

Maderas fósiles, testigos

Chile y la Antártica son excelentes laboratorios para el estudio de las maderas fósiles. Especie encontrada en la cordillera de Santiago tiene una edad de nueve millones de años y revela que la zona tenía entonces un clima totalmente distinto al que hoy la caracteriza.

Teresa Torres G.
Facultad de Ciencias Agrarias,
Veterinarias y Forestales
Universidad de Chile

del pasado



La vida en la Tierra y la evolución de su fauna y flora interesan mucho a las personas de espíritu curioso, particularmente a los naturalistas, quienes tratan de construir un esquema universalmente valedero para explicar estos acontecimientos. El cómo y el porqué han existido similitudes de faunas y floras entre los continentes —en el transcurso de las eras geológicas— son interrogantes que se plantean con frecuencia y han dado origen a abundantes publicaciones. Muchos asertos relacionados con estos problemas están sustentados por el conocimiento de la flora fósil (Tafoflora) y la factibilidad de establecer relaciones con **tafofloras** distantes. A pesar de que todas las disciplinas hacen aportes a la ambiciosa empresa que significa poder reconstruir el pasado, aún hay muchos eslabones sueltos que sólo permiten una documentación fragmentaria.

Un avance en este sentido se persigue con las investigaciones que se realizan en el Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales de la Universidad de Chile. Desde hace algunos años y en colaboración con investigadores del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas en la misma casa de estudios, se están estudiando la mineralogía, paleoecología y estratigrafía de maderas petrificadas provenientes de los numerosos yacimientos fosilíferos del país. El financiamiento para estos trabajos proviene del Departamento de Desarrollo de la Investigación de la Universidad de Chile. Recientemente el Instituto Chileno Antártico ha brindado su patrocinio para estudiar maderas fósiles del continente helado.

Testigos

La madera fósil constituye un interesante testimonio de la vida vegetal de edades pretéritas. Las capas de sedimentos formadas en diferentes épocas ocultan fósiles de bosques desaparecidos de la faz de la Tierra hace millones de años. Estos, ayudados por la

erosión u otros procesos geológicos, reaparecen como testigos de exuberantes floras extinguidas y permiten conocer la historia de la vegetación desde las plantas primitivas hasta las formas más complejas.

Comúnmente se piensa que los troncos fósiles son rocas con el aspecto externo de árboles, los cuales sirvieron como molde a lava ardiente que destruyó su interior y luego solidificó. Pero el problema es más complejo. No existe consenso acerca de los mecanismos que llevan a las maderas a petrificarse, sin embargo está claro que deben darse condiciones de mínima oxidación y acción mecánica para que el fenómeno ocurra. Algunos autores sostienen que en el proceso de silificación habría una similitud química en que átomos de carbón serían reemplazados, uno a uno en el tiempo, por átomos de silicio. Otros autores sostienen que la petrificación toma lugar en condiciones especiales de vulcanismo u otros procesos geotérmicos, en que aguas silíceas se filtrarían en los sedimentos ocupando el lumen (espacio) de las células impregnando el tejido con silice (dióxido de silicio).

El profesor Gaepert, de Breslau, con el fin de imitar tanto como fuera posible los procesos naturales de petrificación, sumergió vegetales en soluciones silíceas o metálicas. Al cabo de algunas semanas percibió que los cuerpos orgánicos sumergidos estaban en parte mineralizados. Al someterlos a calor se consumió la materia vegetal restante y al observar al microscopio se veían claramente las estructuras celulares.

El "misterio" de esta extraordinaria transformación fisicoquímica no ha recibido una explicación satisfactoria aún, pero el resultado es que el material impregnante mineral toma el lugar del aire y el agua en los tejidos, reemplaza la pared celular y genera un notable duplicado de los caracteres anatómicos, siendo tan perfecto como para identificar en muchos casos a los fósiles. Inclusive hongos (micelios e hifas) quedan perfectamente dupli-

cados dentro de las células de la madera.

Identificación

Entre los fósiles, el tipo más perfecto es la madera petrificada. Un factor a considerar es el tamaño de los fragmentos, los cuales están en relación directa con la distancia de origen al lugar en donde cayeron. Si el transporte o arrastre fue largo, los fragmentos serán pequeños. Por el contrario, si no hay transporte, los fragmentos serán mayores y el material tendrá un alto valor fitogeográfico por tratarse de componentes **in situ**.

Para determinar la madera fósil se procede por comparación, siendo factible encontrar Gimnospermas o Angiospermas. En las coníferas los planos leñosos secundarios fósiles son más variados que los planos leñosos de las especies actuales. Suelen encontrarse planos leñosos enteramente desaparecidos, para los cuales se han creado géneros artificiales. Las Angiospermas son comparadas con la flora actual y se procede a la identificación por eliminación de caracteres estructurales.

Si no es posible ubicar el fósil dentro de una categoría taxonómica superior, se le asignará un **morfogénero**. En caso contrario, si puede incluirse dentro de un sistema de clasificación natural (Género-Familia-Orden), se le asignará un **organogénero**. El nombre genérico estará constituido por el nombre del grupo o género que más se le parece premunido del sufijo **xylon** (leño-xilema).

Es común oír la pregunta de por qué si el plano leñoso, por ejemplo, de una Araucariácea es similar al de la araucaria **Araucaria araucana**, no se le asigna simplemente este nombre, sino que por el contrario se la nombra **Araucarioxylon pischasquensis** n.sp. (n. sp. = nueva especie) u otro apelativo. Está reglamentado que no debe ni puede ponerse un nombre actual a fósiles que vivieron hace millones de años, debido principalmente porque se trabaja con una parte del todo y virtualmente pueden haber sufrido



variaciones las otras partes del vegetal (hojas, flores, frutos, semillas). Muchas veces la determinación no es absoluta o puede haber sinonimias. Es frecuente también que el nombre genérico sea cambiado a la luz de nuevos antecedentes.

Investigaciones realizadas

El país tiene numerosos yacimientos fosilíferos de diferentes periodos geológicos. Hasta ahora se han elegido yacimientos del Norte y de la Antártica, por estimar que aportarán valiosos datos fitogeográficos y paleoclimatológicos sobre estas regiones desérticas y semidesérticas en donde, en otras épocas, existió una exuberante vegetación.

Los estudios hasta ahora realizados comprenden fundamentalmente dos aspectos, el geológico

y el paleobotánico. Se estudia la estratigrafía de los sedimentos fosilíferos, se identifican los minerales que petrificaron el material para lo cual la madera fósil es tratada como una roca cualquiera. Se la somete a análisis microquímico, petrográfico, difracción de rayos X y microscopía de barrido (scanning) si es necesario.

Los minerales más comunes encontrados son diferentes formas del anhídrido silíceo, ópalo, calcedonia, cristobalita, cuarzo y jaspe. En menor proporción se encuentran minerales oxidados y sulfatados de cobre, hierro, carbonatos y manganatos.

El aspecto paleobotánico contempla la identificación de la anatomía del fósil a partir de cortes microscópicos, lo que permite aproximarse al conocimiento de la historia vegetal de épocas pasadas.

Troncos fósiles de Pichasca. El tronco que aquí se ve es realmente una piedra. Una vez pulida se podrán ver las células tan claras, que a veces es más fácil estudiar la estructura de maderas fósiles que examinarlas de un árbol vivo.

Sin hacer consideraciones geológicas profundas, interesa tener presente que la historia del reino vegetal ha dividido a los actuales continentes en regiones paleoflorísticas. Para el hemisferio Norte se reconocen tres grandes regiones paleoflorísticas, desde el Pérmico hasta el Cretácico Superior: la **región Angárica** que comprende el Norte y Noreste de Asia; la **región Cataysica**, que abarca el Este Asiático y parte de América del Norte, y la **región Nordatlántica o Euroamericana** que vincula parte de América del Norte con Europa. En estas regiones paleoflorísticas el

caudal informativo sobre plantas fósiles es inmenso. Esto hace que los datos paleogeográficos y paleofitográficos se acerquen a lo ideal.

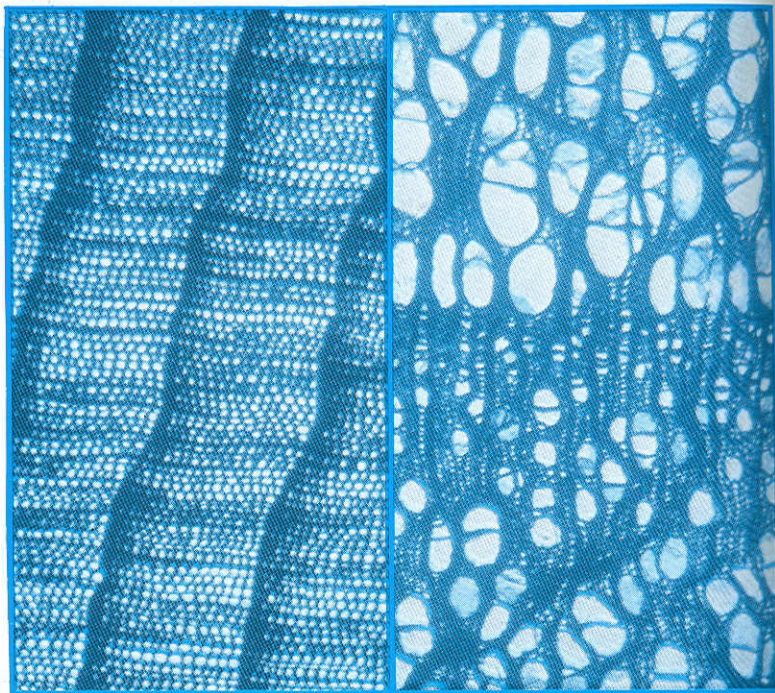
Chile

En el Hemisferio Sur, la región paleoflorística Austral es coincidente con la masa continental llamada **Gondwana**. En ella se integraron los hoy separados continentes de Antártica, Australia (y zonas adyacentes como Tasmania, Nueva Zelanda y Nueva Guinea); la parte austral de Africa, América del Sur y la India. Esta región se la reconoce a partir del Carbonífero, Pérmico y Triásico. Mantiene su fisonomía en la parte austral de Sudamérica, Antártica y Australia aún en el periodo Terciario.

El número de contribuciones científicas en esta región paleoflorística, particularmente en América del Sur, es limitado. De allí el interés de investigadores extranjeros, que han trabajado y lo siguen haciendo particularmente en Chile, país rico en vegetales fósiles. El Ministerio de Educación del Japón, por ejemplo, asignó entre 1978 a 1980 un aporte de 10,8 millones de yenes al investigador M. Nishida para que investigara maderas fósiles de Chile.

La Antártica, por ser un continente denominado laboratorio natural, ha sido y es objeto de múltiples expediciones científicas. Varios trabajos sobre tafofloras de diferentes lugares y edades han sido publicados, preferentemente sobre hojas y polen. Ya en 1910, A.C. Seward presentó un informe sobre plantas fósiles de la Antártica. Posteriormente T.G. Halle, en 1912, estudió más de 60 géneros cosmopolitas encontrados en sedimentos Jurásicos de la Tierra de O'Higgins (Graham Land).

Las hojas y el polen fósil de las islas Seymour, Snow Hill, Rey Jorge, han sido estudiadas por varios autores, entre ellos H. Orlando, quien en 1963 examinó impresiones de hojas, determinando los géneros **Laurelia** (laurel), **Nothofagus** (coihue, roble), **Lomatia**



Corte transversal de *Cupressinoxylon chilensis* n.sp. (Torres) Madera fósil encontrada en sedimentos terciarios de la formación Farellones, Región Metropolitana.

Corte transversal de *Salicinoxylon serrae* n. sp. (Torres). Madera fósil encontrada en sedimentos terciarios de Teguaco, en Chiloé Insular.

(avellanillo), **Tetracera**, **Sterculia**, **Schinopsis**, **Fitzroya** (alerce), **Arthrotaxis** y **Rhamnidium**. La presencia de estos géneros en la Isla Rey Jorge corrobora la opinión de algunos paleobotánicos que aceptan estos testimonios como evidencias de una conexión continental.

Sobre maderas fósiles, aun cuando se sabe que existe mucho material en varios puntos de la Antártica, no hay mucha bibliografía al respecto. Esto es debido fundamentalmente a la falta de especialistas en anatomía vegetal. En particular, el único grupo nacional que se dedica a la Paleoxilología (estudio de maderas fósiles), es el de la Universidad de Chile. Creemos pertinente señalar que hay vivo interés de algunos científicos ingleses por investigar maderas fósiles de la Antártica. R. Lucas, en 1980, describe **Dodoxylon kellerense** de la Isla Rey Jorge y T.H. Jefferson (1981 y 1982) describe **Circopoxylon** de la Isla Alexander.

Publicaciones

En general, las investigaciones realizadas han dado origen a varias publicaciones. Citaremos aquellas que nos parecen más relevantes, desde el punto de distribución de especies.

En la isla Livingston de la Antártica se ha trabajado con material colectado por el geólogo chileno E. Valenzuela. Se ha descrito **Araucarioxylon arayaii** n. sp., cuya nominación proviene de la similitud con el género de la Araucaria de Chile y Argentina. Su epíteto específico está dedicado al geólogo Roberto Araya, descubridor de la flora fósil de Isla Livingston y prematuramente fallecido.

La comunidad arbórea del Cretácico Inferior que se estudia en Península Byers está compuesta por gimnospermas, en particular coníferas y cicadáceas. De ello se infiere que cuando existieron tales bosques hubo allí un clima húmedo con temperatura uniforme.

De la Isla Rey Jorge se están clasificando algunas maderas fósiles, que serían afines al género *Laurelia*, informe que será publicado en el Boletín Antártico Chileno.

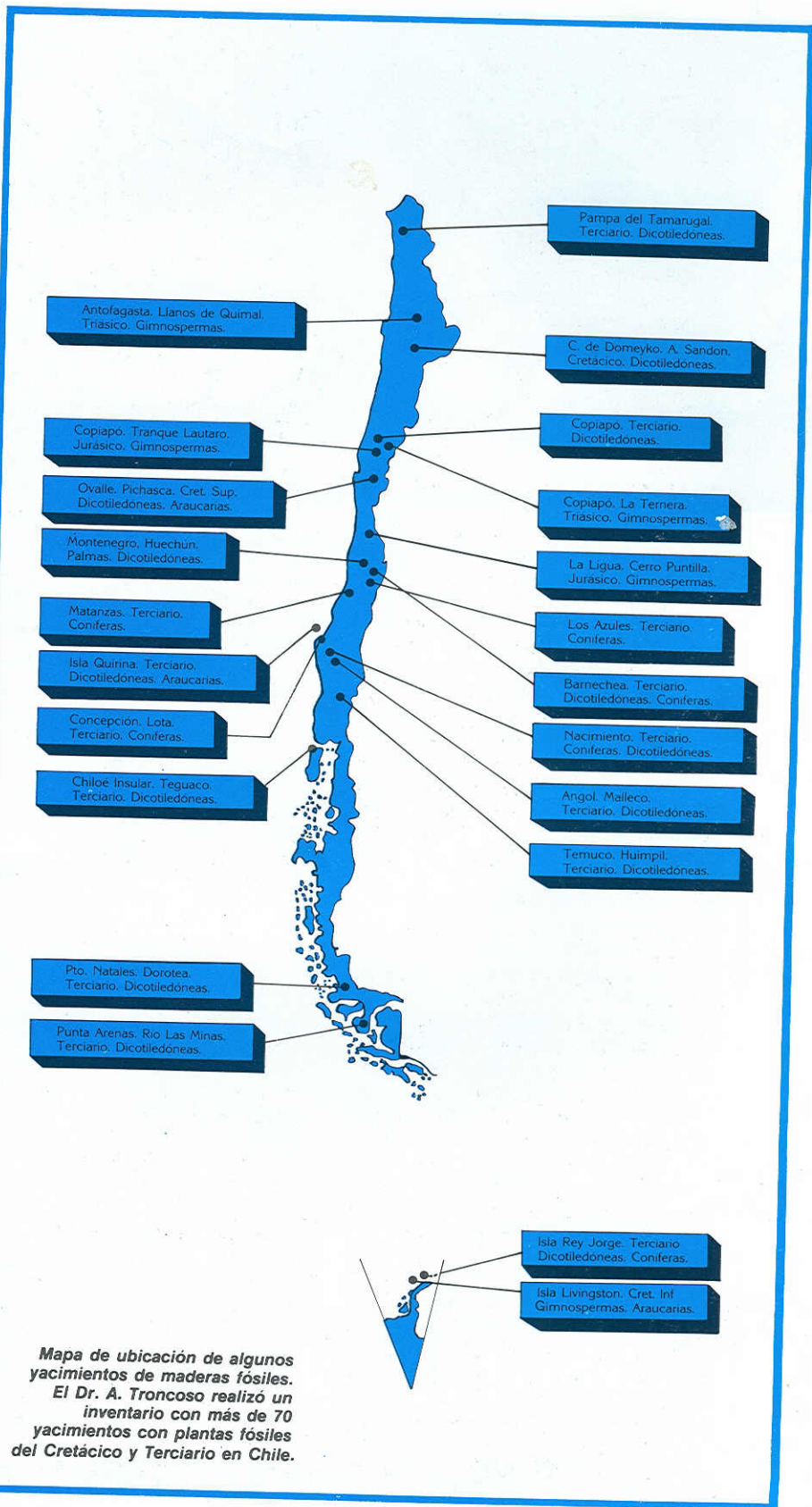
En el plano continental de Chile hay más novedades. En Los Azules, detrás del cerro de San Ramón, frente a Santiago, se encontró y más tarde describió una nueva especie nominada *Cupressinoxylon chilensis*, afin a las cupresáceas (ciprés del sur y alerce). Esta conífera fósil fue colectada por E. Valenzuela y se caracteriza por tener un plano leñoso transversal con marcados anillos de crecimiento, numerosas hifas y micelios. De ellos se infieren condiciones de humedad y cambios estacionales marcados para la época en que vivió el fósil. La datación radiométrica mediante Potasio/Argón realizada en sedimentos en donde se encontró el fósil, señala que éste habría existido hace 9 millones de años.

En Huechún, frente a Montenegro, a 60 km de Santiago, se identificó una Palmácea presuntamente del Cretácico Superior. Este fósil está asociado con una taoflora mixta de coníferas y dicotiledóneas, en las cuales actualmente se trabaja. La flora fósil asociada además con paleosuelos lateríticos indicaría que en esta área hubo climas tropicales o subtropicales. Estos datos podrían tornarse interesantes para investigadores de paleoclimas y paleosuelos que trabajan en zonas áridas y semiáridas.

La Palmácea fósil fue colectada por el geólogo E. Godoy, quien realiza trabajos de investigación geológica en el sector. Con posterioridad se han colectado aproximadamente 60 muestras entre las cuales aparecen varias especies nuevas.

Quizás una de las zonas más interesantes de mencionar es el área fosilífera de Pichasca, a 30 km de Ovalle hacia la cordillera y en la ribera Norte del Río Hurtado. En esta área se han encontrado caparazones de tortugas lacustres y restos de dinosaurios (Casamiquela, 1969) (CRECES, abril 1982).

Una comunidad arbórea mixta integrada por taxa de las familias



Mapa de ubicación de algunos yacimientos de maderas fósiles. El Dr. A. Troncoso realizó un inventario con más de 70 yacimientos con plantas fósiles del Cretácico y Terciario en Chile.



Araucariáceas (araucaria), Mirtáceas: luma, arrayán, Fagáceas (roble) y Elaeocarpaceas (maqui), han sido hasta ahora identificadas en el área. Una característica común encontrada en los fósiles son los anillos de crecimiento indistinguibles. Como se sabe, la formación de los anillos anuales está íntimamente relacionada con las condiciones climáticas, produciéndose células grandes y de paredes delgadas en primavera y células más pequeñas y de paredes gruesas en verano. En los climas cálidos y en los trópicos el crecimiento es continuo y constantemente se agregan células a la madera sin que se hagan evidentes los anillos. Creemos que esa fue la situación para los fósiles estudiados, por lo que se postula un paleoclima isotérmico templado y húmedo.

La paleoecología es un área del saber apasionante que aporta datos multidisciplinarios y no termina en la identificación del fósil. Suele ocurrir que retomadas las muestras fósiles para observarlas al microscopio, aparezcan elementos estructurales que existían hace millones de años y que son temas de investigaciones actuales. Es el caso de las travéculas encontradas en *Araucarioxylon pichasquensis*. Estas alteraciones de la pared secundaria son objeto de nuevos trabajos en maderas de coníferas y dicotiledóneas actuales.

Madera petrificada de especie del género *Araucaria*, encontrada en la Antártica.

En la Isla Quiriquina, frente a Talcahuano, el investigador japonés M. Nishida describió sucintamente la presencia de los géneros *Araucaria*, *Amomyrtus* (luma, meli), *Myrceugenella* (arrayán) y *Laurelia*. Recientemente se encontraron en otro punto fosilífero de una playa de la isla, maderas petrificadas redondeadas. Al identificarlas resultaron ser araucarias, no similares a nuestra *A. araucana* o piño piñonero y con un gran número de traqueidas resinosas y parénquima. Estas estructuras aparecen en los géneros *Agathis* y *Araucaria* de Australia y Nueva Zelanda y han sido temas de investigaciones recientes. El profesor Bamber, de Australia, publicó en 1979 algunos trabajos al respecto y se está en contacto, a fin de establecer posibles relaciones entre estas araucarias fósiles de Isla Quiriquina y las de Nueva Zelanda y Australia, con las cuales serían más afines.

Con estos trabajos que resultan de un interés creciente se pretende aunar esfuerzos y contribuir al conocimiento de lo que fue la paleoflora del país. Se espera además poder incentivar a los jóvenes universitarios a interesarse en estos temas de carácter científico y cultural. Que valoren los conocimientos multidisciplinarios

que puede aportar lo que aparenta ser una estática piedra. Por ley de la República la madera fósil es un patrimonio nacional. Nuestra tarea es aprender a rescatar el mensaje guardado en ella. Por eso resulta oportuno recordar aquí una frase del geólogo británico Sir Charles Lyell: "Todo tiene algo que decir en la naturaleza, si se sabe interpretar su lenguaje".

Para saber más

1. ARCHANGELSKY, S. 1970. Fundamentos de Paleobotánica. Serie Técnica y Didáctica N° 10. Univ. Nacional de La Plata. Argentina.
2. BARTON, C.M. 1963. Significance of the Tertiary fossil flora of King George Island. South Shetland Island. Antarctic Geology. SCAR. Proceedings. XI Paleontology.
3. CRANWELL, L. 1959. Fossil pollen from Seymour Island. Antarctica. Nature Lond. 184. 1782-85.
4. CHESNAY, L. 1968. Informe sobre fragmentos de troncos. Secc. Geol. Museo Nacional de Historia Natural. Santiago.
5. FUENZALIDA, H. 1965. Información paleobotánica preliminar. Soc. Geol. Ch. XVII, N° 10, p. 3-4.
6. HERNANDEZ, P. y AZCARATE, V. 1971. Estudio paleobotánico preliminar sobre restos de una tafoflora de la Península Byers, Isla Livingston, Antártica. Inst. Ant. Ch. Ser. Sc. V. 2, N° 1, p. 15-20.
7. JEFFERSON, T.H. 1980. Angiosperm fossils in supposed Jurassic volcanogenic shales, Antarctica. Nature, Vol. 285, N° 5761, pp. 157-158.
8. JEFFERSON, T.H. 1981. Fossil wood from South Georgia. Br. Antarctic Surv. Bull. N° 54, p. 57-64.
9. LUCAS, T. et al. 1981. A perennialized wood flora of probable early Tertiary age from King George Island, South Shetland islands. Br. Antarctic Surv. Bull. N° 53: 147-151.
10. ORLANDO, H. 1963. The fossil flora of the surroundings of Ardley Peninsula. South Shetland Island. Antarctic Geology. SCAR Proceedings. XI Paleontology.
11. ORLANDO, H. 1968. A new Triassic Flora from Livingston Island. Brit. Antarctic Surv. Bull. 16: 1-13.
12. PLUMSTEAD, E. 1963. Paleobotany of Antarctica. Antarctic Geology. SCAR. XI Paleontology.
13. TORRES, T. 1982. Paleoecología de Península Byers, Isla Livingston, Antártica. III Congreso Geológico Chileno.