

# La flora Triásica de la Quebrada Doña Inés Chica, Región de Atacama, Chile

**Rafael Herbst**

Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO-CONICET). Las Piedras 201 7°/B, 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina.  
rafa.herbst36@gmail.com

**Alejandro Troncoso**

Universidad de Talca. Pje. Miguel Muñoz 1083, Talagante, Chile. aletronc@utalca.cl

## RESUMEN

Se brinda la descripción de una megaflora compuesta por impresiones de frondas y hojas de la Formación Quebrada del Salitre, de edad Triásico Superior, proveniente de la localidad Quebrada de Doña Inés Chica (26° 07' S - 69° 20' W), 3ª Región, Chile. La misma está constituida por: *Neocalamites* sp. cf. *N. carrerei* Halle, *Cladophlebis* cf. *mesozoica* Kurtz ex Frenguelli, *Dictyophyllum* (D.) *tenuifolium* (Stipanovic & Menéndez) Bonetti & Herbst, *Gleichenites cachivaritensis* Herbst, *Dicroidium odontopteroides* (Morris) Gothan, *Dicroidium lancifolium* (Morris) Gothan, *Pterophyllum* sp. a, *Pterophyllum* sp. b, *Sphenobaiera* cf. *steinmannii* (Solms-Laubach) Anderson & Anderson, *Sphenobaiera* cf. *schenkii* (Feistmantel) Florin, *Linguifolium gracile* Anderson & Anderson, *Linguifolium tenison-woodsii* (Jack & Etheridge) Retallack, *Heidiphyllum* cf. *elongatum* (Morris) Retallack, cf. *Rochipteris* sp., *Matatiella suarezii* nov. sp., *?Switzianthus* sp., *Umkomasia* sp., y una fructificación indeterminada. Las fructificaciones *Matatiella* y *?Switzianthus* se citan por primera vez en el Triásico de Chile. Un análisis paleoambiental, basado en caracteres foliares y el estado de preservación, contrastado con la información obtenida a partir de la sedimentología, propone un ambiente de clima subtropical estacional, mesomórfico a xeromórfico, y la existencia de diversas paleocomunidades vegetacionales para el lapso de esta Formación.

**Palabras clave:** megaflora, impresiones, paleoclima. Triásico Superior, norte de Chile.

## ABSTRACT

A TRIASSIC FLORA FROM QUEBRADA DOÑA INÉS CHICA, ATACAMA, CHILE. A megaflora preserved by impressions in three distinct levels from the Quebrada del Salitre Formation, Upper Triassic, from the locality Quebrada de Doña Inés Chica (26° 07' S - 69° 20' W), 3<sup>rd</sup> Region, Chile, is described. The taphoflora is composed by *Neocalamites* sp. cf. *N. carrerei* Halle, *Cladophlebis* cf. *mesozoica* Kurtz ex Frenguelli, *Dictyophyllum* (D.) *tenuifolium* (Stipanovic & Menéndez) Bonetti & Herbst, *Gleichenites cachivaritensis* Herbst, *Dicroidium odontopteroides* (Morris) Gothan, *Dicroidium lancifolium* (Morris) Gothan, *Pterophyllum* sp. a, *Pterophyllum* sp. b, *Sphenobaiera* cf. *steinmannii* (Solms-Laubach) Anderson & Anderson, *Sphenobaiera* cf. *schenkii* (Feistmantel) Florin, *Linguifolium gracile* Anderson & Anderson, *Linguifolium tenison-woodsii* (Jack & Etheridge) Retallack, *Heidiphyllum* cf. *elongatum* (Morris) Retallack, cf. *Rochipteris* sp., *Matatiella suarezii* nov. sp., *Umkomasia* sp. and an undetermined fructification. The fructifications *Matatiella* and *?Switzianthus* are recorded for the first time in the Triassic of Chile. A paleoenvironmental analysis, based on foliar characters and preservation of the fossils, together with sedimentological data, allows proposing a subtropical seasonal, meso- to xeromorphic climate and the existence of several paleocommunities for the Upper Triassic in the Atacama region and the deposition of Quebrada del Salitre Formation.

**Keywords:** megaflora, impressions, paleoclimate, Upper Triassic, Northern Chile.

## INTRODUCCIÓN

En la Región de Atacama (3ª Región), provincia de Chañaral, en el norte de Chile, en la quebrada de Doña Inés Chica (26° 07' S - 69° 20' W), aflora una secuencia triásica, la Formación Quebrada del Salitre, visitada en Mayo de 2007, y cuyos primeros datos de la megaflora fueron publicados por Herbst

y Troncoso (2000). La presente entrega ofrece la descripción de todos los taxones encontrados y las consideraciones paleoambientales que es dable inferir. Estas últimas están basadas, sobre todo, en los caracteres fisiognómicos de las hojas, antes que en su pertenencia taxonómica, y en el estado de preservación. Con ello se avanza en la exploración de potencialidades de una metodología

insinuada en una breve experiencia realizada, con buenos resultados, para algunas tafofloras triásicas del sur de Chile (Herbst *et al.*, 2005).

La presencia de plantas en estos sedimentos ya había sido señalada por autores anteriores (Chong y Hillebrand, 1985; Bell y Suárez, 1991; Tomlinson *et al.*, 1999), pero sin que hubiese descripciones, ni siquiera mención de taxones.

Las plantas proceden de la Formación Quebrada del Salitre (Naranjo y Puig, 1984), denominación con que aparece en la Hoja Potrerillos (Tomlinson *et al.*, 1999), unidad que Bell y Suárez (1991) y Suárez y Bell (1992a, 1992b) correlacionan con e incluyen dentro de la Formación Profeta. Las mismas fueron exhumadas de tres “niveles fosilíferos”, de dos perfiles, en sendas quebradas, Quebrada de los Fósiles (denominada así por los presentes autores, toda vez que no hay nombre registrado) y Quebrada de Diablo, tributarias de la Quebrada de Doña Inés Chica, ubicadas en el mapa (Figura 1). La flora no es muy diversificada y exhibe similitudes con la de la Formación La Ternera, localidad de la que no la separa una gran distancia y con que comparte un importante porcentaje de taxones genéricos y varios específicos.

La edad de la porción inferior de esta formación, que es continental, de acuerdo con los datos de Bell y Suárez (1991), queda acotada al Triásico Superior. Algunos autores estiman que los niveles más altos, esto es, la porción superior de la secuencia, podrían entrar al Liásico, pero estos últimos sedimentos ya son marinos, y, aunque no existe un límite muy definido entre ambas facies,

las plantas indican definitivamente una edad triásica.

La secuencia está constituida por una serie de areniscas y limolitas, de colores predominantemente verdosos y amarillentos, que fuera sintéticamente descrita por Bell y Suárez (1991) y Suárez y Bell (1992b). Se señala, no obstante, que los tres niveles fosilíferos localizados se encuentran aproximadamente en la porción media de la sucesión que, según los autores citados, tendría unos 400 m de espesor. Los niveles fosilíferos de la Quebrada de los Fósiles, aquí nominados con una secuencia numérica que va de base a techo (NF 1, NF 2, NF 3), están separados unos de otros por alrededor de 60-70 m cada uno. En la Quebrada de los Fósiles no se ha localizado la capa de vulcanita intercalada en el perfil (Bell y Suárez, 1991, Figura 3), la que sí aparece en la Quebrada del Diablo, lo que impide ubicar y correlacionar con precisión los niveles fosilíferos de ambas Quebradas.

## MATERIALES Y MÉTODO

Las plantas colectadas son todas impresiones en limolitas y no conservan restos de la materia orgánica original. En general su preservación no es muy

buena, ya que en muchos casos la venación de las láminas no es claramente discernible. Los materiales se guardan en la colección paleobotánica del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago de Chile (MNHN) bajo el acrónimo SGO Pb.

## PALEONTOLOGIA SISTEMÁTICA

### Impresiones foliares

Orden Equisetales R.M. Tryon & A.F. Tryon 1982

Familia Apocalamitaceae Radczenko 1957

Género *Neocalamites* Halle 1908

**Especie tipo:** *N. boerensis* (Schimper) Halle 1908

*Neocalamites* cf. *carrerei* (Zeiller) Halle 1908

**Comentario:** en toda la columna de la Quebrada de los Fósiles, están presentes restos de esta ubicua especie de las Equisetales. Se trata de tallos decorticados, con nudos, recorridos verticalmente por numerosos surcos y costillas, con anchos variables, del orden de 1 a 3 cm. Se asigna con dudas a la especie *N. carrerei*, que es la especie más abundante en el Triásico de esta parte del Gondwana y que fuera citada de numerosas localidades. Es particularmente abundante en el NF 2, donde, en algunos niveles carbonosos, es el único fósil presente. Los restos son siempre muy fragmentarios.

**Material estudiado:** NF 1: SGO Pb 2550, 2608, 2609; NF 2: SGO Pb 2658 al 2664.

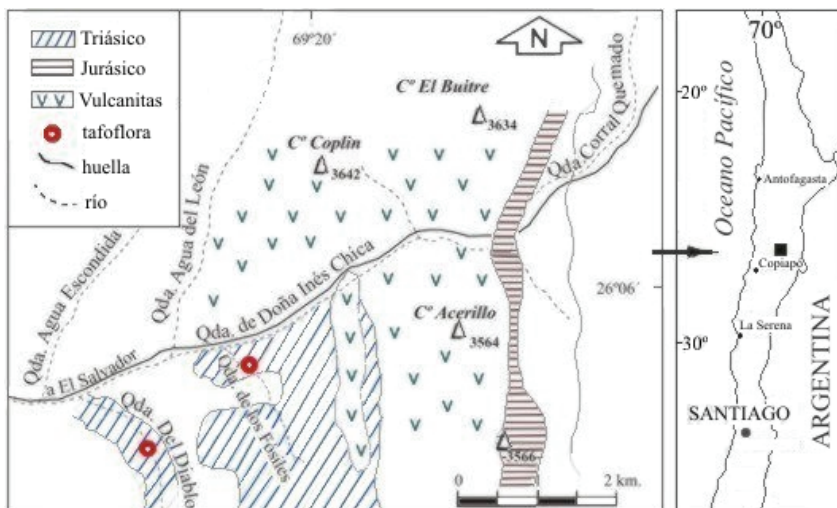
Orden Filicales R.M. Tryon & A.F. Tryon 1982

Familia Dipteridaceae Seward & Dale 1901

Género *Dictyophyllum* (Lindley & Hutton) Webb 1982

**Especie tipo:** *D. rugosum* Lindley et Hutton, 1834

*Dictyophyllum* (*D.*) *tenuifolium* (Stipanovic y Menéndez) Bonetti y Herbst 1964



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la Quebrada Doña Inés Chica, Atacama, Provincia de Chañaral, Chile.

**Figure 1.** Location map of the Quebrada Doña Inés Chica, Atacama (3<sup>rd</sup> Region), Chañaral Province, Northern Chile.

**Comentario:** restos fragmentarios de láminas foliares con venación areolada, cuyos detalles responden a las descripciones de Bonetti y Herbst (1964); Herbst (1992). Los ejemplares son estériles pero los caracteres disponibles son suficientes para una correcta identificación. Esta especie fue hallada en el Triásico Medio de la Formación Barreal (San Juan, Argentina) y del Triásico Superior de la Formación Paso Flores (Neuquén, Argentina) por Herbst (1992). En Chile está presente el Triásico de la Formación La Ternera, en el Triásico Superior de la Formación Santa Juana, en el valle del Biobío (Leppe *et al.*, 2006) y en el Triásico de Cajón Troncoso (Troncoso y Herbst, 2000). Ocurre en Quebrada Doña Inés Chica, en el NF 3.

**Material estudiado:** NF 3: SGO Pb 2652 al 2655.

Familia Gleicheniaceae (R. Brown)  
Presl 1825

Género *Gleichenites* Goeppert, 1836

**Especie tipo:** *G. porsildi* Seward in Andrews 1955

*Gleichenites cachivaritensis* Herbst 1996  
(Figura 2A)

**Comentario:** unos pocos restos fructificados de esta especie se hallan en el NF 3. La especie se identifica por el tamaño y forma de sus pínulas, su venación y los caracteres de sus soros, que son tetrasporangios. La especie fue citada de la Formación La Ternera por Herbst (1996).

**Material estudiado:** NF 3: SGO Pb 2613 al 2618.

Filices *incertae sedis*

Género *Cladophlebis* Brongniart  
*emend.* Frenguelli, 1947

**Especie tipo:** *C. albertsii* (Dunker) Brongniart 1849

*Cladophlebis* cf. *mesozoica* Kurtz ex Frenguelli 1947

**Comentario:** un solo resto fragmentario, con típicas pínulas “cladophleboides”, y con venas laterales dos veces furcadas, sin lobulación en los márgenes, corresponde casi con seguridad a ésta, muy común, especie del Triásico de Chile y Argentina. Herbst (1988) había unificado esta especie con *C. kurtzi* Frenguelli, sosteniendo que ambas serían porciones

más o menos desarrolladas de una fronde. En este sentido, *C. kurtzi* también fue mencionada en el Triásico de Formación La Ternera (Herbst *et al.*, 1998) y en el Triásico de Cajón Troncoso (Troncoso y Herbst, 2000), ambas en Chile.

**Material estudiado:** NF 1: SGO Pb 2560.

Orden Corystospermales Petriella, 1981  
Familia Corystospermaceae Thomas 1933

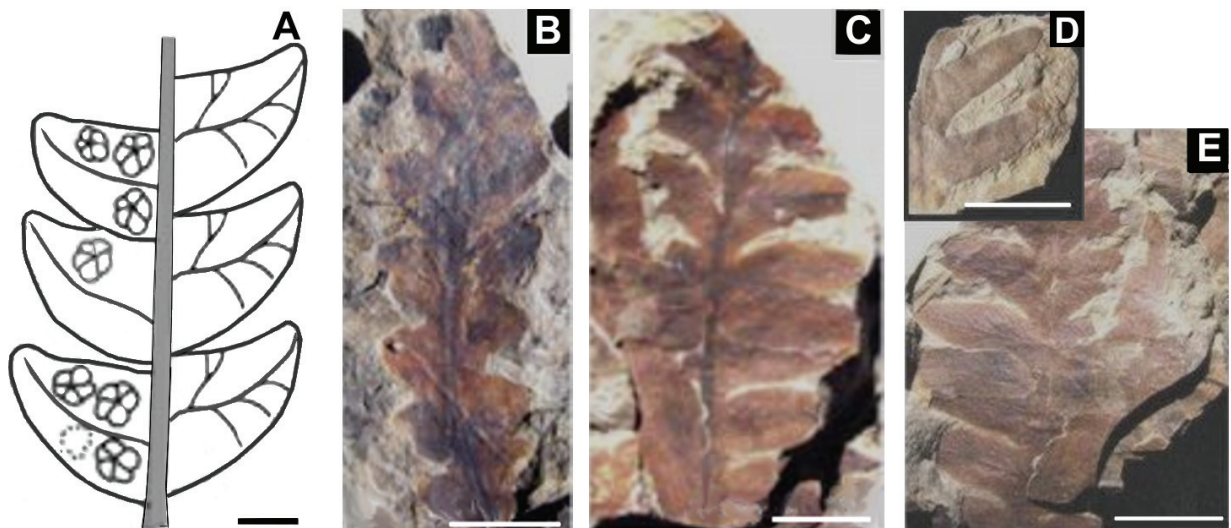
Género *Dicroidium* Gothan 1912

**Especie tipo:** *D. odontopteroides* (Morris) Gothan 1912

*Dicroidium odontopteroides* (Morris) Gothan 1912

(Figura 2B-C)

**Comentario:** esta especie, muy polimorfa pero fácilmente identificable, es muy abundante en los NF1 y NF3 y no fue encontrada en el NF2. Se han colectado dos formas, las que en la literatura han sido citadas como *D. odontopteroides* var. *odontopteroides* y *D. odontopteroides* var. *moltenense*, pero que en realidad parecen ser las porciones apicales de las pinnas de la misma especie (Gnaedinger y Herbst, 1998, 2001).



**Figura 2.** A. *Gleichenites cachivaritensis*; B-C. *Dicroidium odontopteroides*; D-E. *Dicroidium lancifolium*. Escalas: A-B = 10 mm; C = 5 mm; D-E = 2 cm.

**Figure 2.** A. *Gleichenites cachivaritensis*; B-C. *Dicroidium odontopteroides*; D-E. *Dicroidium lancifolium*. Scales: A-B = 10 mm; C = 5 mm; D-E = 2 cm.



**Material estudiado:** NF 1: SGO Pb 2562, 2563, 2583 al 2592, 2607. NF 3: SGO Pb 2636 a y b.

*Dicroidium lancifolium* (Morris) Gothan  
1912  
(Figura 2D-E)

**Comentario:** esta especie tiene pínulas grandes, lanceoladas, con venación densa y ápices agudos a redondeados, muy características, que la hacen inconfundible y fácilmente identificable. Gnaedinger y Herbst (1998) señalan que habría variedades tales como *D. lancifolium*, var. *lineata* y *D. lancifolium* var. *lancifolia*, de las que nuestro material se parece a la segunda. Indican además la amplia distribución de estas formas en el Triásico de Argentina, ya que ocurren en casi todos los yacimientos de esta edad. En Chile, la especie fue registrada en el Triásico de Formación Las Breas (Gnaedinger y Herbst, 2001). En Quebrada Doña Inés

Chica está presente en el NF1, aunque no es muy abundante.

**Material estudiado:** NF 1: SGO Pb 2561, 2564 al 2567, 2611, 2612.

Orden Cycadopsidae (*auctorum*)  
Género *Pterophyllum* Brongniart  
1828

**Especie tipo:** *P. longifolium* Brongniart  
1828

*Pterophyllum* sp. a  
(Figura 3A-D)

**Descripción.** Fragmentos de hojas bipinnadas de forma y tamaño desconocidos. Las pinnas están insertas por todo el ancho de la base, son de bordes paralelos y ápice agudo; su tamaño es variable, entre unos 2 - 2,2 cm de largo y 0,3 - 0,4 cm de ancho en la base. Estas pinnas son algo falcadas, se disponen a unos 75° - 85° con respecto al raquis principal y, en general, están ligeramente

separadas entre sí. Su venación no es claramente visible.

**Material estudiado:** NF 1: SGO Pb 2551 al 2555, 2568 al 2582; Quebrada del Diablo: SGO Pb 2672, 2674, 2678.

*Pterophyllum* sp. b  
(Figura 3E-H)

**Descripción.** Fragmentos de hojas bipinnadas, de forma y tamaño desconocidos. Las pinnas se insertan por todo el ancho de la base y son lineares, de bordes paralelos y ápice redondeado a ligeramente agudo; aquellas que se consideran más basales y/o apicales, miden aproximadamente 1,2 cm de largo y 0,2 cm de ancho, mientras que otras más grandes miden 1,5 cm de largo y 0,3 cm de ancho. Son muy ligeramente falcadas, casi siempre contiguas a imbricadas, y se disponen a 85° - 90° sobre el raquis. La venación es poco visible, pero algunos ejemplares muestran una densidad de unas 18-20 venas por cm.

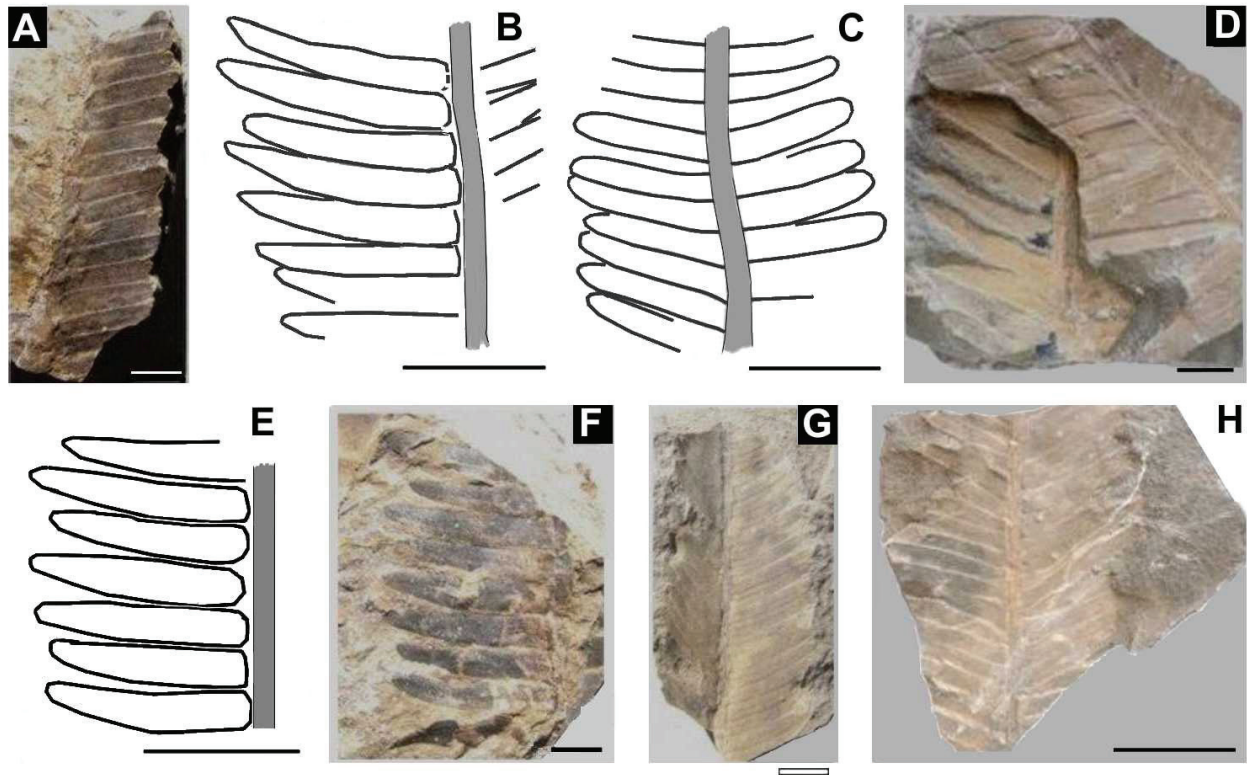


Figura 3. A-D. *Pterophyllum* sp. a; E-H. *Pterophyllum* sp. b. Escalas: A, C, E = 10 mm; B, D, F-H = 5 mm.  
Figure 3. A-D. *Pterophyllum* sp. a; E-H. *Pterophyllum* sp. b. Scales: A, C, E = 10 mm; B, D, F-H = 5 mm.

**Material estudiado:** NF 1: SGO Pb 2593 al 2600; Quebrada del Diablo: SGO Pb 2670, 2671, 2673, 2675 al 2680.

**Comentarios** (para ambas formas): los dos “grupos” de ejemplares no tienen suficientes caracteres diagnósticos que permitan incluirlos con seguridad en alguna especie conocida del ámbito geográfico de Sudamérica. De cualquier manera, no se trataría de la única y muy común especie del género en Chile, *P. azucaratei* Herbst y Troncoso, ya que esta última es bastante más grande, tiene mayor densidad de venación y la forma de sus pinnas es algo diferente. Por el momento, ambas formas quedan con nomenclatura abierta.

Orden Ginkgoales Engler 1897

Género *Sphenobaiera* Florin 1936

**Especie tipo:** *S. spectabilis* (Nathorst) Florin 1936.

*Sphenobaiera* cf. *steinmannii* (Solms-Laubach)

J.M. Anderson & H.M. Anderson 1989

**Descripción:** se han preservado 13 lacinias en una hemilámina, de una hoja que debió haber tenido a lo menos 26. Se observan bifurcaciones de, a lo menos, 4-5 órdenes. Cada lacinia mide 2,0 - 2,5 mm de ancho y exhibe 4 - 5 venas/lacinia. La hoja completa debió medir, por lo menos, 13 cm de ancho y no menos de 10 cm de largo. El fragmento de base preservado es ensanchado.

**Comentarios:** sólo *Sphenobaiera steinmannii* y *S. africana* (Baldoni) Anderson & Anderson 1989 tienen una tan elevada cantidad de lacinias terminales; esta última, sin embargo, es de menores dimensiones, particularmente respecto del ancho de la hoja, y sus lacinias son más angostas. Hasta ahora no se ha encontrado ejemplares con base preservada (Solms-Laubach, 1899; Troncoso *et al.*, 2002). En diferentes muestras de la misma procedencia se encuentra gran cantidad de lacinias fragmentarias aisladas que, muy probablemente, correspondan a esta especie. *S. steinmannii* ya fue citada para el Triásico de

La Ternera (Solms-Laubach, 1899), en la región de Atacama, y para los Estratos El Bordo (Troncoso *et al.*, 2002), en la región de Antofagasta, en Chile.

**Material estudiado:** NF 3: SGO Pb 2637, 2657, 2642? (¿lacinias aisladas?).

*Sphenobaiera* cf. *schenckii* (Feismantel)

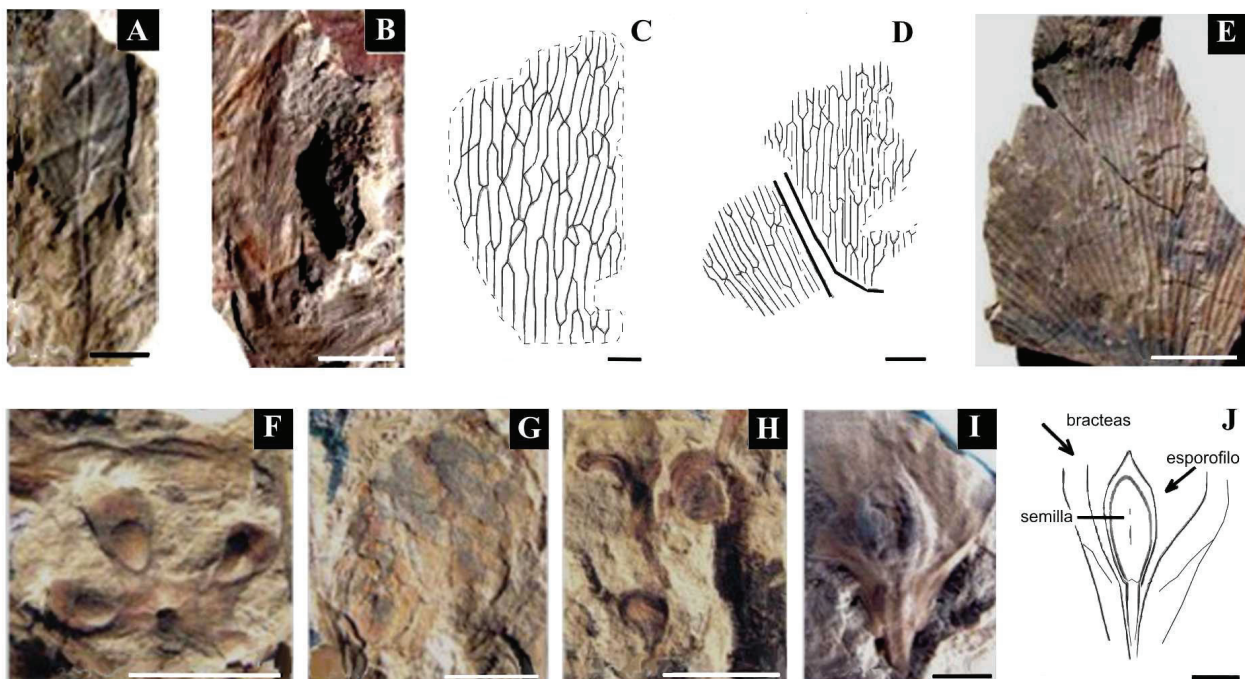
Florin 1936

**Comentarios:** sólo se han recuperado fragmentos de hasta 7 - 8 cm de largo, bifurcados una o dos veces, a veces incluyendo el semipeciolo; los segmentos miden alrededor de 2 mm de ancho y, con dificultad, se observan escasas venas. La especie es abundante en la Quebrada del Diablo.

**Material estudiado:** NF 3: SGO PB 2640 y 2641; Quebrada del Diablo: SGO Pb 2681 al 2685.

Pteridophylla *incertae sedis*

Género *Linguifolium* Arber 1913



**Figura 4.** A-B. *Linguifolium gracile*; C-E. cf. *Rochipteris* sp.; F. *Matatiella suarezii* sp. nov.; G. ?*Switzianthus* sp.; H. *Umkomasia* sp.; I-J. fructificación indeterminada. Escalas: A, B, D = 10 mm; E = 2 cm; F = 1,5 cm; C, G-J = 5 mm.

**Figure 4.** A-B. *Linguifolium gracile*; C-E. cf. *Rochipteris* sp.; F. *Matatiella suarezii* sp. nov.; G. ?*Switzianthus* sp.; H. *Umkomasia* sp.; I-J. undetermined fructification. Scales: A, B, D = 10 mm; E = 2 cm; F = 1,5 cm; C, G-J = 5 mm.

**Especie tipo:** *L. lilleanum* Arber 1913

*Linguifolium gracile* Anderson & Anderson 1989  
(Figura 4A-B)

**Comentarios:** *L. tenison-woodsii* (Jack et Etheridge) Retallack 1980 y *L. gracile* son las únicas dos especies descritas que presentan un ancho máximo menor a 10 mm y venas laterales originadas en ángulos de menos de 20° respecto de la vena media (Retallack, 1980; Anderson y Anderson, 1989). Pero, mientras en *L. tenison-woodsii* (tal como en las restantes especies del género) estas venas son suavemente recurvadas, en *L. gracile* son curvadas en forma suave (los términos curvados y recurvados se utilizan en el sentido de arqueados acroscópicamente y basiscópicamente, respectivamente); del mismo modo, la densidad de venación es mayor en *L. tenison-woodsii* (15 - 16 venas/cm) que en *L. gracile* (12 venas/cm).

Los ejemplares asignados a esta última especie, procedentes de la Quebrada de los Fósiles, miden 3 - 8 mm de ancho. La lámina se adelgaza pronunciadamente en la base, de modo que los lados de ésta resultan, en la región de inicio, cóncavos, para luego continuar con ambos lados prácticamente paralelos. Uno de los ejemplares (Figura 4B) se observa plegado, con la lámina doblada lateralmente, hecho que también es apreciable, aunque en menor grado, en la figura 11 de la lámina 313 de Anderson y Anderson (1989), lo cual sugiere una consistencia membranosa de esta hoja.

**Material estudiado:** NF 3: SGO Pb 2646 al 2651.

*Linguifolium tenison-woodsii* (Jack & Etheridge) Retallack 1980

**Comentarios:** Los comentarios hechos para la especie anterior se aplican igualmente aquí. Estos ejemplares de *L. tenison-woodsii* miden 3 - 6 mm de ancho máximo y su venación responde a lo señalado arriba.

**Material estudiado:** NF 3: SGO Pb 2642 al 2645.

Género *Rochipteris* Herbst, Troncoso & Gnaedinger 2001

**Especie tipo:** *R. lacerata* (Arber) Herbst, Troncoso & Gnaedinger 2001

cf. *Rochipteris* sp.  
(Figura 4C-E)

**Descripción:** se dispone de fragmentos de láminas, con venación anastomosada. El ejemplar más grande, en el que no se observa borde alguno (Figura 4A), mide unos 9 cm de largo x 6,5 cm de ancho (la hoja completa debió medir más de 12 cm de largo y más de 10 cm de ancho). La venación consiste en venas algo más gruesas radiantes (?) desde una base, las cuales se dividen y anastomosan varias veces a lo largo de su recorrido y forman aréolas alargadas, de hasta 1,5 cm de largo y 0,2 cm de ancho.

**Comentarios:** la venación de estos fragmentos de hojas es muy parecida, sino idéntica, a la de *Rochipteris chilensis* Herbst et al., 2001, tal como está ilustrada en las figuras 6 C y G de ese artículo, cuya forma y dimensiones, no obstante, difieren ostensiblemente de las que es dable inferir para las hojas de la Quebrada Doña Inés Chica. Por la precariedad del material disponible, es necesario dejarla con nomenclatura abierta. *R. chilensis* proviene de la Formación La Ternera, que no está alejada de la Quebrada Doña Inés Chica.

**Material estudiado:** NF 2: SGO Pb 2665 al 2669.

Orden Coniferales Engler 1897

Familia Voltziaceae Arnold 1947

Género *Heidiophyllum* Retallack 1981

**Especie tipo:** *H. elongatum* (Morris) Retallack 1981

*Heidiophyllum* cf. *elongatum* (Morris) Retallack 1981

**Comentarios:** se dispone de numerosos fragmentos de hojas lineares, que por su venación y aspecto general pueden incluirse fácilmente en el bien conocido género *Heidiophyllum*. Es muy probable que se trate de la ampliamente difundida especie *H. elongatum*, pero los ejemplares

disponibles, los cuales son muy fragmentarios, no permiten aseverarlo con absoluta certeza. Esta especie es repetidamente citada en numerosos trabajos sobre el Triásico Gondwánico pero las mejores ilustraciones están en Anderson y Anderson (1989).

**Material estudiado:** NF 1: SGO Pb 2558, 2559; NF 3: SGO Pb 2637 b, 2656.

## Coniferales *incertae sedis*

Género *Pagiophyllum* Heer 1881

**Especie tipo:** *P. circinicum* (Saporta) Heer 1881

*Pagiophyllum* sp.

**Descripción:** se trata de un fragmento de rama, de alrededor de 4 cm de largo y 0,5 - 06 cm de ancho, pobremente preservado, recubierto de hojas. Las hojas son escamosas, imbricadas, adpresas y de filotaxia espiralada; de forma elíptica, cóncavo - convexas, fuertemente aquilladas en la parte convexa (abaxial), de 3,5 mm de largo y 2,2 - 2,5 mm de ancho máximo, hacia la base el ancho disminuye hasta hacerse de 1 mm, el ápice es redondeado, obtuso a agudo.

**Comentarios:** la mala preservación del único ejemplar impide discernir más detalles y una mayor precisión en la clasificación. A pesar de ello, muestra las características esenciales del género reseñadas por Anderson y Anderson (2003, p. 124): el largo de la parte libre de la lámina es claramente mayor que el ancho del cojinete de inserción, en tanto su ancho es sólo levemente superior que el ancho del referido cojinete.

**Material estudiado:** NF 1: SGO Pb 2557 (a).

## Semillas y fructificaciones

División Pinophyta

Género *Matatiella* Anderson & Anderson 2003

**Especie tipo:** *M. rosetta* Anderson & Anderson 2003

*Matatiella suarezii* sp. nov.  
(Figura 4F)



**Diagnosis:** Reproductive structure, funnel-shaped, laterally symmetric, 7-8 mm in diameter; apical portion expanded and almost perpendicularly extended to the axis. This apical region forming a half-rosette divided in 4 to 7 flattened lobules, arranged in a semicircle. Lobules are obovate, with truncate apex, up to 2 mm maximum width by 2-3 mm long; sinuses rounded and variably deep. The sinus without lobules is wider than the rest and appears as a laminar flange to the expanded region. Each lobule carries, in a depression, an obtriangular ovule, with rounded angles, 1-1,3 mm long, 1 mm maximum width, located at different sectors (lengths) of the lobule. Ovules covered by a sort of membrane.

**Diagnosis:** Estructura reproductiva infundibuliforme de simetría bilateral y  $\pm$  7 - 8 mm de diámetro, con la parte apical expandida y extendida casi perpendicularmente al eje. Esta región apical forma una hemiroseta dividida en 4 - 7 lóbulos aplanados, dispuestos en semicírculo. Los lóbulos son obovados, de ápice truncado, de hasta 2 mm de ancho máximo y 2 - 3 mm de largo; los senos redondeados y de profundidad variable. El seno de aquella mitad que no presenta lóbulos es más amplio que los restantes y aparece como un reborde laminar que continúa, en ese sector, la región extendida. Cada lóbulo lleva, en una depresión, un óvulo obtriangular, con los ángulos redondeados, de 1 - 1,3 mm de largo y  $\pm$  1 mm de ancho máximo, ubicado en sectores variables a lo largo del lóbulo; por encima, los óvulos están recubiertos por una especie de membrana.

**Holotipo:** SGO-Pb 2620 (a)

**Localidad:** Quebrada Doña Inés Chica, Región de Atacama, Chile.

**Horizonte:** Formación Quebrada del Salitre.

**Nivel:** NF 3.

**Edad:** Triásico Tardío.

**Derivatio nominis:** La especie está dedicada al Geólogo chileno Manuel Suárez D.

**Material adicional:** NF 3: SGO Pb 2619 (a), 2624 (a y b), 2628, 2629.

**Comparaciones:** la especie más parecida al material de Quebrada Doña Inés

Chica es *M. hemirosetta* J.M. Anderson & H.M. Anderson 2003, del Triásico Tardío de la Formación Molteno, Sudáfrica. El material chileno difiere de dicha especie por presentar un pequeño reborde laminar hacia la mitad carente de lóbulos, la cual permite la continuidad circular de la parte aplanada apical, estructura que no se observa en *M. hemirosetta*, en la que esta parte es discontinua. Además, *M. suarezii* presenta un número variable de lóbulos y es de menor tamaño que *M. hemirosetta*. En el ejemplar en que la parte apical está dividida en 7 lóbulos, el séptimo lóbulo surge por dicotomía de uno de ellos; la división de los lóbulos alcanza profundidades diferentes, de modo que algunos lóbulos parecen bifurcados en tanto en otros la división llega cerca del centro.

**Comentarios:** Anderson & Anderson (2003) incluyen este género en la División Pinophyta, clase Ginkgoopsida Meyen 1984, Orden Matatiellales J.M. Anderson & H.M. Anderson 2003, Familia Matatiellaceae J.M. Anderson et H.M. Anderson 2003 y con posible afiliación al género de hojas *Kurtziana* Frenguelli 1942. La sistemática supragenérica propuesta por estos autores es, cuando menos, discutible, ya que crean un orden y una familia que no tienen verdaderas diagnosis o bien una adecuada caracterización. El género en cambio, aún con una escueta diagnosis, está correctamente descrito y como tal es, al parecer, bien fundado. Puede discutirse, en cambio, la creación de las varias especies que aparecen en su trabajo, basadas algunas de ellas en un solo ejemplar. Aunque probablemente se trate de una Ginkgoopsida, no existen aún suficientes antecedentes que permitan la afiliación de *Matatiella* tanto a esta clase como a *Kurtziana* como lo proponen Anderson & Anderson (2003). Aunque el criterio de ausencia no es determinante, no podemos dejar de señalar que, hasta ahora, no hemos encontrado hojas asignables a este último género en la quebrada Doña Inés Chica.

Este es el segundo registro del género en el Triásico de Sudamérica y el primero en Chile (Gnaedinger y Herbst, 2008).

Género *Switzianthus* Anderson & Anderson 2003

**Especie tipo:** *S. moriformis* Anderson & Anderson 2003

? *Switzianthus* sp.  
(Figura 4G)

**Descripción:** estructura estrobiliforme mal preservada y, por sectores, poco nítida, pues se halla comprimida por la fosilización, aparentemente herbácea, correspondiente a un cuerpo de forma elíptica, de 10 mm de largo y 6,5 mm de ancho, constituido por escamas dispuestas helicoidalmente. Las escamas se hallan muy aplicadas, imbricadas, entre sí -lo que hace presumir una estructura inmadura- por lo que no es dable determinar su forma; el ápice es ampliamente redondeado y acuminado en su parte media.

**Material estudiado:** NF 3: SGO Pb 2620 (b).

**Comentarios:** no se observan microsporangios, lo cual, unido a lo poco nítido del material, impide una asignación más segura o precisa. Aunque el ejemplar es poco claro, esta sería la segunda cita para este género en Sudamérica (Gnaedinger y Herbst, 2007, 2008).

Género *Umkomasia* H. H. Thomas 1933

**Especie tipo:** *U. macleani* H. H. Thomas 1933

*Umkomasia* sp.  
(Figura 4H)

**Descripción:** se ha preservado un fragmento de megasporofilo, de 11 mm de largo, el cual porta 3 cúpulas (una de ellas correspondiente a un trozo solamente). Las cúpulas dispuestas de a pares, cortamente pediceladas, pedicelo de 2 mm de largo y 1 mm de ancho; bracteola en la base abaxial del pedicelo. Cúpula invertida, ovada, bilobada, de 3 mm de largo y 2 - 3 mm de ancho, aparentemente uniseminada.

**Material estudiado:** NF 3: SGO Pb 2622.

**Comentarios:** dos semillas dispersas (SGO Pb 2623 y 2627, ambas del NF 3),

envueltas en una mitad de lo que parecen restos de cúpulas, pero de mayores dimensiones (8 mm x 7 mm), podrían corresponder también a este género.

Estructura reproductiva indeterminada  
(Figura 4I-J)

**Descripción:** esporofilo plano, folioso, de más de 4 cm de largo y 1,5 cm de ancho máximo, lanceolado, venas tenues y paralelas, ápice no preservado, borde entero, base decurrente de lados cóncavos, los márgenes se hacen involutos en el sector basal, formando una especie de semiembudo. Del interior de este semiembudo surge una estructura elíptica, que podría corresponder a una semilla, de 7 mm de largo y 5 mm de ancho, brevemente pedunculada, la cual se halla envuelta, por debajo, en una suerte de bráctea de ápice acuminado.

**Material estudiado:** NF 1: SGO Pb 2606

**Comentarios:** no hemos encontrado, en la literatura consultada, fósiles comparables a este. El pequeño fragmento de lámina en que se halla esta fructificación no aporta indicios sobre su pertenencia sistemática.

Se han colectado, además, diversas estructuras y semillas dispersas, particularmente en el NF 3, que no han sido identificadas y, por tanto, no incorporadas en este trabajo (SGO Pb 2620, 2621, 2630 al 2635).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El elenco fosilífero y su presencia en los diferentes niveles muestreados se halla indicado en la Tabla 1.

**Taxonomía.** De los taxones clasificados a nivel específico (o indicadas como *confer*) habría que distinguir dos grupos: aquellos que son de muy amplia distribución geográfica y estratigráfica en el Triásico Tardío, tanto de Chile como de las cercanas cuencas de Argentina, tales como *Neocalamites* cf. *carrerei*, *Cladophlebis* cf. *mesozoica*, *Dictyophyllum* (D.) *tenuifolium*, *Dicroidium odontopteroides*, *D. lancifolium* y *Heidiphyllum* cf. *elongatum*, y

aquellas formas que tienen una distribución más restringida en esta región de Sudamérica, tales como *Gleichenites cachivariensis*, *Sphenobaiera* cf. *steinmanni*, *S.* cf. *schenkii*, *Linguifolium gracile* y *L. tenison-woodsii*. Todas ellas indican sin lugar a dudas una edad triásica tardía. Algunas de estas especies también están difundidas en el resto de Gondwana, en Sud África, India y Australia.

**Contexto geológico y paleoambiente.** En el perfil de Quebrada de los Fósiles se han detectado 3 niveles fosilíferos (NF), separados unos de otros por una distancia del orden de 60-70 m, cuyas relaciones estratigráficas no ofrecen dudas, por lo que es posible seguir la evolución florística de un punto en el lapso implicado por tales estratos, lapso que, por lo señalado en el párrafo anterior, se halla ubicado en el Triásico Tardío.

En La Tabla 2 se ha indicado, mediante una escala arbitraria, la representación cuantitativa de las diferentes morfologías en cada uno de los niveles, a fin de graficar en la forma más realista posible la situación fosilífera de cada uno de ellos y, a partir de eso y de sus estados de preservación, inferir las condiciones ambientales en que tales floras se desarrollaron.

Se han usado tipos morfológicos en la idea que las morfologías responden más estrechamente a las condiciones ambientales que la sistemática. Otros hechos interesantes de señalar son: (a) todos los ejemplares colectados son fragmentarios, y (b) en los NF 1 y 3 junto a las hojas fueron exhumados restos de estructuras reproductivas.

En los tres niveles estudiados sólo se han encontrado hojas y estructuras reproductivas de plantas vasculares, por lo que resulta claro que el ambiente de depositación fue continental. Bell y Suárez (1991), sobre la base de los datos sedimentológicos, señalan que se habría tratado de un sistema fluvial meandroso, con pendiente suave, que atravesaba una llanura de inundación, en un área cercana a un delta costero que posteriormente (en el Liásico) fue inundada por una transgresión marina.

**Tafonomía y las comunidades fuente.** Toda vez que los fósiles de *Dicroidium odontopteroides* son muy fragmentarios, es posible admitir que se trata de material alóctono y que la comunidad fuente (bosque o matorral de *Dicroidium odontopteroides*) se hallaba a alguna distancia de la cuenca. Dado que los restos de hojas de *D. odontopteroides* son dominantes a pesar que

**Tabla 1.** Distribución de los taxones por localidades y niveles.  
**Table 1.** Taxa distribution by localities and levels.

Taxones	Quebrada de los Fosiles			Quebrada del Diablo
	NF 1	NF 2	NF 3	
<i>Neocalamites</i> cf. <i>carrerei</i>	x	x	x	
<i>Cladophlebis</i> cf. <i>mesozoica</i>	x			
<i>Dictyophyllum</i> (D.) <i>tenuifolium</i>			x	
<i>Gleichenites cachivariensis</i>			x	
<i>Dicroidium odontopteroides</i>	x		x	
<i>Dicroidium lancifolium</i>			x	
<i>Pterophyllum</i> sp. <i>a</i>	x	x		x
<i>Pterophyllum</i> sp. <i>b</i>	x			x
<i>Sphenobaiera</i> cf. <i>steinmannii</i>			x	x
<i>Sphenobaiera</i> cf. <i>schenkii</i>				x
<i>Linguifolium gracile</i>			x	
<i>Linguifolium tenison-woodsii</i>			x	
<i>Heidiphyllum</i> cf. <i>elongatum</i>	x		x	
cf. <i>Rochipteris</i> sp.		x		
<i>Pagiophyllum</i> sp.	x			
? <i>Switzianthus</i> sp.			x	
<i>Umkomasia</i> sp.			x	
<i>Matatiella suarezii</i> nov. sp.			x	
Fructificación indeterminada	x			



**Tabla 2.** Contenido fosilífero, referido a morfologías foliares, de los niveles en Quebrada de los Fósiles. Valores: 5, >50%; 4, >35% - 50%; 3, >25% - 35%; 2, >10% - 25%; 1, 2% - 10%; +, <2%.

**Table 2.** Fossil content, based on foliar morphology, in the levels of Quebrada de los Fósiles. Values: 5, >50%; 4, >35% - 50%; 3, >25% - 35%; 2, >10% - 25%; 1, 2% - 10%; +, <2%.

Niveles/ fósiles (morfologías)	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
<i>Neocalamites</i>	2	5	2
Helechos/Ferns (without Dipteridaceae)	+		+
<i>Dicroidium</i>	3		3
<i>Heidiphyllum</i>	1		1
<i>Pterophyllum</i>	3	+	
<i>Sphenobaiera</i>			2
<i>Linguifolium</i>			2
<i>Dictyophyllum</i>			1
<i>Pagiophyllum</i>	+		
cf. <i>Rochipteris</i>		1	

sus comunidades se habrían hallado algo distantes a la cuenca, resulta altamente probable que esta especie formara parte importante de la vegetación zonal.

Por otro lado, la abundancia relativa, el estado de preservación de los especímenes de *Dicroidium odontopteroides*, así como el tamaño de los fragmentos exhumados es comparable en NF 1 y NF 3, lo cual indicaría que su importancia y rol en la vegetación del área, así como el tramo por el cual fueron transportados antes de su depósito, es básicamente el mismo, en uno y otro caso. Dicho de otro modo, el tipo de comunidad, en lo esencial, y la distancia entre el área en que los individuos de esta especie se desarrollaban y el lugar en que sedimentaron se mantuvo poco modificada entre NF 1 y NF 3. Consecuente con lo anterior, es posible concluir que la vegetación alóctona dominante, y la que podría corresponder a la vegetación zonal, no varió su naturaleza esencial ni su ubicación relativa durante el lapso implicado por los tres yacimientos.

Por otra parte, el material recuperado de *Heidiphyllum elongatum*, especie presente tanto en NF 1 como en NF 3, corresponde a fragmentos particularmente pequeños y relativamente escasos. Esto es llamativo y significativo si se considera que se trataría de una especie caducifolia, de hoja no dividida, muy frecuente y abundante en los yacimientos triásicos chilenos y del resto de Gondwana, de la cual es usual encontrar fragmentos más enteros. La explicación

más plausible para ello es suponer una gran distancia entre la comunidad fuente de esta órgano-especie y el lugar de depósito, mayor que aquella a la que se encontraba la comunidad de *Dicroidium odontopteroides*. Lo anterior lleva a que ambas especies formaban parte de diferentes comunidades. Así, probablemente existía una zonación de las especies y, consecuentemente, de comunidades, que podría estar relacionada a la variable agua edáfica; situación común en ambientes xero o mesomórficos actuales. Todas estas condiciones se mantuvieron inalterables durante el lapso representado por NF 1 y NF 3.

Tanto en NF 1 como en NF 3 se hallan presentes diversas estructuras reproductivas, las cuales, en general, no resisten un transporte muy prolongado, lo que acortaría las distancias máximas a las que se habrían encontrado las comunidades fuente de éstas al lugar de depositación.

NF 1 y NF 3 difieren entre sí respecto de los co-dominantes: en NF 1, este rol lo cumple *Pterophyllum*, en NF 3 *Linguifolium* y *Sphenobaiera* (Tabla 1). Tal diferencia, ciertamente, implica la modificación de alguna(s) variable(s) entre una y otra situación.

Existen discrepancias en cuanto al hábito de las especies de *Linguifolium*: para algunos autores (Artabe *et al.*, 2001), éstas eran árboles caducifolios; para otros (Anderson *et al.*, 1998, p. 393; Anderson y Anderson, 2003, p. 334), se trataba, al menos en la Formación Molteno, de una

planta herbácea pionera en los bosques riparios de *Dicroidium*. Si *Linguifolium* tenía un hábito leñoso, resulta interesante constatar, respecto de aquellas formas presentes en el NF 3, que son las dos especies de hojas más angostas del género, con un valor alto de la relación largo/ancho, o sea, hojas estenófilas. Se ha señalado (Gregory-Wodzicki, 2000; Wolfe, 1993) que, en la vegetación actual, las hojas estenófilas son más comunes en la vegetación riparia que en otros ambientes. Es posible, entonces, que estos elementos representen los restos de un tipo de vegetación ribereña. Y siempre con la idea que los *Linguifolium* correspondían a formas leñosas, que éstas se hallaban en comunidades diferentes a las de *Dicroidium odontopteroides*. Ello es avalado, también, por las discrepantes características cuticulares entre *D. odontopteroides* y *Linguifolium gracile* (según datos de Anderson & Anderson, 1989): mientras las frondes del primero son hipostomáticas, las de *L. gracile* son anfistomáticas, la densidad de estomas es de 10 o menos estomas por mm<sup>2</sup> en *D. odontopteroides* y de 34 estomas por mm<sup>2</sup> en *L. gracile*. Hojas anfistomáticas, en la actualidad, son más comunes en hierbas que en plantas leñosas; en estas últimas prevalecen las hojas hipostomáticas. Si las especies de *Linguifolium* eran herbáceas, podrían haber formado parte de la vegetación del piso de bosques o matorrales o constituir praderas; en este último caso, que parece ser el más probable, dado su buen estado de preservación y su abundancia relativa, es lógico suponer que se trataba de praderas ribereñas a la cuenca.

En cuanto a *Sphenobaiera*, lo fragmentario de la mayor parte de las lacinias exhumadas indicaría cierta distancia de las plantas fuente a la paleocuenca. En el caso de *Sphenobaiera steinmannii*, seguramente una planta leñosa, se trata de una de las especies con las hojas más divididas (en lacinias estenófilas) del género. Las hojas fuertemente divididas, en plantas actuales, a menudo corresponden a morfologías de lugares en los que el viento es una variable importante, lo cual ocurre en hábitats relativamente abiertos.

Si tal es el caso, esta especie representaría otra comunidad, lo que es coincidente con la idea de segregación espacial de comunidades planteada en párrafos anteriores, pero que agrega una nueva variable inductora de segregación espacial, el viento. Esta comunidad, en ausencia de evidencias que indiquen la presencia de elevaciones topográficas, podría haberse ubicado a orillas de cuerpos de agua tipo lago o amplios valles fluviales.

Si pensamos que la selección natural actúa sobre los fenotipos, lícito es suponer que arquitecturas similares corresponden, con gran probabilidad, a morfologías seleccionadas favorablemente por ambientes similares y si, además, consideramos que *Pterophyllum*, co-dominante en NF 1, exhibe una arquitectura foliar (frondes pinnadas, pinnas coriáceas, de borde entero no revoluto, venación paralela sin vena media, de no más de 2,5 cm de largo y no más de 0,5 cm de ancho) comparable sólo con la de algunas Cycadophyta actuales, es en este grupo donde habría que buscar un análogo moderno para éste. El tipo general (no considerando las dimensiones) se da en representantes actuales de los géneros *Zamia*, *Lepidozamia*, *Macrozamia*, *Ceratozamia*, *Microcycas*, *Encephalartos* y *Dioon*; sin embargo, a través de las descripciones bibliográficas, no hemos encontrado ninguna especie actual con hojas de menos de 60 pinnas ni con pinnas de menos de 6 cm de largo (lo cual repercute en forma importante en el área de cada hoja), dimensiones que exhiben los *Pterophyllum* de Quebrada de Doña Inés Chica. Las especies que responden al referido tipo general crecen en bosques o matorrales esclerófilos, muchas veces costeros, en bosques abiertos o sabanas, en laderas escarpadas rocosas, menos frecuentemente en praderas o bosques montanos, e incluso en bosques húmedos o de neblinas; la mayoría de ellas en suelos muy delgados y arenosos. De modo tal que no es fácil decir qué tipo de comunidad constituían estos *Pterophyllum*, toda vez que pudieron formar parte del sotobosque de la comunidad de *Dicroidium odontopteroides* o formar una comunidad aparte, ubicándose, en este

último caso, sobre laderas, arenas vecinas al cauce o en praderas. Por cierto, la menor área foliar de cada pinna, respecto de Cycadophyta actuales, sugiere una mayor probabilidad de un ambiente más seco que húmedo.

El nivel fosilífero 2 (NF 2) es casi monoespecífico por la dominancia absoluta de *Neocalamites* sp. Este hecho, sumado a la circunstancia que estas plantas caracterizan ambientes desde palustres a suelos muy higromórficos, sugiere que los restos de tales plantas crecían muy cerca del lugar del depósito, si no allí mismo. Dado que el material es, esencialmente, fragmentario y que no se han encontrado tallos en posición de crecimiento (cortes perpendiculares al plano de estratificación), es altamente probable que se trate de elementos paraautoctonos. Además de ello, los sedimentos exhiben un carácter marcadamente carbonoso, lo cual, sumado a lo antes referido, indica que las aguas en que éstos se depositaron eran de muy baja energía. Si se sigue la línea de pensamiento de Bell y Suárez (1991), el ambiente de depositación correspondería a meandros pantanosos, en cuyos bordes se desarrollaba una importante y extensa comunidad de *Neocalamites* sp. La mínima presencia de *Pterophyllum* en este nivel, que sería un elemento proveniente de lugares más distantes al punto de fosilización, es también congruente con la situación planteada.

## Ambiente y clima

Tanto en NF 1 como en NF 3 el elemento dominante es *Dicroidium odontopteroides*; también es relevante que *Heidiphyllum elongatum*, a pesar de ser poco abundante, es también común a ambos niveles. El primero de estos hechos nos está indicando que las condiciones de clima no pueden haber sido muy diferentes entre ambos, de modo de mantener constante la especie dominante.

*Dicroidium odontopteroides* resulta ser de las pocas especies en su género, como visto, que presenta hojas hipostomáticas, son más comunes en ambientes mesófitos en la vegetación actual. Si bien, según Retallack y Dilcher (1988), citado por

Anderson y Anderson (1989), especies del género *Dicroidium* habrían poblado muy variados hábitats, desde áridos a húmedos y desde litorales a montanos, estos mismos autores señalan que *D. odontopteroides* era el árbol dominante en bosques templado - fríos, altamente estacionales, de altas latitudes y que éstos ocupaban llanuras de inundación estacionales de extensas tierras bajas en Sudáfrica y otras regiones húmedas de Gondwana. Petriella (1985) y Artabe *et al.* (2001), por su parte, proponen que “las Corystospermaceae poseen caracteres adaptativos propios de plantas mesoxeromórficas y de climas estacionales”. *Heidiphyllum elongatum*, por su parte, es considerado un árbol caducifolio, lo cual puede ser indicio de déficit hídrico, a lo menos estacional. *Pterophyllum*, el codominante del NF 1, por su parte, presenta hojas pinnadamente divididas, de gran tamaño, coriáceas y se le supone perennifolio. Las morfologías foliares tipo *Cycas*, como *Pterophyllum*, según Artabe *et al.* (2001), estarían preadaptadas a climas cálidos a subtropicales. Banerji (2004), por su parte, considera a *Pterophyllum* una planta de vegetación exuberante húmeda, tanto como de vegetación xerofítica de bosques de áreas más secas en tierras altas del interior.

Las Cycadophytas actuales viven todas en climas cálidos. Como señaláramos, en párrafos anteriores, los *Pterophyllum* de Quebrada Doña Inés Chica presentan hojas con menos pinnas, notoriamente más cortas, que las formas modernas comparables de Cycadophyta, o sea, con una menor área foliar y, por consecuencia, mayor borde relativo. Estas dos últimas variables, particularmente la última, atenúan la tasa de evapotranspiración, favoreciendo una mayor pérdida de calor por convección (Givnish, 1979); se trata, sin duda, de una adaptación a ambientes en que el agua es un importante factor limitante. De ello puede postularse, entonces, que las condiciones en que habitaban las especies triásicas eran más secas que aquellas en que lo hacen las especies actuales con arquitectura foliar comparable. Estas últimas, a pesar de vivir en sectores tropicales, lo hacen pre-

ferentemente (en número de especies) en sectores secos. La baja diversidad y escasez de individuos del tipo helechos detectada en el conjunto fósil de Doña Inés Chica también es más congruente con condiciones de meso-xeromorfía que húmedas. Como se ve, los antecedentes reseñados son coincidentes en señalar que se trataba de un clima con al menos una estación de sequía y un ambiente meso o xeromórfico.

La presencia de cf. *Rochipteris* sp. en NF 2 es explicable si se trata de una planta acuática o palustre, el que podría perfectamente ser el caso, atendida la gran área foliar de las hojas recuperadas (mayor a 80 cm<sup>2</sup>) y su forma, aparentemente orbicular o cercana a eso. Habida cuenta que es la única especie registrada cuyas hojas (o pínulas individuales) exhiben un área tan grande, su presencia es de cierto modo incompatible con las condiciones ambientales señaladas, a menos que su economía del agua se base en el aporte edáfico.

Las temperaturas pudieron haber sido desde templadas a francamente cálidas, lo que no estamos en condiciones de dirimir, aunque temperaturas de climas subtropicales podrían dar cuenta de todas las consideraciones ya señaladas. Particularmente la presencia de morfologías foliares del tipo *Cycas* (*Pterophyllum*) inclina a pensar en condiciones más bien cálidas.

Contrastadas estas hipótesis con la información que provee la sedimentología, resultan altamente consistentes: Suárez y Bell (1987), quienes han realizado estudios en las distintas formaciones triásicas a cretácicas de esta región, señalan que “la presencia de evaporitas continentales y costeras, junto con una serie distintiva de facies sedimentarias, indica que condiciones semiáridas a áridas prevalecieron en esta área (región de Atacama) durante el lapso Triásico Superior a Cretácico Inferior”.

**Evolución del medio.** Si todo ello es así, la explicación más parsimoniosa acerca de la evolución de la vegetación en el punto geográfico estudiado, en el lapso implicado por los tres niveles, es

que, más que a cambios de tipo climático o a grandes cambios de tipo geográficos, las diferencias entre los tres niveles fosilíferos se deben al microrrelieve y asociado, posiblemente, a las variaciones del curso del sistema fluvial. De este modo, el medio geográfico fue, durante todo el lapso implicado, siempre el mismo, un sistema fluvial meandroso, tal cual aquel postulado por Bell y Suárez (1991). El NF 1 correspondería a un río de alguna energía en el cual se habrían depositado restos de vegetación procedentes de tierra firme, excepto por los fragmentos de *Neocalamites* sp.; si había vegetación ribereña, ésta correspondía a comunidades de *Pterophyllum* spp. El NF 2 correspondería a un evento en que, por los cambios experimentados por el sistema fluvial, se desarrolló allí quizás un meandro con aguas de poca energía y, consecuentemente, de baja oxigenación. NF 3 representaría una vuelta a la situación primigenia (NF 1) de un curso de cierta energía, pero en el cual se desarrolló una vegetación ribereña (¿bosque en galería o pradera?) representada en el conjunto fósil por las especies de *Lingulifolium*.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Manuel Suarez D., Geólogo del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (Sernageomin, Chile), por numerosos datos, ideas y bibliografía brindadas.

## REFERENCIAS

- ANDERSON, J.M.; ANDERSON, H.M. 1989. Paleoflora of Southern Africa. *Molteno Formation (Triassic). Gymnosperms (excluding Dicrodium)*, 2:566.
- ANDERSON, J.M.; ANDERSON, H.M. 2003. Heyday of the Gymnosperms: systematics and biodiversity of the Late Triassic Molteno fructifications. *Strelitzia*, 15:1-398.
- ANDERSON, J.M.; ANDERSON, H.M.; CRUKSHANK, A.R.I. 1998. Late Triassic ecosystems of the Molteno/Lower Elliot biome of southern Africa. *Palaeontology*, 41(Part 3):387-421.
- ARTABE, A.E.; MOREL, E.M.; SPALLETI, L.A. 2001. Paleoeología de las floras triásicas argentinas. In: A.E. ARTABE; E.M. MOREL; A.B. ZAMUNER (eds.), *El sistema Triásico en la Argentina*. La Plata, Fundación Museo de La Plata Francisco Pascasio Moreno, p. 199-225.

- BANERJI, J. 2004. Mesozoic megafloora of Kachchh Basin and its palaeoecological interpretation. In: P.C. SRIVASTAVA (ed.), *Vistas in Palaeobotany and Plant orpology: Evolutionary and Environmental Perspectives*. Lucknow, U.P. Offset, p. 99-206.
- BELL, C.M.; SUÁREZ, M. 1991. Late Triassic fluvial and marine shelf succession, Quebrada Doña Inés Chica, Atacama region, northern Chile. *Journal of South American Earth Sciences*, 4(4):287-293.
- [http://dx.doi.org/10.1016/0895-9811\(91\)90002-3](http://dx.doi.org/10.1016/0895-9811(91)90002-3)
- BONETTI, M.I.R.; HERBST, R. 1964. Dos species de Dictyophyllum del Triásico de Paso Flores, provincia de Neuquén, Argentina. *Ameghiniana*, 3(9):273-279.
- CHONG, G.; VON HILLEBRANDT, A. 1985. El Triásico pre-Andino de Chile entre los 23° 30' y 26°00 de latitud sur. In: Congreso Geológico Chileno, 4, Antofagasta, 1958. *Actas...* 1:162-210.
- GIVNISH, T. 1979. On the adaptative significance of leaf form. In: O.T. SOLBRIG; S. JAIN; G.B. JOHNSON; P.H. RAVEN (eds.), *Topics in plant population biology*. New York, Columbia University Press, p. 375-407.
- GNAEDINGER, S.; HERBST, R. 1998. La flora triásica del Grupo El Tranquilo, Provincia de Santa Cruz (Patagonia). Parte IV. Pteridospermae. *Ameghiniana*, 35(1):33-52.
- GNAEDINGER, S.; HERBST, R. 2001. Pteridospermas triásicas del Norte Chico de Chile. *Ameghiniana*, 38(3):281-298.
- GNAEDINGER, S.; HERBST, R. 2007. Conos de *Switzianthus* Anderson y Anderson en el Triásico Superior de Argentina y Chile. In: Reunión Anual Comunicaciones Asociación Paleontológica Argentina, Corrientes. *Ameghiniana (Suplemento)*, 2007. *Anais...* 44(4):95.
- GNAEDINGER, S.; HERBST, R. 2008. Listado preliminar de estructuras reproductivas del Grupo El Tranquilo, Triásico Superior, Santa Cruz, Argentina. In: Reunión Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina, 2008. *Resúmenes...* Corrientes, p. B28.
- GREGORY-WODZICKI, K.M. 2000. Relationships between leaf morphology and climate, Bolivia: implications for estimating paleoclimate from fossil floras. *Paleobiology*, 26:668-688.
- [http://dx.doi.org/10.1666/0094-8373\(2000\)026<0668:RBLMAC>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1666/0094-8373(2000)026<0668:RBLMAC>2.0.CO;2)
- HERBST, R. 1988. La flora triásica del grupo El Tranquilo, Provincia de Santa Cruz (Patagonia). Parte II. Filicopsida. *Ameghiniana*, 25(4):365-379.
- HERBST, R. 1992. Propuesta de clasificación de las Dipteridaceae (Filicales). *D'Orbignyana*, 6:1-71.
- HERBST, R. 1996. New species of Gleichenites (Gleicheniaceae, Filicales) from the Upper Triassic of Argentina and Chile. *The Paleobotanist*, 43(3):67-72.
- HERBST, R.; TRONCOSO, A. 2000. La flora triásica de la Quebrada Doña Inés Chica (provincia de Chañaral, 3° Región) del norte de Chile. Resumen. *Ameghiniana (Suplemento)*, 37(4):40.



- HERBST, R.; TRONCOSO, A.; GNAEDINGER, S. 2001. *Rochipteris* nov. gen., hojas incertae sedis (= *Chiropteris pro parte*) del Triásico Superior de Argentina y Chile. *Ameghiniana*, **38**:257-269.
- HERBST, R.; MELCHOR, R.; TRONCOSO, A. 1998. Las Pteridophyta y el paleoambiente de la parte media de la Formación La Ternera (Triásico Superior), en Quebrada La Cachivarita, III Región, Chile. *Revista Geológica de Chile*, **25**:85-107.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-02081998000100007>
- HERBST, R.; TRONCOSO, A.; MUÑOZ, J. 2005. Las taofloras triásicas de la región de los Lagos, X<sup>ma</sup> Región, Chile. *Ameghiniana*, **42**:377-394.
- LEPPE, M.; MOISAN, P.; ABAD, E.; PALMA-HELDT, S. 2006. Paleobotánica del Triásico Superior del valle del Biobío, Chile: Clase Filicopsida. *Revista Geológica de Chile*, **33**(1):81-107.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-02082006000100004>
- NARANJO, J.A.; PUIG, A. 1984. *Carta Geológica de Chile. Hojas Taltal y Chañaral*. Santiago, Servicio Nacional de Geología y Minería, 140 p.
- PETRIELLA, B. 1985. Caracteres adaptativos y autoecología de las Corystospermaceae. In: Congreso Latinoamericano de Paleontología, 3, México, 1984. *Anales...* México, p. 53-57.
- RESTALLACK, G.J. 1980. Middle Triassic megafossil plants and trace fossils from Tank Gully, Canterbury, New Zealand. *Journal Royal Society New Zealand*, **10**(1):31-63.  
<http://dx.doi.org/10.1080/03036758.1980.10426550>
- RESTALLACK, G.J.; DILCHER, D. 1988. Reconstruction of selected seed ferns. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **75**:1010-1057.  
<http://dx.doi.org/10.2307/2399379>
- SOLMS-LAUBACH, H. 1899. Beschreibung der Pflanzenreste von La Ternera. In: Das Auftreten und die Flora der rhätischen Kohlenschichten von La Ternera (Chile). Hrsg. von H. Solms-Laubach und G. Steinmann. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie*, **12**:581-592.
- SUÁREZ, M.; BELL, C. M. 1987. Upper Triassic to Lower Cretaceous continental and coastal saline lake evaporites in the Atacama region of northern Chile. *Geological Magazine*, **124**(5):467-475.  
<http://dx.doi.org/10.1017/S0016756800017040>
- SUÁREZ, M.; BELL, C.M. 1992a. Triassic rift-related sedimentary basins in northern Chile (24°-29° S). *Journal South American Earth Sciences*, **6**(3):109-121.  
[http://dx.doi.org/10.1016/0895-9811\(92\)90001-F](http://dx.doi.org/10.1016/0895-9811(92)90001-F)
- SUÁREZ, M.; BELL, C.M. 1992b. The oldest South American ichthyosaur from the Late Triassic of northern Chile. *Geological Magazine*, **129**:247-249.  
<http://dx.doi.org/10.1017/S0016756800008323>
- TOMLINSON, A.J.; CORNEJO, P.; MPODOZIS, C. 1999. *Mapas Geológicos n° 14: Hoja Potrerillos, Región de Atacama*. Santiago, Servicio Nacional de Geología y Minería, 120 p.
- TRONCOSO, A.; HERBST, R. 2000. La taoflora triásica del Cajón Troncoso, Alta Cordillera del Maule. *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales*, **2**(2):137-144.
- TRONCOSO, A.; BASSO, M.; HERBST, R. 2002. Redescubrimiento de *Sphenobaiera steinmanni* (Solms-Laubach) Anderson y Anderson (Pino-phyta, Ginkgoales). In: Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 8, Corrientes, 2002. *Anales...* p. 42.
- WOLFE, J. 1993. A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages. *United States Geological Survey Bulletin*, **28**:1-71.

Submitted on May 05, 2013

Accepted on December 10, 2013