

«AUSTROSTROBUS ORNATUM» NOV. GEN. ET SP.,
CONO PETRIFICADO DE LYCOPSIDA DEL TRIASICO
DE SANTA CRUZ (ARGENTINA)

POR MARTA A. MORBELLI¹ Y BRUNO PETRIELLA²

ABSTRACT

In the present paper a petrified lycopsidean cone is studied, which belongs to *Austrostrobus ornatum* n. gen. et sp., from Triassic strata of Santa Cruz Province, Argentine. The sporophylls are filled with microspores which have been referred to *Aratrisporites* Leschik emend. Klaus. Between sporophylls, megaspores have been found which cannot be referred to any known type. *Austrostrobus ornatum* attests to the presence of arborescent Lycopsidae in the Argentine Triassic.

INTRODUCCION

En 1962, en su análisis de las tafofloras paleozoicas y mesozoicas, Archangelsky señalaba la ausencia de Lycopsida en el Triásico gondwánico. Poco después, esta situación se modificó como consecuencia del descubrimiento de *Cylostrobus* Helby et Martin (1965) proveniente de estratos asignados al Triásico inferior de Australia.

Hace algo más de un año, en ocasión de hallarnos revisando la Colección Paleobotánica, el Dr. S. Archangelsky y uno de los autores (B. P.), encontramos una pieza petrificada que atrajo mucho nuestra atención. Examinada bajo la lupa se concluyó que se trataba de una

¹ Becario del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

² Profesor Titular de Ciencias Biológicas de la Universidad Provincial de Jujuy.

El trabajo fue realizado en la División Paleobotánica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

fructificación, presumiblemente de Lycopsidea, cuya proveniencia indicaba: provincia de Santa Cruz, Triásico. Con el objeto de precisar la ubicación geográfica y estratigráfica de la pieza, se efectuaron consultas con el colector, Dr. M. Sarris. El material proviene de la Fm. El Tranquilo, unidad litoestratigráfica que se ubica actualmente en el Triásico superior (Stipanovic y Bonetti, 1968). La misma, sin embargo, no ha sido estudiada en detalle y probablemente pueda en un futuro separarse en dos secciones (Archangelsky com. verb.); la sección inferior de esta columna, corresponde muy posiblemente a términos más antiguos, del Triásico (quizá Triásico medio).

Esta formación ha brindado hasta ahora muchos restos vegetales (improntas) y sólo una petrificación descripta: *Osmundacaulis herbstii* (Arch. et de la Sota) Miller 1971.

Ante la importancia del hallazgo se convino en estudiar el material cuyo análisis es el objeto del presente trabajo.

Antes de entrar en materia, los autores desean agradecer al Dr. Sergio Archangelsky la lectura del manuscrito y sus útiles sugerencias sobre el tema.

MATERIAL Y METODO DE TRABAJO

Para llevar a cabo el estudio se contó con un solo ejemplar petrificado por silificación, de forma trapezoidal y color blanco amarillento por fuera, con partes internas de color negro. El estado de preservación es excelente. Las estructuras se estudiaron mediante sendos cortes, efectuados con sierra de diamante, a lo largo de los planos longitudinal y transversal. Los detalles microscópicos se obtuvieron del análisis de cortes petrográficos, los que permitieron también, el estudio minucioso de la pared de las megasporas, el cual fue de gran utilidad para la posterior clasificación del material.

Organo-género **AUSTROSTROBUS** nov.

Diagnosis: Como la de la única especie, *Austrostrobus ornatum* n.sp.

Austrostrobus ornatum n. sp.

(Láms. I y II; Fig. 1)

Diagnosis: Cono petrificado de Lycopsidea con eje central y esporofilos unisporangiados dispuestos espiraladamente. Eje longitudinal

aproximadamente dos veces mayor que el transversal. Esporofilos cuneados, carenados, recurvados hacia la parte distal del cono, con la cara abaxial fosulada. Microsporangios elongados con numerosas microsporas del tipo *Aratrisporites* Leschik emend. Klaus. Megasporas dispersas sobre y entre los esporofilos, triletes, subtriangulares a circulares, con exina gruesa, reticulada, tectada.

Holotipo: LP-PB 9201.

Localidad: Estancia Cañadón Largo, Prov. de Santa Cruz.

Yacimiento: Triásico. Formación El Tranquilo.

Leg: Dr. M. Sarris.

Preparaciones microscópicas: 831, 832, 833.

Repositorio: División Paleobotánica, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

Descripción: El único ejemplar conocido es la región central de un cono¹ del cual se han perdido las regiones proximal y casi toda la distal. Sus ejes (transversal y longitudinal) miden poco más de 6 cm, aunque puede inferirse que el eje longitudinal debió alcanzar casi 13 cm (fig. 1 A).

Los esporofilos sobrepasan el centenar, se disponen espiraladamente sobre el eje del cono, que mide 1 cm de diámetro. La forma de los esporofilos es aproximadamente cuneada, presentan una carena constituida por tejido mecánico (fig. 1 F) y su superficie externa (cara abaxial) está cubierta por depresiones cuya forma varía desde circular a muy alargada (fig. 1 E).

Los esporangios son alargados, de paredes monoestratificadas, constituidas por células rectangulares o cuadradas de pared más o menos gruesa. La cavidad de los esporangios está repleta de microsporas, que en gran parte se disponen en tetradas.

En los intersticios que existen entre los esporofilos se han hallado numerosas megasporas (Lám. IB). Su presencia no puede deberse a un hecho fortuito, ya que su número es muy elevado y se las halla hasta en la parte más interna, sino que puede suponerse que las regiones proximal y/o distal llevaban megasporofilos con sus megasporangios que, al desprenderse (quizás debido a la fosilización) liberaban

¹ En rigor se trata de la región centro-distal.

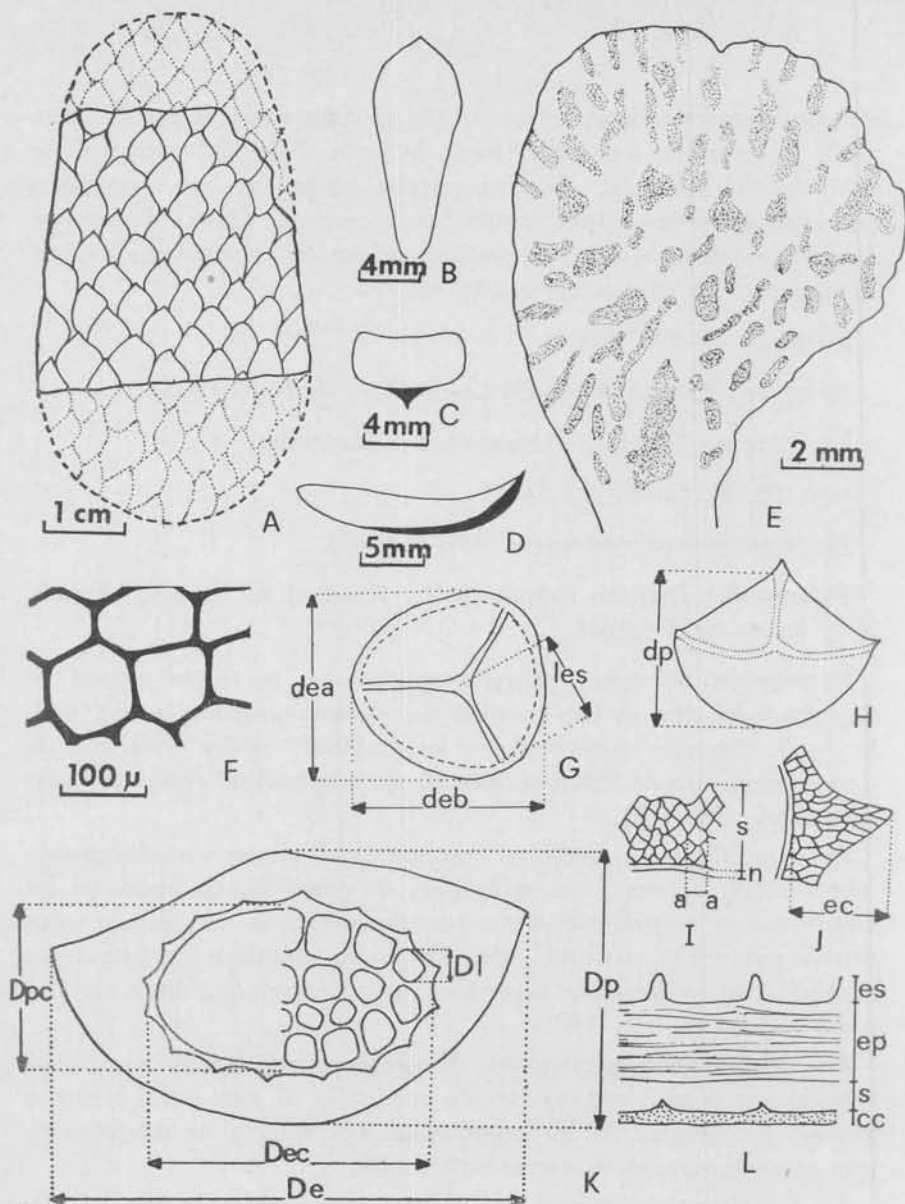


Fig. 1. — A, reconstrucción del cono en vista lateral (las líneas llenas corresponden a la parte preservada); B, C, y D, cortes longitudinal transversal, transversal y longitudinal radial de los esporofilos; E, vista superficial de la cara abaxial de un esporofilo; F, detalle del tejido mecánico de la carena de un esporofilo; G, esquema de la vista polar de la megaspora: *dea* y *deb*, diámetros ecuatoriales, *les*, rama de la lesura; H, esquema de la vista ecuatorial de la megaspora: *dp*, diámetro polar; I, esquema de la exina: *s*, sexina, *n*, nexina, *a-a*, alveolo; J, esquema de la expansión ecuatorial (*ec*) de la sexina; K, esquema de la vista ecuatorial de la microspora: *De* y *Dp*, diámetros ecuatorial y polar respectivamente de la espora, *Dec* y *Dpc*, diámetros ecuatorial y polar respectivamente del cuerpo central, *DI*, diámetro del lumen; L, esquema del corte transversal de la pared de la microspora: *es*, espina, *ep*, espesor de la pared, *s*, separación entre el perisporio y el cuerpo central (*cc*).

a las megasporas, muchas de las cuales quedaron retenidas dentro del cono. Esta explicación que necesariamente implica atribuir carácter hermafrodita al cono, aunque hipotética, nos parece la más plausible.

Las microsporas se encuentran unidas en tetradas, hallándose algunas pocas, libres y siempre en vista ecuatorial. Son monoletes, rodeadas por un perisporio, plano-convexas en vista ecuatorial, presentando en el centro de la cara proximal una pequeña inflexión. El perisporio es de estructura compacta, grueso, en la mayoría de los casos, firmemente adherido al cuerpo central, compuesto por una serie de laminillas superpuestas que se anastomosan entre sí. Los extremos de las laminillas superficiales quedan libres en forma de pequeñas y delicadas espínulas. En vista superficial el perisporio le confiere a la espora un aspecto esponjoso. El cuerpo interno es elíptico de paredes delgadas, reticulado, siendo las mallas del retículo, en ciertos casos incompletas; el diámetro de los lúmenes es variable.

Es interesante mencionar que se observaron varios grupos de aproximadamente 15 esporas, de contorno circular y superficie fuertemente reticulada, desprovistas de perisporio, sin ubicación determinada, dispersas entre las tetradas pero dentro de los microsporófilos. Podría tratarse en este caso de esporas inmaduras.

Las megasporas son triletes, de contorno subtriangular a circular en vista polar y biconvexas en vista lateral. Cara proximal de contorno subpiramidal a subredondeado, cara distal hemisférica.

En la cara proximal la marca trilete determina la formación de tres facetas cuyo margen distal, en vista superficial, constituye una línea bien marcada y ubicada justamente en la zona ecuatorial; a corta distancia de dicho margen se observa una leve depresión. Dicha estructura afecta solamente a la sexina, la cual sobresale a modo de cuña, de 40 a 60 μ , sin llegar a constituir una "zona" (en el sentido de Couper & Grebe, 1961).

La exina es gruesa, compuesta por dos capas, no siempre claramente diferenciables entre sí: una capa externa o sexina, de 22 (30,8) 40 μ de espesor, que cubre la lesura formando un "tectum" (según Potonie & Kremp, 1955), pudiendo en algunos casos ser más delgada en la cara proximal. La estructura interna de la misma es esponjosa, compuesta por pequeñas laminillas que se anastomosan entre sí y dejan alveolos poligonales, por lo general alargados en sentido radial, cuya amplitud varía entre 1,8 y 11,7 μ . El borde externo de la sexina es sumamente irregular, observándose proyecciones que pueden llegar a constituir verdaderas espinas y zonas excavadas.

La capa interna o nexina es oscura, delgada, de $2(3,6)10 \mu$ de espesor, firmemente adherida a la sexina, compuesta por una serie de laminillas superpuestas en sentido tangencial, pudiendo algunas desprenderse hacia el interior.

En vista superficial la exina aparece como un retículo laxo, de malla muy irregular en las formas petrificadas, en cambio, la superficie externa es granular. La interpretación de la ornamentación, en estas últimas observadas con (MEB)¹ se corresponde por completo con aquellas estudiadas por episcopía y diascopía.

Ya que la superficie externa de la sexina, se presenta como granular, determinando la mayor o menor acumulación de los gránulos, así como el tamaño de los mismos, zonas excavadas y elevaciones más o menos romas pudiendo algunas constituir espinas. Las zonas deprimidas corresponden a los lúmenes y las zonas elevadas a la malla del retículo, observado en vista superficial por diascopía.

Observaciones: a pesar de no haber sido posible observar las microsporas en vista polar, se utilizaron otras evidencias a fin de determinar el carácter de la apertura; éstas son:

- a) Tipo de tetradas: decusadas;
- b) Forma de la microspora (libres o en tetradas): plano-convexa en vista ecuatorial.

De acuerdo a estos datos puede concluirse que las microsporas son monoletes, aunque presentan una pequeña inflexión en la zona de contacto entre ellas.

Según los caracteres morfológicos anteriormente citados, las microsporas son similares a las del género *Aratrisporites* Leschik emend. Klaus, 1960.

DIMENSIONES

I. CONO

Eje longitudinal (calculado)	12 cm
Eje transversal	6 cm
Relación $\frac{\text{eje longitudinal (L)}}{\text{eje transversal (D)}} =$	$\frac{2}{1}$
Diámetro del eje	1 cm

¹ Microscopio Electrónico de Barrido.

Relación $\frac{\text{diámetro del eje (DE)}}{\text{diámetro del cono (DC)}} =$	$\frac{1}{6}$
Longitud de los esporangios	1,5 - 2 cm
Ancho de los esporangios	ca. 0,5 cm
Relación $\frac{\text{longitud esporangios (LE)}}{\text{ancho esporangios (AE)}} =$	$\frac{3}{1} - \frac{4}{1}$

II. MICROSPORAS

II. 1. *Perisporio*

II. 1. 1. Contorno de la espora: diámetro polar (Dp) ¹	31,5 (35,4) 43,2 μ ;	diámetro ecuatorial (De)	45 (49,5) 54 μ .
II. 1. 2. espesor del perisporio (ep)			5,6 μ .
II. 1. 3. separación del cuerpo central (s)			2,8 μ .
II. 1. 4. espinas (es)			1,4 μ .

II. 2. *Cuerpo central*

Diámetro polar (Dpc)	20,7 (23,5) 27 μ .
Diámetro ecuatorial (Dec)	29,7 (34,1) 38,7 μ .
II. 2. 2. espesor de la pared	0,9 μ .
II. 2. 3. diámetro de los lúmenes (Dl)	1,8 - 5,4 μ .

III. MEGASPORAS

III. 1. Observación por episcopía (vista superficial)

Diámetro polar (dp)	420 - 452 μ
Diámetro ecuatorial (dea)	510 - 620 μ
Diámetro ecuatorial (deb)	540 - 690 μ
Longitud de la lesura (les)	225 - 380 μ

III. 2. Observación por diascopía (corte petrográfico)

Diámetro polar (se incluye la ornamentación pero no se tiene en cuenta la elevación de la marca trilete)	413 (473) 536,8 μ
--	-----------------------

¹ Para las abreviaturas ver la leyenda de la Fig. 1.

DISCUSION

Tanto la estructura del cono como su contenido esporífero responden al plan general que presentan las *Lycopsida* en tales órganos.

La morfología de los conos presenta pocas variantes y la información con que se cuenta es bastante pobre, ya sea por tratarse de taxa descriptos hace mucho tiempo o porque obedecen a distintos tipos de fosilización, los cuales no siempre proporcionan datos equivalentes. Esta situación ha llevado a algunos autores a plantear la necesidad de una amplia revisión (Helby & Martin 1965: 391). A nuestro entender, los objetivos de dicha revisión deberían ser no sólo el de ordenar estas fructificaciones "incertae sedis", sino también seleccionar caracteres o grupos de caracteres de verdadero valor taxonómico.

Por el momento se carece de trabajo de este tipo y los autores modernos se han orientado en realizar análisis más exhaustivos de las estructuras fértiles, a la par que otorgan cada vez más peso al contenido esporífero.

Por esta razón, en el presente trabajo se ha dedicado especial atención al estudio de las esporas, las que se comparan, a continuación, con las pertenecientes a conos del Triásico. Estas especies son: *Cylostrobos sidneyensis* (Walkom) Helby et Martin, *Cylostrobos major* Helby et Martin, *Cylostrobos grandis* Helby et Martin, *Lycostrobos scotti* Nathorst, *Selaginellites polaris* Lundblad, *Pleuromeia sternbergii* (Münster) Corda y *Pleuromeia rossica* Neuburg.

Las megasporas en todos los casos presentan lesura trilete elevada y contorno subtriangular a circular. El diámetro de las mismas oscila entre los 300 y 700 μ , salvo en *Pleuromeia rossica* en que el diámetro es reducido y presenta una variación de 300-340 μ .

La sexina de las megasporas de *Austrostrobos ornatum* es esponjosa y gruesa, diferenciándose en esto de las anteriormente citadas que poseen exina lisa a débilmente granular, excepto las de *Lycostrobos scotti*, asignadas al género *Nathorstisporites* Jung, que presenta breves proyecciones más o menos cónicas y lesura con grandes labios fibrilares. Salvo esta última, las de *Pleuromeia sternbergii*, que podrían corresponder al género *Trileites*, y las de *Pleuromeia rossica*, todas las demás megasporas son asignadas a distintas especies del género *Banksisporites* Dettmann.

Las megasporas de *Austrostrobos* no pueden ser referidas a *Banksisporites* ya que no presentan la separación entre sexina y nexina ca-

racterística del mismo, observándose además una marcada diferencia en la ornamentación.

Es interesante hacer notar que si bien, se ha logrado establecer estas diferencias, en el material estudiado por transparencia; las esporas observadas con luz reflejada podrían haber sido determinadas como *Banksisporites* ya que su superficie externa es granular.

Por otra parte aunque su forma general concuerda con la de *Pleuromeia rossica*, la ornamentación es mucho más complicada que en esta última pudiendo los diámetros de las primeras llegar a ser el doble.

Las microsporas son monoletes, de contorno ovalado, diferenciándose de las de *Selaginellites polaris*, *Pleuromeia sternbergii* y *P. rossica* por ser éstas triletes, de contorno triangular a redondeado. Se diferencian de las tres especies de *Cylostrobos* por ser el cuerpo interno de las mismas liso y el perisporio delgado con espinas espaciadas y prominentes, lo mismo ocurre con *Lycostrobos scotti* en que es punteado a débilmente granular. Excepto las microsporas de *Selaginellites* y las correspondientes a *Pleuromeia* spp. que poseen esporas triletes, el resto fue asignado al género *Aratrisporites* Leschik emend. Klaus. El diámetro de las microsporas estudiadas es superior al de todas las demás citadas.

En resumen, las microsporas pueden ser referidas a *Aratrisporites*, aunque no concuerden morfológicamente con muchas especies atribuidas a dicho género. Respecto a las megasporas, como ya se señaló, no pueden referirse a ningún género conocido y de hallarse como "spora dispersae" deberán considerarse como un nuevo taxón.

En lo que concierne a la estructura estrobilar, cabe descartar de inmediato a *Selaginellites polaris*, ya que presenta conos muy pequeños (1,8 cm) y la relación longitud del cono/diámetro del cono es distinta.

Con *Pleuromeia*, existe similitud en lo que respecta a tamaño, difieren en el contorno de esporofilos y esporangios, sin considerar que se atribuye a *Pleuromeia* carácter monoico.

También hay coincidencia, en el tamaño del cono, con *Lycostrobos*; no en la disposición de los esporofilos ya que, en *Lycostrobos* éstos se disponen aparentemente sin orden. Asimismo, la relación longitud del cono/diámetro del cono son muy distintas, lo mismo corresponde decir en la forma de los esporangios.

El género que más se asemeja a *Austrostrobos* es *Cylostrobos*, si no se tienen en cuenta las dimensiones absolutas (que son muy distintas) y, en cambio se comparan las relaciones: diámetro del cono/diámetro

del eje y longitud del cono/diámetro del cono, se encuentra una similitud apreciable. Los esporofilos y esporangios poseen forma y estructura similares en ambos géneros. En este aspecto cabe señalar que de no mediar diferencias tan importantes en la estructura de las megasporas, nuestra especie podría haberse asignado a *Cylostrobos*.

Con referencia a la antigüedad del material, resulta significativo indicar que los taxa más afines tienen una distribución cronológica estrictamente triásica, a saber: *Cylostrobos* spp. (Triásico inferior), *Lycostrobos scotti* (Triásico superior), *Pleuromeia* spp. (Triásico inferior), *Selaginellites polaris* (Triásico) y *Aratrisporites* spp. (Triásico).

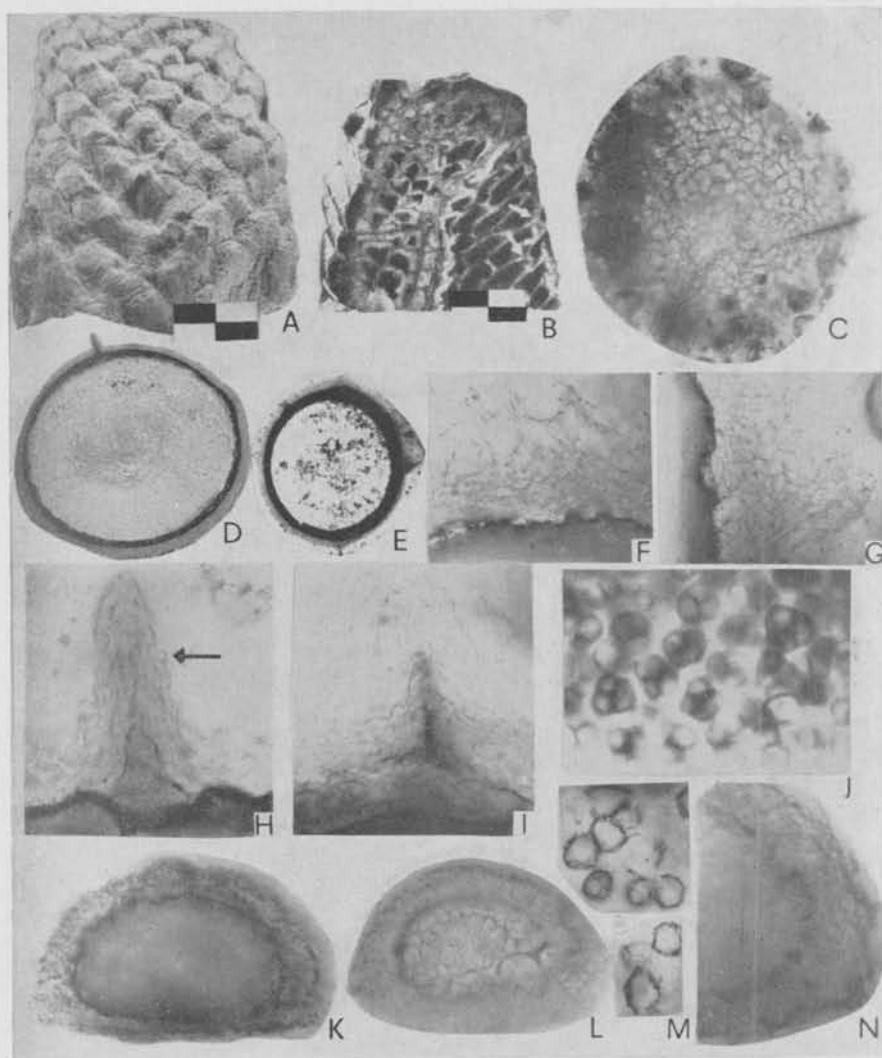
CONCLUSIONES

El análisis llevado a cabo en los párrafos precedentes permite aseverar:

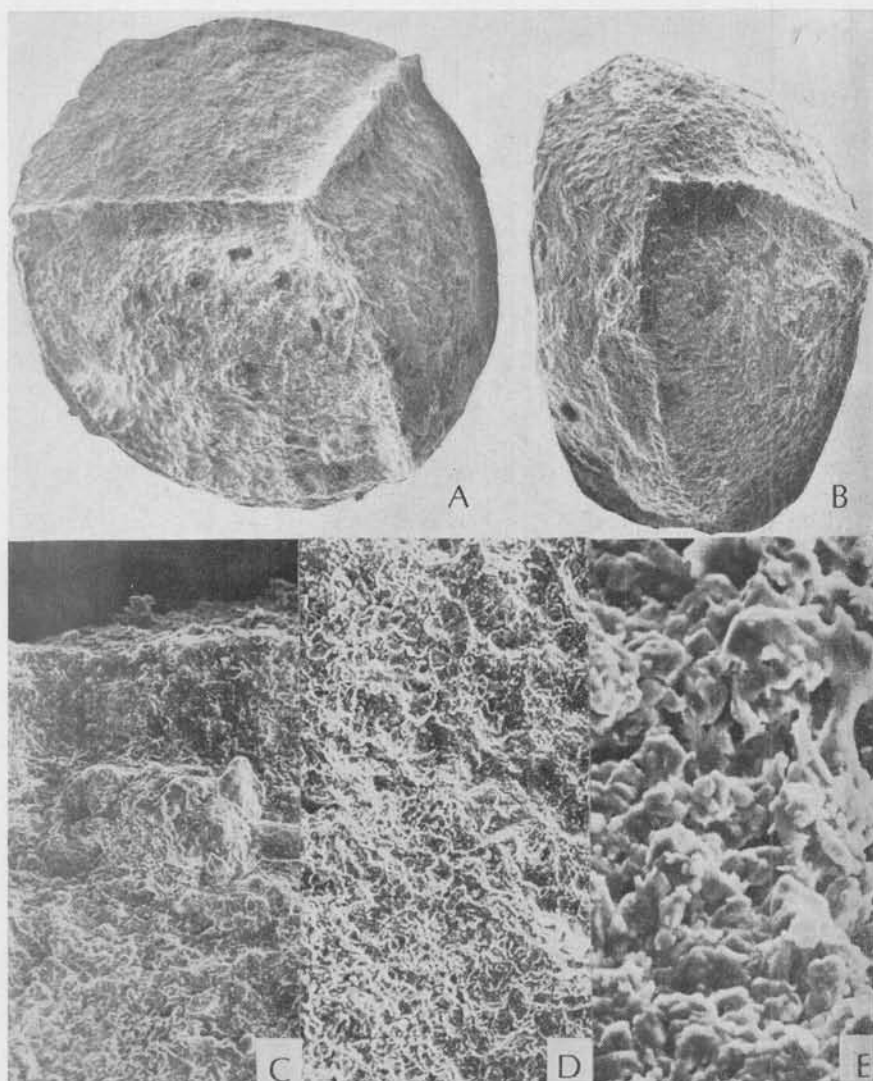
- 1º El cono descrito pertenece a un nuevo género, *Austrostrobos*, que se diferencia de los demás organo-géneros de fructificaciones de Lycopsida "incertae sedis", sobre todo por la estructura de sus megasporas.
- 2º Los biocrones de los taxa afines permiten inferir que *A. ornatum* vivió durante el Triásico.
- 3º Dado el tamaño de la fructificación, la planta portadora debió ser de tamaño considerable, probablemente arborescente. Esta es una evidencia más a favor de aquellos autores que sostienen la presencia de Lycopsida arborescentes a comienzos del Mesozoico.
- 4º La presencia de *Austrostrobos ornatum* en el Triásico de Santa Cruz, permite certificar la existencia de Lycopsida arborescentes en las tafofloras que habitaron nuestro territorio en dicho período.
- 5º La estructura del cono de *Austrostrobos* permite inferir cierto parentesco con *Cylostrobos*, con el cual conformarían, quizás, un taxón de rango superior, relativamente importante en las tafofloras triásicas del Gondwana.

BIBLIOGRAFIA

- ARCHANGELSKY, S. 1965. *Tafofloras paleozoicas y eomesozoicas de Argentina. Análisis de sus componentes y vinculaciones con otras tafofloras coetáneas extraargentinas*. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 10 (4): 247-291; 5 mapas, 8 cuadros
- CHALONER, G. y BOUREAU, E. 1967. *Lycophyta*, en Boureau, E., *Traité de Paleobotanique* tomo II, 845 pp. Masson et Cie. Paris.
- DETMANN, M. E. 1961. *Lower Mesozoic megaspores from Tasmania and South Australia*. *Micropal.* 7: 71-86.
- HELBY, R. y MARTIN, A. R. H. 1965. *Cylostrobos gen. nov., cones of Lycopsidean plants from the Narrabeen group (Triassic) of New South Wales*. *Austr. J. Bot.* 13: 389-404, 3 láms. 6 figs.
- KREMP, G. O. W. 1965. *Morphologic encyclopedia of palynology* 185 págs. 38 láms. University Arizona Press. Tucson.
- MILLER, CH. N. 1971. *Evolution of the fern family Osmundaceae based on anatomical studies*. *Mus. Pal. Univ. Michigan.* 23 (8): 105-169, 2 láms.
- NEUBURG, M. F. 1960. *Pleuromeia Corda from de Lower Triassic shales of the Russian Platform*. *Trudy Geol. Inst. Acad. Nauk. URSS*, 43: 65-92, 4 láms.
- POTONIE, R. 1956. *Synopsis der Gattungen der Spores dispersae. I Teil: Sporites*. *Beih. Geol. Jahrb.* 3: 3-103, 11 láms.
- 1962. *Synopsis der spores in situ*. *Beih. Geol. Jahrb.* 52: 3-204, 19 láms.
- 1966. *Synopsis der Gattungen der spores dispersae*. *Beih. Geol. Jahrb.* 72: 1-244, 15 láms.
- STIPANICIC, P. N. y BONETTI, M. I. R. 1969. *Consideraciones sobre la cronología de los terrenos triásicos argentinos*. I Simp. Intern. Estrat. y Paleont. Gondwana, Mar del Plata.



A, aspecto externo del cono en vista lateral; B, corte longitudinal del cono (las flechas señalan megasporas incluidas); C, vista superficial de la megaspóra, mostrando la naturaleza esponjosa de la exina ($\times 85$); D y E, corte óptico de la vista ecuatorial de la megaspóra, mostrando sección de la lesura y la pequeña expansión ecuatorial ($\times 40$); F, corte óptico de la exina de la megaspóra, mostrando la naturaleza alveolar de la sexina y una nexina delgada ($\times 275$); G, idem en la zona ecuatorial, mostrando la expansión que involucra sólo a la sexina ($\times 275$); H e I, cortes ópticos de la lesura (la flecha señala el «tectum» ($\times 550$); J, vista general de las tetradas de las microsporas ($\times 85$); K, vista superficial y corte óptico de la microspóra, mostrando el cuerpo interno y perisporio ($\times 750$); L, ornamentación del cuerpo interno de la microspóra ($\times 750$); M, esporas inmaduras ($\times 275$); N, corte óptico del perisporio ($\times 850$).



Distintos aspectos de la megaspora observados por el MEB. A, vista polar proximal ($\times 93$); B, vista ecuatorial ($\times 93$); C, vista parcial de la cara proximal que muestra la expansión ecuatorial ($\times 333$); D y E, detalles de la ornamentación en los que se aprecian la naturaleza granular de la sexina ($\times 666$ y $\times 3333$, respectivamente).