeramente contraída en ambos ángulos basales. La venación está mal conservada, las venas salen por toda la base. La densidad es del orden de 2-3 venas por mm.

**Material:** SGO.PB. 79, 98b.

**Discusión:** el ejemplar disponible es muy fragmentario, de modo que no es posible establecer comparaciones con otras especies. Es probable que pueda tratarse de la porción basal de alguna hoja de mayor tamaño (e.g., *Z. antarcticus*), pero el tamaño regular de las pinnas no parece indicar que éste sea el caso.

Es probable que se trate de una 'especie' diferente de las descritas anteriormente, aunque por el momento no pueda ser definida con más precisión.

ORDEN: Coniferales  
Género: *Brachyphyllum* Brongniart

*Brachyphyllum* sp.

Lám. 1, Fig. 10; Lám. 2, Fig. 8

**Descripción:** ramas de coníferas de hasta 6-7 mm de ancho, la más larga de ca. 6 cm; está cubierta por hojas (brácteas) de contorno romboidal, de 1,2-1,3 mm de ancho por 2,5-2,8 mm de alto; están dispuestas helicoidalmente, las hileras en ángulos de 30-35° respecto al eje, imbricadas en los bordes basales inferiores, de tal modo que se superponen parcialmente a las anteriores. Las brácteas son coriáceas y gruesas, su superficie externa algo convexa y cubierta por una serie de marcas (rastros carbonosos) que forman una suerte de 'cuadrillé' (Lám. 1, Fig. 10).

**Material:** SGO.PB. 77.

**Discusión:** se considera que solamente dos ejemplares más o menos fragmentarios no son suficientes para realizar comparaciones detalladas a nivel específico, en particular tratándose de un género que si bien está correctamente definido como tal, cuando se dispone de las cutículas, no ocurre así cuando éstas faltan, esto es, cuando se trata de meras impresiones.

Por este motivo se clasifican estos ejemplares solamente a nivel genérico.

'Semilla' *incertae sedis*

Lám. 1, Fig. 7

**Descripción:** semilla platispérmica, de contorno ovalado, de ca. 8 mm de alto x 7 de largo, que aparenta tener un 'cuerpo central' de 6 x 4,5 mm, que está recorrido por una 'quilla' longitudinal, de borde superior más o menos agudo. El borde o 'ala' que rodea a este cuerpo central tiene un ancho de 1 mm y en uno de los extremos se enangosta hacia el sitio de su inserción (?). En el extremo opuesto a este enangostamiento, hacia la terminación de la quilla, el cuerpo central muestra un 'ápice' aguzado (Lám. 1, Fig. 7).

**Material:** SGO.PB. 78.

**Discusión:** los elementos descriptivos de este único ejemplar son demasiado escasos para intentar una asignación que tenga algún significado. Debido a esto, se describe meramente su presencia como 'semilla'.

## CONCLUSIONES

La edad jurásica superior (Oxfordiano) asignada a la Formación Chacarilla se basa en evidencias bastante débiles. Galli y Dingman (1962) son los autores que mejor la discutieron y en ese trabajo la establecieron, pero autores posteriores utilizaron exactamente los mismos argumentos y evidencias proporcionados por ellos. Por ejemplo, Bogdanic y Döbel (1988) sistemáticamente asignaron a las rocas marinas que infrayacen a la Unidad Inferior Continental una edad oxfordiana-kimmeridgiana, sin mayor discusión, sobre la base justamente de los datos de Galli y Dingman (1962).

Estos últimos señalaron que en la propia región de Chacarilla (donde está el perfil tipo de la formación) no hay evidencias fosilíferas que permitan alguna datación (salvo las plantas ya mencionadas anteriormente, coleccionadas por el propio Galli, que '... serán estudiadas próximamente' (*op. cit.*; p. 36). Estas son las plantas revisadas primero por Fuenzalida y luego por Menéndez (*in* Galli y Menéndez, 1968) y

que, como se dijo anteriormente, son el objeto del presente trabajo. En la región de Chacarilla (Galli y Dingman, 1962), los fósiles que sugieren una edad jurásica superior son... 'los ammonites mal conservados hallados por geólogos de la ENAP [Empresa Nacional del Petróleo] (*Perisphinctes* y probablemente *Arisphinctes*) que Cecioni atribuye al Jurásico superior y los ejemplares de *Posidonomya*' (Galli y Dingman, 1962, p. 36). A continuación, estos autores discutieron la ubicación sistemática de los ejemplares de *Posidonomya* [= *Bositra* sp.], un bivalvo jurásico de amplio biocrón, que es comparado con varias especies; sobre esta base, terminaron aceptando una edad que fluctúa entre el Jurásico Medio y la base del Superior. Tampoco las huellas de grandes dinosaurios halladas en la zona, escasamente estudiadas y sólo analizadas a partir de fotografías proporcionadas al Dr. J.T. Gregory, proveen información cronológica concluyente.

Toda la fundamentación sobre la base de los ammonites surge de identificaciones efectuadas por J. Tavera en 1941 (aparentemente inéditos) sobre ejemplares entregados en ese entonces por el Instituto de Fomento Minero de Tarapacá y que, 'provenirían' de la Formación Chacarilla. Sin embargo, estos importantes hallazgos no se repitieron posteriormente por diversos geólogos que trabajaron en la región. Los fósiles identificados por J. Tavera corresponden a: '*Perisphinctes andium* Steinmann (1 ejemplar); *P. roubianus* Fontan. (fragmentos); *P. sp.* (impresión)'.<sup>\*</sup>

De acuerdo con un comentario de A.C. Riccardi (comunicación escrita, 1995), que fuera consultado sobre el valor que como indicadores cronológicos pudieran tener estas especies y las de la infrayacente Formación Duplijsa, señaló que ... 'los perisphinctidos constituyen un grupo con géneros cuya identificación puede ser fácilmente confundida'. Desde luego que no se trata de desvalorizar las determinaciones realizadas con anterioridad, pero sí, es frágil basar conclusiones cronológicas concluyentes en estas condiciones.

Los fósiles marinos de la Formación Duplijsa (Galli, 1968) son también todos indicadores de edades que fluctúan entre el Bajociano y el Oxfordiano. Se trata, igual que en la Formación Chacarilla, de materiales bastante fragmentarios y de procedencia estratigráfica y asociación poco segura, cuya descripción detallada aún falta. En este trabajo se citan (textualmente): '*Perisphinctes*'; '*Arisphinctes*?'; '*Macrocephalites*'; '*Reineckeia*?'; y '*Rhynchonella*'.

Por otra parte, y sobre la base exclusiva de los elementos botánicos, resulta un tanto difícil definir una edad exacta para esta taoflora. Algunas de las formas, tales como '*Neocalamites*' y '*Dictyophyllum*', son muy típicas, aunque no exclusivas, de sedimentos triásicos de la vecina Argentina. Otras, como las tres formas de '*Zamites*' y '*Anomozamites*' son más características del Jurásico Medio, como en las taofloras de Hope Bay (Antártida) (Halle, 1913) y en la de

Taquetrén, en la provincia de Chubut (Argentina) (Bonetti, 1963; Herbst y Anzótegui, 1968). Finalmente, hay géneros como '*Gleichenites*' y '*Brachyphyllum*' que tienen un biocrón amplio que se extiende, por lo menos en Sudamérica, entre el Triásico y el Cretácico Inferior.

Sin embargo, la asociación de Juan de Morales puede ser relacionada estrechamente con las llamadas 'floras matildenses' que incluyen, además de las ya señaladas (Hope Bay y Taquetrén), las del Gran Bajo de San Julián (Feruglio, 1949) y la más recientemente estudiada de Botany Bay, también en Antártida (Rees, 1993). Todas estas taofloras, a pesar de algunos vaivenes que las hicieron fluctuar entre el Liásico y el Cretácico Inferior, son definitivamente del Jurásico Medio, en particular del intervalo Aaleniano-Bajociano; estas conclusiones están fundamentalmente basadas en la posición estratigráfica, y últimamente en mediciones radiométricas de algunas de ellas (Rees, 1993 y la literatura allí citada).

Por el carácter general de la asociación paleoflorística y tomando en cuenta los aspectos estratigráficos señalados por Galli (1968), se puede concluir que esta taoflora es más moderna que el Triásico, pero más antigua que el Cretácico Inferior. Ello la ubicaría en el Jurásico (*s.l.*).

Dada la demostrada debilidad de los argumentos previos para la ubicación en el Jurásico Superior de la Formación Chacarilla, se estima que las evidencias aportadas por la taoflora son, por el momento, más seguras y no contradicen ningún dato que surge de las relaciones estratigráficas con unidades infra- y suprayacentes. La 'taoflora de Juan de Morales' tiene un neto carácter 'matildense' y, por lo tanto, comparte la edad de todas estas taofloras ubicadas en el Jurásico Medio. Es posible que en Chile o las 'floras matildenses' puedan ser un poco más jóvenes y que su biocrón pueda llegar al Caloviano, pero no necesariamente al Oxfordiano.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a D. Frassinetti, responsable de las colecciones paleontológicas del Museo Nacional de Historia Natural de Chile, la autorización para estudiar esta colección, como también las atenciones recibidas. Un subsidio de la 'National Geo-

graphic Society' (Washington-U.S.A.) a uno de los autores (RH) facilitó la visita a Chile. También se agradecen los comentarios críticos del Dr. P.M. Rees (University of London) y V. Covacevich (SERNAGEOMIN) que, indudablemente, mejoraron la calidad de

<sup>\*</sup> Esta flora está siendo reestudiada con el aporte de nuevos elementos recolectados recientemente por uno de los autores (RH).

este trabajo. El Sr. O. León (MNH) colaboró gentilmente en la obtención de las fotografías. Esta es un

aporte al Proyecto IUGS-IGCP 322 'Jurassic events in Southamerica' y al Proyecto FONDECYT 1950065.

## REFERENCIAS

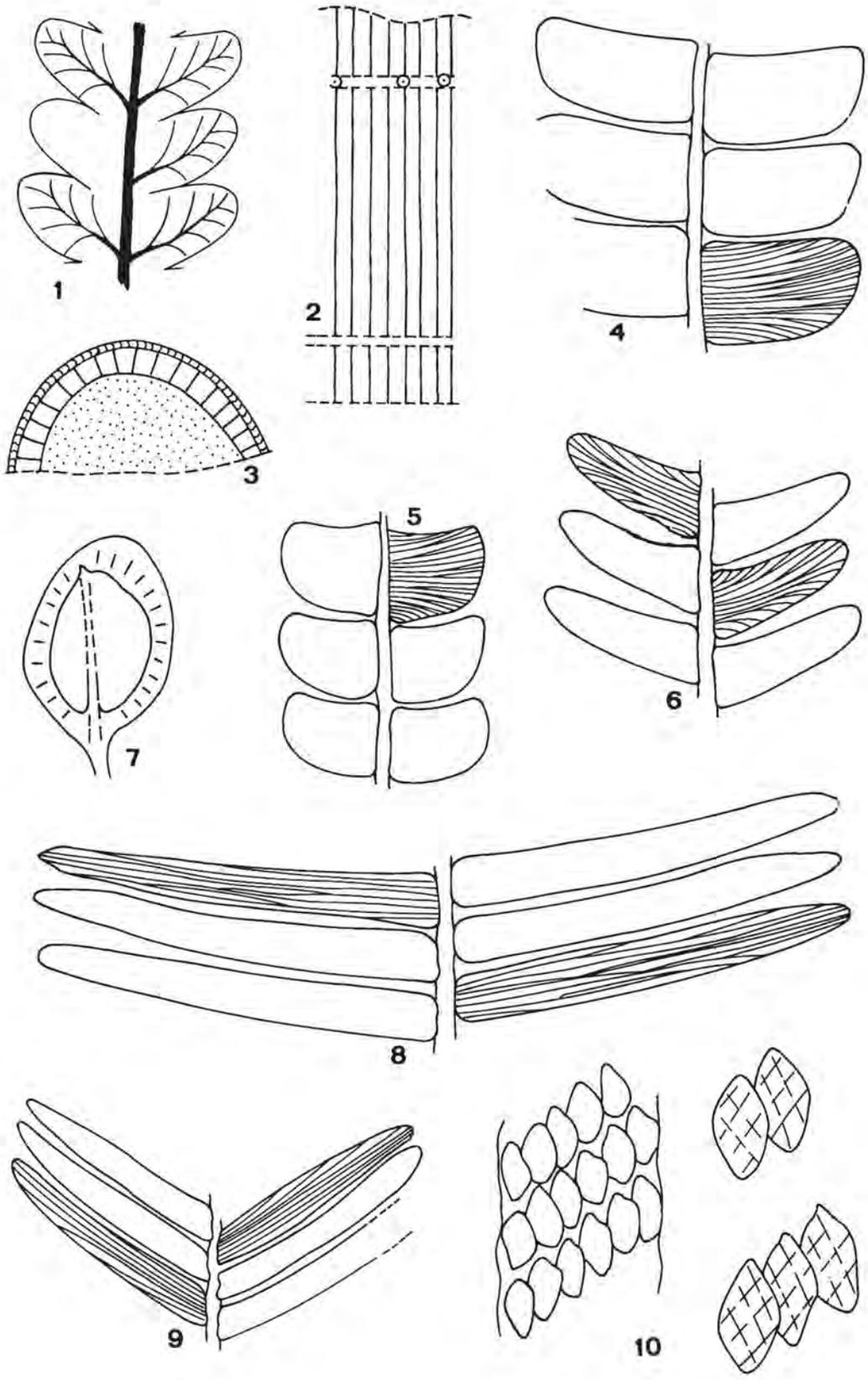
- Anderson, J.M.; Anderson, H.M. 1983. Paleoflora of Southern Africa, Molteno Formation (Triassic). *A.A. Balkema Publisher*, Vol. 1, parts 1-2, 227 p. Rotterdam.
- Archangelsky, S.; Baldoni, A.M. 1972. Revisión de las Bennettiales de la Formación Baqueró (Cretácico inferior), provincia de Santa Cruz. I. Hojas. *Museo de La Plata, Revista, Sección Paleontología*, Vol. 7 (Nueva Serie), p.195-265. La Plata.
- Bogdanic, T.; Döbel, R. 1988. Antecedentes sobre sedimentitas jurásico superiores-cretácicas (?) y volcanitas cretácicas de la precordillera del Norte Grande de Chile. In *Congreso Geológico Chileno, No. 5, Actas*, Vol. 3, p. H21-H35. Santiago.
- Bonetti, M.I.R. 1963. Flórlula mesojurásica de la zona de Taquetrén (Cañadón del Zaino), Chubut. *Museo Argentino de Ciencias Naturales 'Bernardino Rivadavia', Revista, Paleontología*, Vol. 1, No. 2, p. 23-43.
- Bonetti, M.I.R. 1972. Las 'Bennettiales' de la flora triásica de Barreal (Provincia de San Juan). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales 'Bernardino Rivadavia', Paleontología*, Vol. 1, No. 10, p. 307-322. Buenos Aires.
- Feruglio, E. 1949. Descripción geológica de la Patagonia. *Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales*, Vol. 1, 329 p. Buenos Aires.
- Fuenzalida, H. 1966. Historia vegetacional de Chile. *Estudios Geográficos*, Vol. 1, p. 21-39. Santiago, Chile.
- Fuenzalida, H. 1980. Historia vegetacional de Chile. *Museo Nacional de Historia Natural, Noticiero Mensual*, Vol. 25, No. 287, p.16-27.
- Galli, C. 1968. Cuadrángulo Juan de Morales, Provincia Tarapacá. *Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile*, No. 18, 53 p.
- Galli, C.; Dingman, R.J. 1962. Cuadrángulos Pica, Alca, Matilla y Chacarilla, con un estudio sobre los recursos de agua subterránea, Provincia de Tarapacá. *Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile*, Nos. 7-10, 125 p.
- Galli, C.; Menéndez, C.A. 1968. Geología de la Quebrada Juan de Morales, Tarapacá, Chile y su flora jurásica. In *Terceras Jornadas Geológicas Argentinas, Actas*, Vol. 1, p. 163-171. Salta, Argentina.
- Gee, C.T. 1989. Revision of the Late Jurassic/Early Cretaceous flora from Hope Bay, Antarctica. *Palaeontographica, Abt. B*, Vol. 213, No. 4-6, p.149-214.
- Halle, T.G. 1913. The Mesozoic flora of Graham Land. *Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar Expedition 1901-1903*, Vol. 3, No. 14, 123 p. Stockholm.
- Harris, T.M. 1932. The fossil flora of Scoresby Sound, Greenland. Part III. Caytoniales and Bennettiales. *Meddelelser om Gronland*, Vol. 85, No. 5, 121 p. Copenhagen.
- Harris, T.M. 1969. The Yorkshire Jurassic Flora. III. Bennettiales. *British Museum of Natural History, Publication*, No. 675, 186 p.
- Herbst, R. 1962. Sobre las especies de *Gleichenites* de los sedimentos baqueroenses de Santa Cruz, Patagonia. *Ameghiniana*, Vol. 2, No. 8, p. 141-148.
- Herbst, R. 1972. *Gleichenites potrerillensis* n. sp. del Triásico medio de Mendoza (Argentina), con comentarios sobre las *Gleicheniaceae* fósiles de Argentina. *Ameghiniana*, Vol. 9, No. 1, p. 17-22.
- Herbst, R. 1992. Propuesta de clasificación de las Dipteridaceae (Filicales) con un Atlas de las especies argentinas. *D'Orbignyana*, No. 6, p.1-71. Corrientes, Argentina.
- Herbst, R.; Anzotegui, L.M. 1968. Nuevas plantas de la flora del Jurásico Medio (Matildense) de Taquetrén, Prov. de Chubut. *Ameghiniana*, Vol. 5, No. 6, p.183-190.
- Herbst, R. (En prensa). New *Gleichenites* (Gleicheniaceae, Filicales) from the Triassic of Argentina and Chile. *The Paleobotanist, Lucknow*.
- Menéndez, C.A. 1966. Fossil Bennettiales from the Ticó flora, Santa Cruz province, Argentina. *British Museum of Natural History, Bulletin, Geology*, Vol. 12, No. 1, p.1-42.
- Rees, P.M. 1993. Revised interpretations of Mesozoic palaeogeography and volcanic arc evolution in the Northern Antarctic Peninsula region. *Antarctic Science*, Vol. 5, No. 1, p. 77-85.
- Seward, A.C. 1917. Fossil Plants. A text-book for students of Botany and Geology. Vol. 3, 656 p. Cambridge, England.
- Stipanovic, P.N.; Menéndez, C.A. 1949. Contribución al conocimiento de la flora fósil de Barreal (Provincia de San Juan). I. Dipteridaceae. *Boletín de Informaciones Petrolíferas Argentinas*, Vol. 26, No. 291, p. 44-73.

## LAMINA 1

## Figuras

- 1 ***Gleichenites* sp.** (p. 6).  
Porción de pinna mostrando la forma y venación de las pinnulas; SGO.PB. 74, aproximadamente x 15.
- 2, 3 ***Neocalamites* sp.** (p. 5).  
2. Porción de tallo mostrando las cicatrices rameales (?); SGO.PB. 92, aproximadamente x 1.  
3. Corte de un tallo a la altura de un nudo; SGO.PB. 95, aproximadamente x 0,7).
- 4, 5 ***Anomozamites* sp.** (p. 7).  
Porciones de pinna mostrando la forma de las pinnulas o segmentos y la venación.  
4. SGO.PB. 92b, aproximadamente x 3.  
5. SGO.PB. 75, aproximadamente x 2.
- 6 ***Zamites cf. pusillus* Halle** (p. 8).  
Porción de hoja mostrando la forma y venación de las pinnas o segmentos; SGO.PB. 100, aproximadamente x 1,7.
- 7 **'Semilla' *incertae sedis*** (p. 9).  
SGO.PB. 78, aproximadamente x 3,5.
- 8, 9 ***Zamites antarcticus* Halle** (p. 7).  
Porciones de hoja mostrando la forma de las pinnas o segmentos y la venación.  
8. SGO.PB. 70, aproximadamente x 3.  
9. SGO.PB. 97, aproximadamente x 2.
- 10 ***Brachyphyllum* sp.** (p. 9).  
Porción de rama mostrando la disposición de las brácteas y detalle de las mismas; SGO.PB. 77 aproximadamente x 4,5 y x 7,5, respectivamente.

LAMINA 1



**LAMINA 2**

(El trazo que acompaña a las figuras sin reglilla señala 1 cm)

**Figuras**

- 1 ***Dictyophyllum* sp.** (p. 5).  
Porción de pinna; SGO.PB. 92a.
- 2 ***Gleichenites* sp.** (p. 6).  
Porción de segmento; SGO.PB. 74.
- 3 ***Anomozamites* sp.** (p. 7).  
Porción de hoja; SGO.PB. 93.
- 4 ***Zamites* sp.** (p. 8).  
Porción de hoja; SGO.PB. 79.
- 5 ***Zamites antarcticus*** Halle (p. 7).  
Porción de hoja; SGO.PB. 70.
- 6 ***Zamites cf. pusillus*** Halle (p. 8).  
Porción de hoja; SGO.PB. 100.
- 7 ***Neocalamites* sp.** (p. 5).  
Porción de nudo, mostrando en parte la base de las hojas; SGO.PB. 96.
- 8 ***Brachyphyllum* sp.** (p. 9).  
Porción de rama con brácteas; SGO.PB. 77.

