

# Palinología del Paleogeno tardío-Neogeno temprano, pozo Aries x-1, Plataforma Continental Argentina, Tierra del Fuego

Susana PALAMARCZUK<sup>1</sup> y Viviana BARREDA<sup>1</sup>

**Abstract.** LATE PALEOGENE-EARLY NEOGENE PALYNOLOGY, ARIES X-1 WELL, ARGENTINE CONTINENTAL SHELF, TIERRA DEL FUEGO, ARGENTINA. Nineteen cutting samples from the Aries x-1 well, drilled in the Argentine continental shelf, offshore Tierra del Fuego, were analyzed for palynology. Marine and terrestrial palynomorph assemblages, fairly well preserved, though neither diverse nor abundant, were recovered throughout the studied interval, comprising depths between 240-640 m. Four sections, D, C, B and A from bottom to top are informally proposed on the basis of the palynological content. Sections D through B are considered Oligocene in age, most probably Upper Oligocene, whereas section A yielded Early Miocene assemblages, according to previously recorded species distribution in nearby areas. Two marine events were recognized in sections C and A respectively. The first is characterized by the presence of high amounts of protoperidinioid dinoflagellate cysts (up to 98%) mostly *Brigantedinium* sp., and the second, by equivalent amounts of both major dinocyst groups-gonyaulacoids, protoperidinioids- with absolute dominance of *Nematosphaeropsis rigida* Wrenn (32 % of the assemblage). An environmental trend from estuarine-transitional restricted (section C) to neritic nearshore marine (section A) is suggested. Terrestrial palynomorphs are abundant in sections C and A. Levels 500-550 m have large amounts of *Nothofagidites* spp., pteridophyte spores and fungal remains, probably reflecting forest vegetation in the surrounding area. The interval 260-300 m, section A, yielded a diverse pollen grain assemblage mostly composed of the herbaceous and shrubby families Cyperaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae and Anacardiaceae.

**Key words.** Dinoflagellates. Pollen and spores. Palynostratigraphy. Argentine continental shelf. Oligocene. Miocene.

**Palabras Clave.** Dinoflagelados. Polen y esporas. Palinoestratigrafía. Plataforma Continental Argentina. Oligoceno. Mioceno.

## Introducción

La presente contribución constituye un nuevo aporte al conocimiento palinológico del Paleogeno tardío-Neogeno temprano en localidades de la costa patagónica. Es, a su vez, el primero de esta disciplina para depósitos cenozoicos de la Plataforma Continental Argentina en el ámbito de la Cuenca Austral. Los resultados alcanzados hasta el presente se inscriben en un marco cuyo objetivo general es el establecimiento de un esquema palinológico de referencia local para el Oligoceno-Mioceno desde los puntos de vista bioestratigráfico, paleoecológico, paleoclimático y paleobiogeográfico.

Recientemente fueron dados a conocer estudios efectuados en otras localidades dentro del área general mencionada, para edades equivalentes (Barreda, 1996, 1997; Palamarczuk y Barreda, 1998; Barreda y Palamarczuk, 2000a y 2000b). En este trabajo se analiza el intervalo sedimentario del pozo Aries x-1, ubicado en la Plataforma Continental Argentina a la latitud de Tierra del Fuego (figura 1), comprendido en-

tre los 260 y los 640 m b.b.p. Para un espesor más extendido de este mismo pozo, que incluye además los términos eocenos, se presentó un esquema preliminar multidisciplinario (Malumián *et al.*, 1999), donde se detallan los antecedentes para el ámbito de la Cuenca Austral y se describen la sedimentología y los microfósiles calcáreos.

El tramo sedimentario aquí estudiado no presenta, desde el punto de vista palinológico, ninguna brusca discontinuidad composicional, estando limitado en la profundidad de 640 m por una discordancia. La misma lo separa de las sedimentitas infrayacentes, portadoras de palinomorfos, en su mayoría marinos, claramente asignables al Eoceno (Eoceno Medio?), cuyo estudio no forma parte del presente trabajo.

## Materiales y métodos

El análisis palinológico se llevó a cabo sobre 19 muestras de *cutting*, separadas a intervalos de 20 m. Se aplicó a las mismas el tratamiento estándar para palinología. El residuo orgánico obtenido luego de los ataques con ácidos clorhídrico y fluorhídrico y sucesivos lavados, se filtró por mallas de 25 µm y 10

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Recursos Geológicos (CIRGEO) J. R. de Velazco 847, 1414 Buenos Aires, Argentina. E-mail suspal@movi.com.ar; vbarreda@ciudad.com.ar

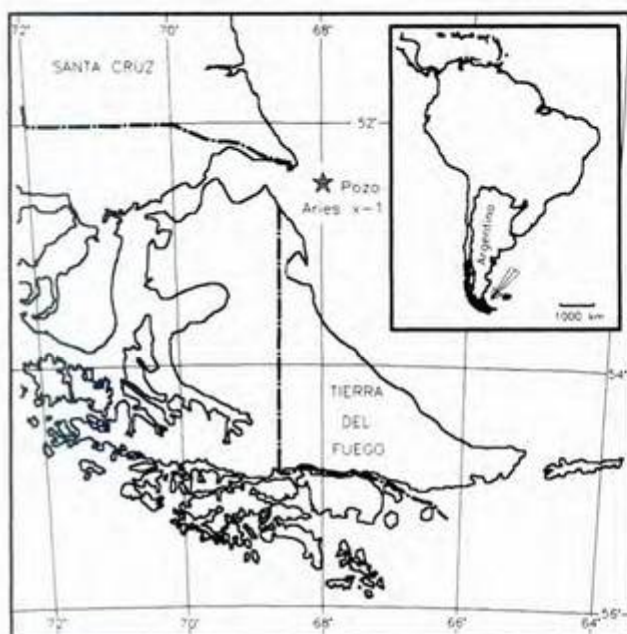


Figura 1. Mapa de ubicación / Location map.

$\mu\text{m}$ , montándose luego en gelatina glicerina un preparado para cada fracción.

Las fotomicrografías de los morfotipos identificados se tomaron con película Agfapan 25. Las coordenadas del material ilustrado corresponden a los microscopios Leitz Ortholux N° 963806 para los ejemplares marinos y Leitz Dialux N° 924193 para los continentales.

Las preparaciones se encuentran depositadas en la palinoteca del Centro de Investigaciones en Recursos Geológicos bajo la sigla CIRGEO Palin con número de catálogo 1242-1279.

Desde el punto de vista del análisis de las distribuciones estratigráficas de las especies, la metodología aplicada consistió en el estudio de las muestras desde el tope a la base del intervalo, debido a la naturaleza de las mismas. Si bien el material recuperado no presentó dificultades de interpretación debido a probables presencias de ejemplares caídos, siempre se considera el dato más confiable aquél que corresponde a las aparentes extinciones dentro de los tramos estudiados.

Al efectuarse la interpretación de los eventos registrados se procedió en el orden cronológico correspondiente al verdadero desarrollo de los mismos, es decir, desde los más antiguos hacia los más modernos.

Así, sobre la base de las observaciones realizadas en el tramo sedimentario considerado se identificaron informalmente 4 secciones, denominadas D, C, B y A desde a la base hasta el tope. Cada una de ellas está caracterizada por una particular composición palinológica que se describe en los capítulos dedicados a palinomorfos marinos y continentales respectivamente.

## Resultados

De las 19 muestras analizadas, sólo una, la muestra basal del intervalo, resultó prácticamente estéril. El resto brindó material palinológico diverso, en concentraciones muy variables según los niveles considerados, y, en general, con una preservación relativamente buena.

Los palinomorfos marinos, consistentes en quistes de dinoflagelados, prasinofíceas y paredes internas de foraminíferos, están representados en número muy variable, aunque nunca son abundantes (figura 2, curva de número de ejemplares por preparado). Se registra su presencia en todas las muestras fértiles.

Los palinomorfos continentales están representados por granos de polen de angiospermas y gimnospermas, esporas de pteridófitas y briófitas, esporas y otros restos de hongos, y muy escasas colonias de algas verdes. La presencia y abundancia de los mismos, según los niveles, es también altamente variable.

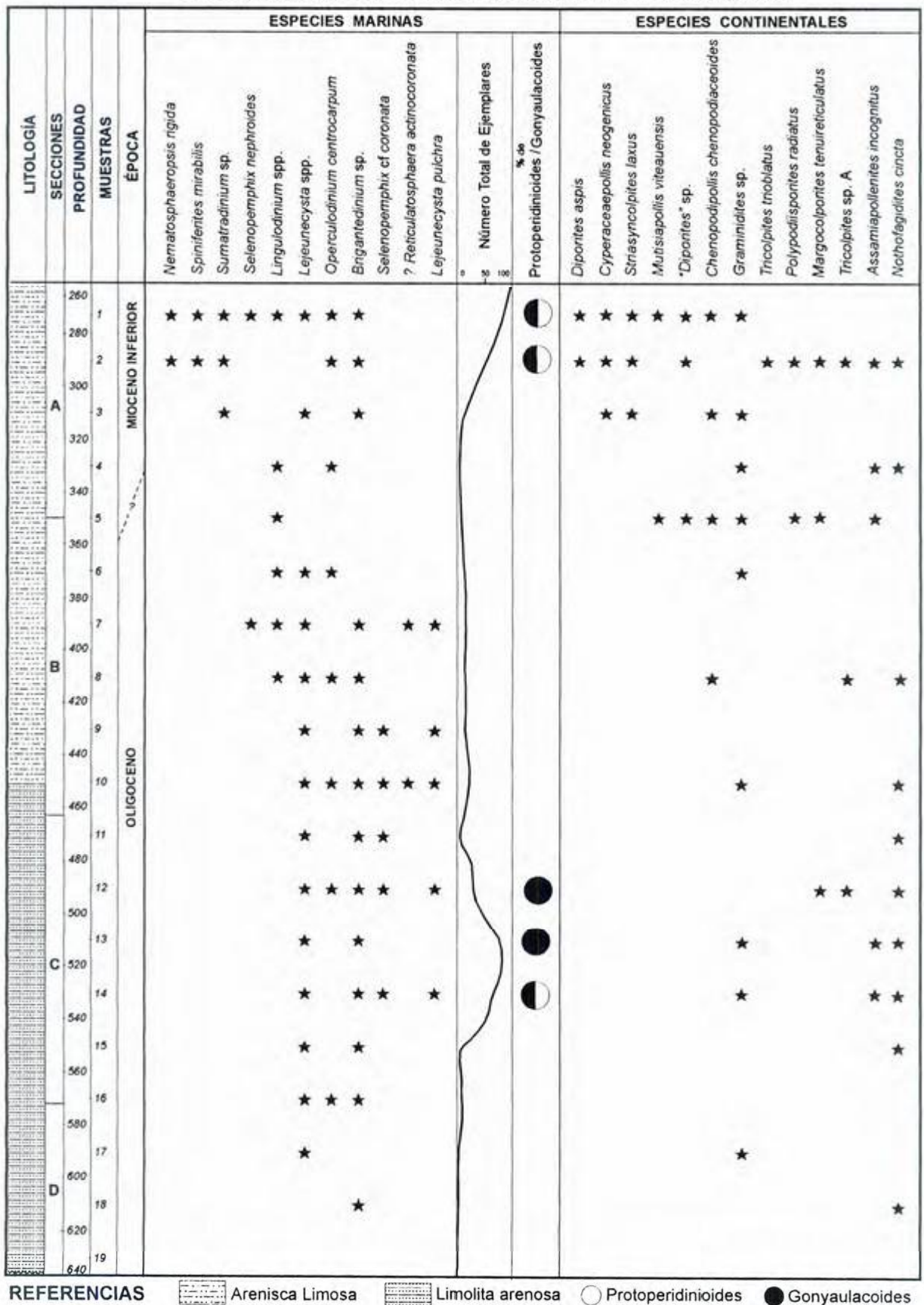
Entre los fragmentos de vegetales mayores presentes en el residuo orgánico predominan los restos de leño, excepto entre las muestras 15 y 17, donde la materia orgánica presenta características algo diferentes, con mucha menor representación del tipo mencionado. En todos los niveles se registró pirita en abundancia.

Esporádicas presencias de palinomorfos re trabajados de ciclos sedimentarios anteriores fueron documentadas en algunas de las muestras. Las mismas consistieron en ejemplares continentales del Cretácico Inferior, y continentales y marinos del Cretácico Superior y del Eoceno.

### Palinomorfos marinos

Para el estudio del material se analizó la fracción  $+25 \mu\text{m}$ , identificándose la presencia de organismos marinos en todos los niveles, excepto en el correspondiente al intervalo 620-640 m (muestra 19). Los organismos recuperados comprenden, en su mayor parte, quistes de dinoflagelados. En segundo lugar en cuanto a abundancia, aunque muy localizadas, se cuentan las capas orgánicas internas de foraminíferos. Se registran, además, a lo largo del intervalo, muy esporádicas presencias de prasinofíceas de los géneros *Leiosphaeridia*, *Tasmanites* y *Crassosphaera*.

La sección A, en especial en el tramo 260-280 m, es la que muestra la mayor diversidad específica. La participación de ambos grupos mayores (gonyaulacoides y protoperidinioides) es casi equivalente, alcanzando un 52% y un 48% respectivamente. Entre los primeros es clara la dominancia de *Nematos-*



REFERENCIAS Arenisca Limosa Limolita arenosa Protoperidinioides Gonyaulacoideos

Figura 2. Distribución estratigráfica de especies de palinómorfs seleccionadas. Número de palinómorfs marinos por preparado y abundancia porcentual de protoperidinioides/gonyaulacoideos / Stratigraphic distribution of selected palynomorph species. Number of marine specimens per slide and protoperidinioid/gonyaulacoid percent abundance.

*phaeropsis rigida* Wrenn, llegando a un 30% del total de quistes recuperados en el nivel. Dentro del mismo grupo se registra la presencia de muy escasos ejemplares de *?Reticulosphaera actinocoronata* (Benedek) Bujak y Matsuoka, representantes del complejo referido a *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson) Wall, *Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjeant, *Lingulodinium* sp. y *?Batiacas-phaera* sp.

Las especies representativas del grupo de los protoperidinioides son *Sumatradinium* sp., *Brigantedinium* sp., *Selenopemphix nephroides* Benedek y *Lejeunecysta* spp. Se reconoció, además, un ejemplar referible al género *Trinovantedinium*.

Las capas orgánicas internas de cámaras iniciales de foraminíferos son escasas en esta sección, alcanzando un máximo de 5 ejemplares contados en la muestra 2. Hacia los términos inferiores de la misma, los palinomorfos marinos disminuyen notablemente.

Las especies registradas permiten hacer algunas consideraciones con respecto a la asignación temporal, al menos en relación con áreas cercanas estudiadas previamente para palinología.

Dentro del grupo de los gonyaulacoides, *Nematosphaeropsis rigida* Wrenn (como *N. cf. rigida* Wrenn) y *Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjeant fueron citadas en la base del sector aflorante de la Formación Chenque, provincia del Chubut (Palamarczuk y Barreda, 1998). La segunda de las especies mencionadas se registró también en otras áreas, como en el perfil El Faro en el sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk, 2000a) y en secciones del área tipo de la Formación Monte León, en la provincia de Santa Cruz (Barreda y Palamarczuk, 2000b).

Los protoperidinioides identificados corresponden, en algunos casos, a primeras citas para Argentina, como *Sumatradinium* sp. y *Trinovantedinium* sp. Otras especies ya fueron mencionadas en los trabajos citados, como *Brigantedinium* sp. y *Selenopemphix nephroides* Benedek. La primera tiene, aparentemente, amplia distribución a lo largo de la costa atlántica argentina y plataforma continental, habiéndose registrado con distintos niveles de abundancia desde la Cuenca del Colorado (obs. pers.), hasta este punto de estudio. La segunda especie mencionada, *S. nephroides* Benedek, se identificó previamente en la base de la Formación Chenque. Otros protoperidinioides presentes, en su mayoría asignables a *Lejeunecysta* spp., requieren una más adecuada comparación para establecer relaciones claras con otras áreas. Las especies conocidas presentes en esta sección permiten asignarla al Mioceno Temprano. *Lingulodinium hemicystum* McMinn, indicador bioestratigráfico importante en áreas ubicadas más al norte que la presente, no se registró claramente aquí. Un único ejemplar recuperado del

género no permitió distinguir el tipo de arqueopilo, aunque su apariencia general parece similar a la de la especie mencionada (figura 4.G).

La composición de estas asociaciones, en especial la de la muestra 1, presenta dificultades para la interpretación ambiental. La abundancia y diversidad de ejemplares en el preparado son indicativas de un ambiente nerítico de plataforma interna. Sin embargo, el género *Nematosphaeropsis*, considerado como indicador de ambiente oceánico, está presente en el nivel, tal como se expresó, con importante representación porcentual. Una similar presencia del género pudo ser observada en sedimentos recientes en la zona de desembocadura de estuario y apertura hacia el mar del golfo de Saint Lawrence, en Canadá (De Vernal y Giroux, 1991). Condiciones de deposición similares podrían explicar la abundancia del género en la muestra 1.

La sección B registra poca participación de palinomorfos marinos. Las especies presentes con muy escasos representantes, corresponden a *?Reticulosphaera actinocoronata* (Benedek) Bujak y Matsuoka, *Lingulodinium* sp. y *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson) Wall, dentro de los gonyaulacoides y *Brigantedinium* sp., *Lejeunecysta* spp., *Selenopemphix nephroides* Benedek y *S. coronata* Bujak dentro de los protoperidinioides. Hacia la base de esta sección comienza a observarse un claro incremento en el número de capas internas de foraminíferos.

La sección C se caracteriza por un importante aumento en el contenido de paleomicroplancton, casi exclusivamente compuesto por representantes del grupo de los protoperidinioides, llegando a un 98% en la muestra 13. Las especies presentes son: *Brigantedinium* sp., claramente dominante, con subordinada participación de *Lejeunecysta* spp., *L. pulchra* Biffi y Grignani, *S. nephroides* Benedek y *Phe- lodinium africanum* Biffi y Grignani. Las capas internas de foraminíferos alcanzan su máxima representación numérica en el nivel superior de la sección, muestra 12.

La significación bioestratigráfica de estas asociaciones no es todavía suficientemente clara. Algunas de las especies características de las sección fueron previamente mencionadas. Ellas son, *Brigantedinium* sp., *L. pulchra* Biffi y Grignani y *P. africanum* Biffi y Grignani. Otras, como algunos morfotipos de los géneros *Selenopemphix* y *Lejeunecysta* se observan por primera vez. La más directa comparación que puede efectuarse es con el área sur del golfo de San Jorge, perfil Punta Nava. En el mismo se registró también una asociación con importante participación de protoperidinioides, con especies en común con las aquí mencionadas y con algunas definidas para el delta del Níger (Biffi y Grignani, 1983). Sin embargo, debi-

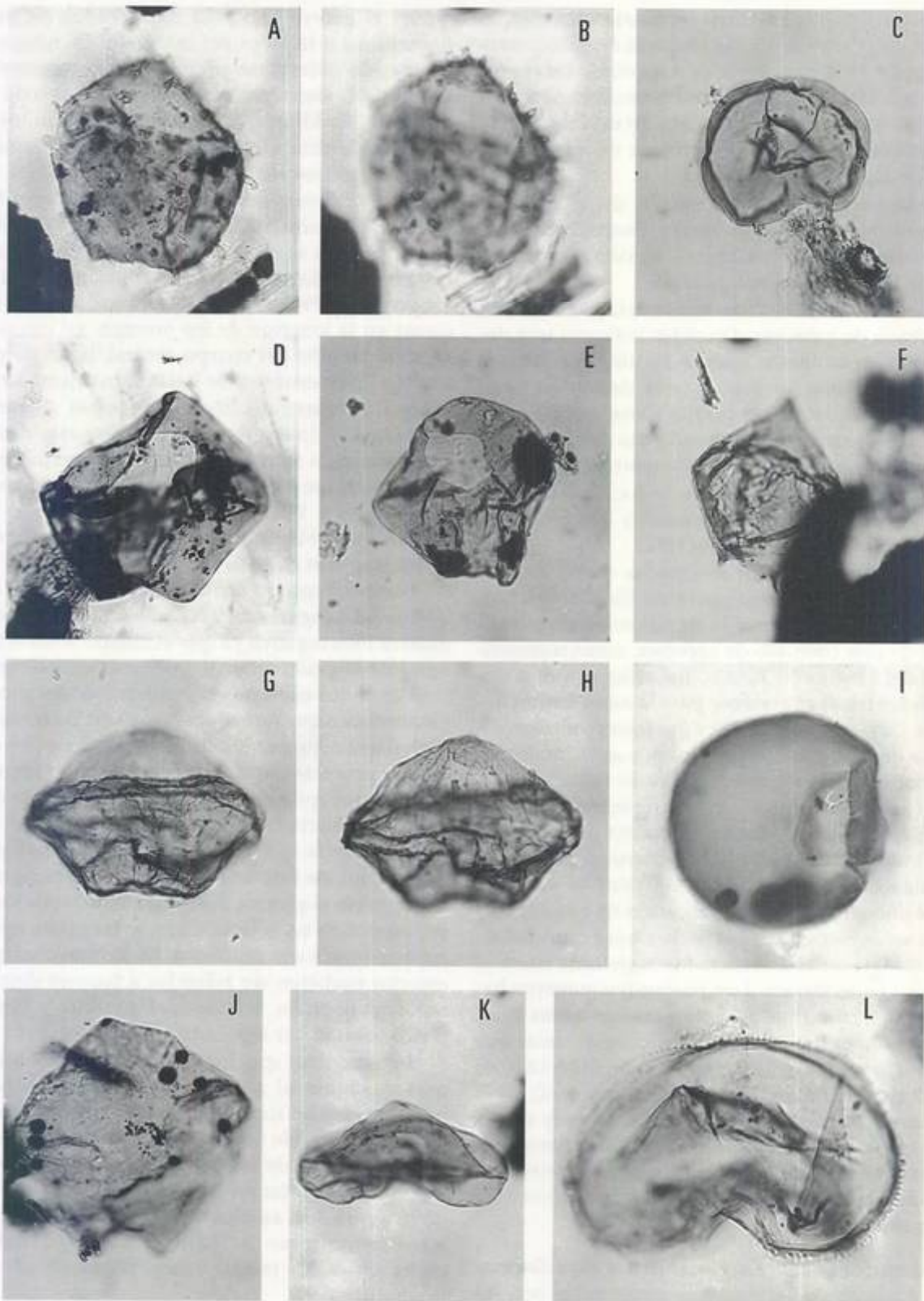


Figura 3. A-B, *Sumatradinium* sp. CIRGEO Palin 1242 49,4/100,1. C, *Selenopemphix nephroides* Benedek emend. Bujak CIRGEO Palin 1242 48,8/95,8. D-E, *Lejeunecysta* sp. 1; D, CIRGEO Palin 1254 38,7/98,3; E, CIRGEO Palin 1242 52,3/101,6. F, L, *L. pulchra* Biffi y Grignani CIRGEO Palin 1268 41,7/98,8. G-H, *Phelodinium africanum* Biffi y Grignani CIRGEO Palin 1266 55,7/97,3; G, superficie ventral superior / upper ventral surface; H, superficie dorsal inferior / lower dorsal surface. I, *Brigantedinium* sp. CIRGEO Palin 1244 54,2/106,7. J, *Lejeunecysta* sp. 2 CIRGEO Palin 1264 57,2/107,3, superficie dorsal superior / upper dorsal surface. K, *Selenopemphix tholus* (Bradford) Head CIRGEO Palin 1252 49,4/95,6. L, S. sp. cf. *S. coronata* Bujak CIRGEO Palin 1268 48,9/97,6. Figuras/figures 3.A-3.H y 3.J-3.K (x 465); figuras/figures 3.I y 3.L (x 815).

do a factores paleoclimáticos o paleoambientales, la relación entre ambos grupos mayores de dinoquistes es diferente en ambas áreas de Argentina. En el perfil Punta Nava se registra igual representación porcentual de cada uno, mientras que en esta sección, la composición es casi exclusivamente de quistes del grupo de los protoperidinioides.

La asignación temporal dentro del Oligoceno, probablemente Oligoceno Tardío, parece estar fundamentada por estas presencias, tal como se discute en Barreda y Palamarczuk (2000a).

Desde el punto de vista ambiental, esta absoluta dominancia de protoperidinioides indicaría una deposición en ambiente marino restringido, aunque rico en nutrientes, ya que se trata de formas heterotróficas. Esta situación podría darse, también, en un ambiente estuárico. La abundancia de géneros tales como *Brigantedinium*, *Selenopemphix* y *Lejeunecysta* en sedimentos más modernos se localizó también asociada con bordes continentales y ambientes de *upwelling* (De Vernal y Mudie, 1992).

Las asociaciones aquí analizadas abren interrogantes para futuras investigaciones. En primer lugar, es importante determinar la significación bioestratigráfica de este conjunto de especies, como representativas del Oligoceno Tardío. Todos los estudios desarrollados hasta el presente para la edad fueron llevados a cabo en afloramientos o secciones ubicados a lo largo de la costa, con condiciones ambientales no demasiado diferentes entre sí. Por lo tanto, no está claro el grado de control ejercido por este factor. Muy probablemente deba tenerse en cuenta, para una correcta interpretación de estas frecuencias la influencia paleoclimática en particular para el caso de *Brigantedinium* sp., cuya significación en este aspecto deberá ser investigada a partir de mayor cantidad de datos, ya que su abundancia fue registrada hasta el presente con tendencia a un progresivo aumento hacia latitudes más altas, relacionadas con aguas frías. Corroborando esta interpretación, cabe destacar que las especies indicativas de aguas templado cálidas, como *Tuberculodinium vancampoe* (Rossignol) Wall, no están aquí representadas. También es muy escasa la presencia de prasinofíceas, muy abundantes en sectores de edad equivalente, y también consideradas como indicadores de similares condiciones de temperatura de aguas.

**Consideraciones sobre algunas de las especies marinas.** Algunas de las especies recuperadas son sin dudas asignables a taxones conocidos en la literatura ilustrados en análisis palinológicos anteriores con nomenclatura abierta o informal. Otros morfotipos requieren algunas aclaraciones del criterio que se sigue para su interpretación en el presente estudio.

*Lingulodinium* spp. Unos pocos ejemplares asignados

al género han sido recuperados de manera discontinua a lo largo del intervalo. En ninguno de ellos pudo observarse un arqueopilo característico, ya sea de *L. machaerophorum* (compuesto) o de *L. hemicystum* Mc Minn (hemicistal). Se ilustran los morfotipos identificados (figuras 4.F-G), dejándose abierta la asignación específica.

*Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson) Wall (figuras 4.A y 4.D-E). Bajo esta denominación específica se considera un grupo de formas afines en la morfología de la pared y conformación de los procesos. Presentan, sin embargo, algunas variaciones en la longitud de los mismos, así como en la relación tamaño del cuerpo central/largo de procesos. No pudo establecerse hasta el momento una significación bioestratigráfica para estas diferencias. Además, el número de ejemplares de este complejo es escaso en la sección sedimentaria analizada. Una discusión sobre esta especie y formas afines se detalla en Head y Wrenn (1992). Especies nuevas sobre las bases morfológicas expresadas fueron propuestas en Matsuoka *et al.* (1997).

?*Reticulatosphaera actinocoronata* (Benedek) Bujak y Matsuoka (figuras 4.I y 4.L). Se utiliza el género de manera interrogativa ya que el mismo se caracteriza, en su descripción original, por tener conexiones distales entre los extremos expandidos de los procesos, característica que no fue observada en los numerosos ejemplares recuperados en otras secciones, ni en los escasos presentes aquí. Tampoco pudo ser identificado un arqueopilo de tipo precingular, por lo que se mantiene abierta la asignación genérica.

*Lejeunecysta* spp. Bajo esta asignación se considera un grupo de formas protoperidinioides claramente asignable al género, pero cuya interpretación a nivel específico no resulta clara, y las apariciones de los morfotipos son saltuarias. En los casos en que las especies pudieron ser referidas a taxones descritos en la bibliografía, en especial en Biffi y Grignani (1983) se citan por separado.

*Selenopemphix* spp. Este conjunto merece un tratamiento similar al anterior. Se recuperaron para el presente estudio formas conocidas y otras cuyo análisis no fue posible debido al escaso número de ejemplares. Algunos de los morfotipos se comparan con especies descritas en Bradford (1975). El ejemplar de la figura 3.K, es similar a la especie considerada actualmente como *S. tholus* (Bradford) Head, descrita en dicho trabajo como *Omanodinium tholus* Bradford.

#### *Palinomorfos continentales*

Para el estudio del material de origen continental se analizaron las fracciones mayores de 25 µm y 10

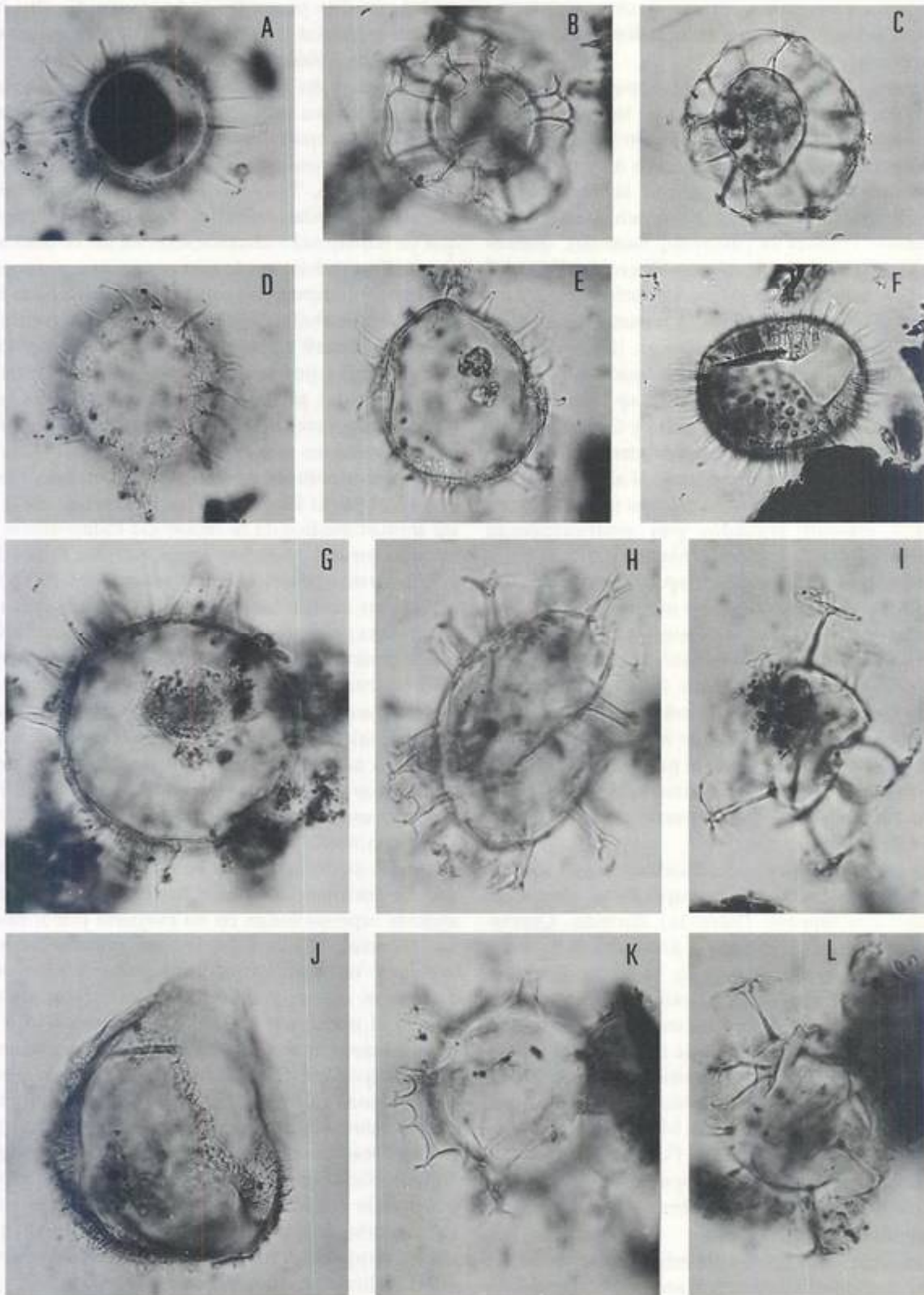


Figura 4. A, D-E, *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson) Wall; A, CIRGEO Palin 1254 45/106; D, CIRGEO Palin 1254 55,4/102,9; E, CIRGEO Palin 1242 49,7/108. B-C, *Nematosphaeropsis rigida* Wrenn; B, CIRGEO Palin 1242 33,5/108,8; C, CIRGEO Palin 1242 35,9/105,9. F-G, *Lingulodinium* sp.; F, CIRGEO Palin 1254 37,5/105,4; G, CIRGEO Palin 1242 35,5/106. H y K, *Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjeant; H, CIRGEO Palin 1244 42,7/92,1; K, CIRGEO Palin 1244 46,7/109,3. I-L, *?Reticulosphaera actinocoronata* (Benedek) Bujak y Matsuoka; I, CIRGEO Palin 1242 37,8/103,6; L, CIRGEO Palin 1250 55,8/104,8. J. *Batiacasphaera* sp. CIRGEO Palin 1244 38/94,6. Figuras/figures 4.B, 4.C, 4.F (x 465); figuras/figures 4.A, 4.D, 4.E, 4.G-4.L (x 815).

um recuperándose polen, esporas y otros restos vegetales en todos los niveles analizados, aunque con concentraciones variables.

En la sección A las asociaciones esporopolínicas alcanzan su mayor diversidad. Los tipos polínicos más representativos de este intervalo provienen de familias herbáceas y arbustivas, en su mayoría adaptadas a ambientes litorales, como las cyperáceas (*Cyperaceapollis neogenicus* Krutzsch), asteráceas (*Mutisiapollis viteauensis* [Barreda] Barreda), quenopodiáceas (*Chenopodipollis chenopodiaceoides* [Martin] Truswell), anacardiáceas (*Striatricolporites* spp.) y en menor proporción malváceas (*Baumannipollis variaperturatus* Barreda), esparganiáceas (*Sparganiaceapollenites barungensis* Harris), restionáceas ("*Milfordia*" *argentina*), poáceas (*Graminidites* sp.) y onagráceas (*Corsinipollenites atlantica* Barreda y *Disporites aspis* Pocknall y Mildenhall). El polen arbóreo está subordinado sugiriendo un paisaje general abierto. En este grupo prevalecen las araucariáceas (*Araucariacites australis* Cookson) seguidos por podocarpáceas (*Podocarpidites* spp.), fagáceas (*Nothofagidites* spp.) y pocas mirtáceas (*Myrtacidites* sp.). Las esporas de pteridófitas son escasas tanto en número de ejemplares cuanto en diversidad de especies. Se reconocen *Polypodiisporites* spp., *Cyatheaci-dites annulatus* Cookson e *Ischyosporites areapunctatis* (Stuchlik) Barreda. Entre las briofitas sólo es abundante *Ricciasporites*, afín al género actual *Riccia*, que es característico de hábitats abiertos confirmando el paisaje sugerido por la baja concentración de elementos arbóreos. Las esporas de hongos están bien representadas en el tramo 260-290 m b.b.p.

Entre las especies estratigráficamente más significativas restringidas al sector superior se destacan: *Mutisiapollis viteauensis* (Barreda) Barreda, *Cyperaceapollis neogenicus* Krutzsch y *Striasyncolpites laxus* Mildenhall y Pocknall (figura 2). Ya se ha discutido en trabajos anteriores sobre el valor cronoestratigráfico de la presencia de compuestas y cyperáceas en las cuencas patagónicas (Barreda *et al.*, 1998; Barreda y Palamarczuk, 2000b). Sólo resta ahondar sobre la distribución de *S. laxus* Mildenhall y Pocknall que parece restringirse al intervalo Mioceno Temprano-Mioceno Medio (Mildenhall y Pocknall, 1989). Comentarios adicionales a este respecto se efectúan en el capítulo "Consideraciones sobre algunas de las especies continentales".

Las mayores similitudes de esta asociación tienen lugar con las identificadas en el sector inferior del cerro Chenque, Palinozona A (Barreda, 1996) y en los niveles chonítico tobáceos que rematan la secuencia patagónica aflorante al sur del golfo San Jorge, perfil El Faro (Barreda y Palamarczuk, 2000a).

Con respecto a la edad de la sección, en función de las distribuciones cronoestratigráficas conocidas

de las especies presentes y de las similitudes halladas, se le asigna una antigüedad en el entorno del Mioceno probablemente Mioceno Temprano.

En la sección B el espectro continental muestra una significativa reducción. Todavía se documentan algunas quenopodiáceas y taxones como *Margocolporites tenuireticulatus* Barreda, *Corsinipo-Ilenites atlantica* Barreda, "*Sparcipollis*" sp. y formas transicionales a *Tricolpites trioblatus* Mildenhall y Pocknall que ya habían sido identificadas en los niveles superiores. En cambio, no se reconocen compuestas, cyperáceas y tampoco las especies *Diporites aspis* Pocknall y Mildenhall, "*Diporites*" sp. y *Striasyncolpites laxus* Mildenhall y Pocknall. Los elementos arbóreos, representados por araucariáceas (*Araucariacites australis* Cookson), podocarpáceas (*Podocarpidites* spp.) y fagáceas (*Nothofagidites* spp.), son comparativamente más abundantes que en el tramo superior. Este conjunto esporopolínico es comparable con los reconocidos en el perfil Playa La Mina (Barreda, 1997) y en los tramos medios de la secuencia Patagónica aflorante al sur del golfo San Jorge, perfiles Punta Nava y Mazarredo (Barreda y Palamarczuk, 2000a). Teniendo en cuenta las similitudes mencionadas y la naturaleza gradual del cambio entre las asociaciones esporopolínicas de las secciones A y B, se sugiere para el intervalo una antigüedad oligocena tardía.

En la sección C la concentración de palinomorfos continentales es nuevamente más elevada y se reconoce una asociación ampliamente dominada por fagáceas que en algunos niveles alcanzan el 57 % del espectro esporopolínico (tipo fusca 46%, tipo brassi 10%, tipo menziesii 1%). Otros elementos arbóreos, como las podocarpáceas, se encuentran subordinados. Se documentaron helechos de afinidad botánica incierta representados en su mayoría por formas lisas monoletes de la especie *Laevigatosporites ovatus* Wilson y Webster. Las esporas, hifas, y otros restos de hongos son muy abundantes y diversos, en especial en el tramo 540-560 m b.b.p. Cross *et al.* (1966) determinaron que los restos fúngicos son abundantes en depósitos de estuarios en especial en posiciones cercanas a la desembocadura de los ríos. El espectro mencionado sugiere el desarrollo de importantes áreas boscosas dominadas por *Nothofagidites* bajo condiciones de clima húmedo. Con respecto a la edad de la sección, las especies recuperadas son, en su mayoría, longevas y no permiten efectuar precisiones temporales más allá de las que surjan por la edad de los intervalos supra e infrayacentes.

Por último, en la sección D la asociación esporopolínica es nuevamente muy escasa, identificándose unas pocas fagáceas, podocarpáceas y mirtáceas. Se recuperaron granos de polen de gramíneas, pero en muy bajo número de ejemplares. La asociación recuperada tampoco permite efectuar inferencias temporales.



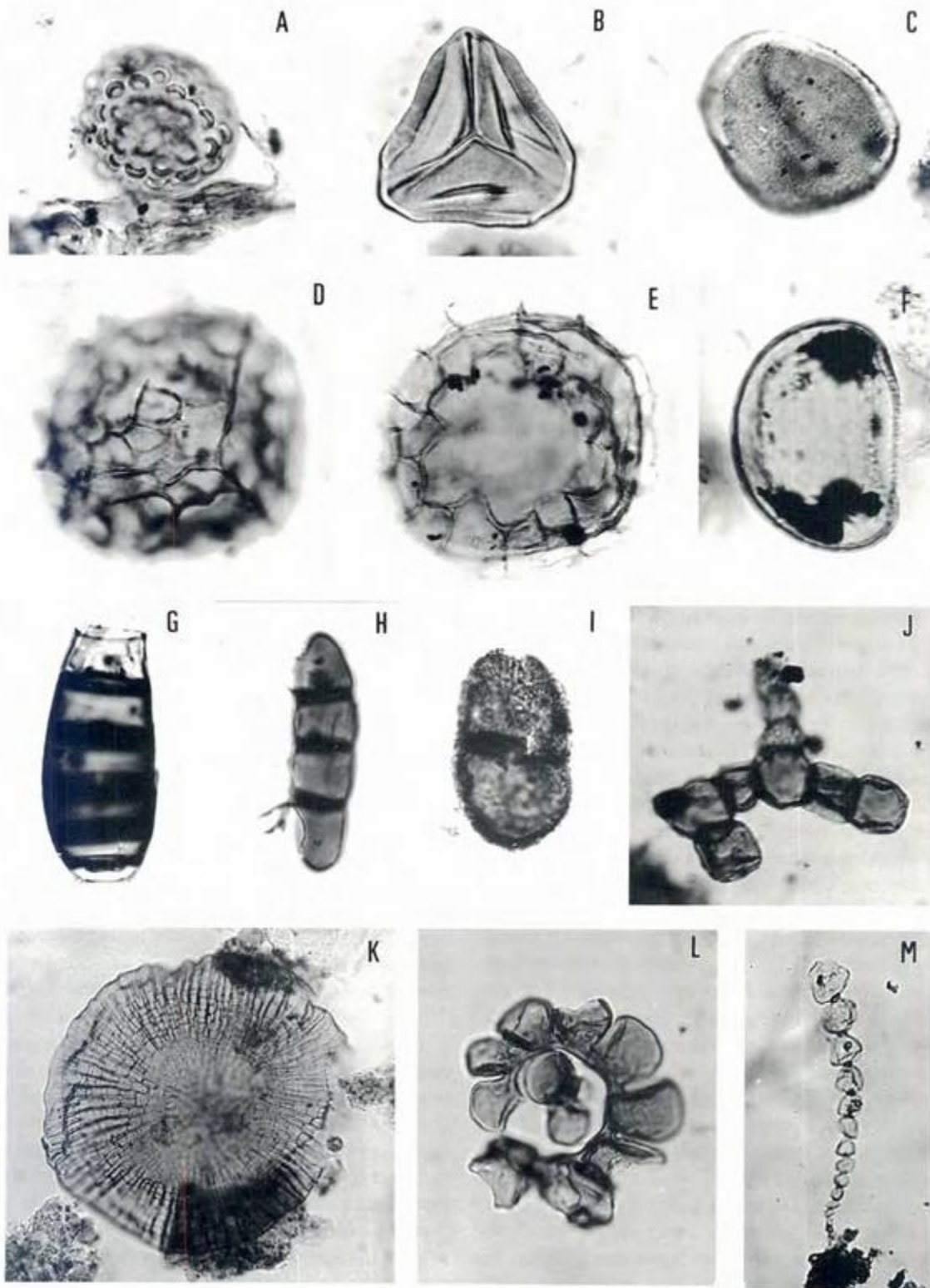


Figura 5. A, zigosporas de zignematáceas / *zignematacean zygosporas* CIRGEO Palin 1245 29,4/97,5. B, *Gleicheniidites* sp. CIRGEO Palin 1251 31,3/100,3. C, *Assamiapollenites incognitus* Pocknall y Mildenhall CIRGEO Palin 1248 46,8/109,7. D-E, *Rouseisporites* sp. CIRGEO Palin 1242 29,3/104,6; D, foco proximal / *proximal focus*; E, foco intermedio / *intermediate focus*. F, *Monolites alveolatus* Couper emend. Pocknall y Mildenhall CIRGEO Palin 1243 37/106,6. G-J, esporas de hongos / *fungus spores*; G, Tipo / *type* 1 CIRGEO Palin 1251 29,5/101,5; H, Tipo / *type* 2 CIRGEO Palin 1245 55,9/108,2; I, Tipo / *type* 3 CIRGEO Palin 1261 22,4/106; J, Tipo / *type* 4 1243 35,4/98,9. K, cuerpo fructífero de microtiriáceas / *microthyriaceous fruit body* CIRGEO Palin 1250 33/112,9. L, capas internas de foraminíferos / *foraminiferal linings*; L, CIRGEO Palin 1244 42,6/105,5; M, Capas internas de foraminíferos uniseriales / *uniserial foraminiferal linings* CIRGEO Palin 1260 22,6/104,6. Figura / *figure* 5.M (x 180); figuras / *figures* 5.K, 5.L (x 465); figuras / *figures* 5.A-5.J (x 1000).

**Consideraciones sobre algunas especies continentales.** Se efectúan comentarios informales sobre algunas de las especies presentes en el intervalo que se analiza. El motivo de estas consideraciones es remarcar su valor paleobiogeográfico, bioestratigráfico, o bien, resaltar características morfológicas, especialmente en aquellas formas que por el momento no pudieron asignarse en forma precisa.

*Striasyncolpites latus* Mildenhall y Pocknall (figuras 7.A-E). Se trata de una especie de morfología característica (syncolpada, estriada) y distribución paleogeográfica y cronoestratigráfica muy reducida. Hasta ahora sólo había sido identificada en el Mioceno Inferior a Medio de Nueva Zelanda y Mioceno Inferior de Tasmania (Mildenhall y Pocknall, 1989). Éste es el primer registro en América del Sur y sólo fue hallada en los 3 niveles superiores del pozo (figura 2). Su afinidad botánica con el género *Liparophyllum* de la familia Gentianaceae (Mildenhall y Pocknall, 1989), sugiere un desarrollo en áreas con condiciones de temperatura templado-frías. El hecho de no haberse identificado en niveles coetáneos de latitudes más bajas (como la Cuenca del Golfo San Jorge), permite especular que su distribución estaría controlada por factores paleoclimáticos, e inferir la existencia de una zonación latitudinal.

*Assamiapollenites incognitus* Pocknall y Mildenhall (figura 5.C). Los ejemplares recuperados responden a la diagnosis del material tipo definido para el Neogeno de Nueva Zelanda (Pocknall y Mildenhall, 1984). No hay registros anteriores de la especie en América del Sur, aunque fue recientemente identificada en un nuevo muestreo realizado en los niveles basales de la Formación Chenque (Barreda, obs. pers.), cuenca del golfo San Jorge, asignados al Mioceno Temprano (Barreda, 1996; Palamarczuk y Barreda, 1998). En el pozo Aries la especie se concentra en los niveles superiores, aunque con hallazgos esporádicos hasta el nivel 14 (figura 2). Por lo que se conoce hasta el presente, podría tratarse de un buen indicador bioestratigráfico.

"*Diporites*" sp. (figuras 7.H-I). Se agrupan aquí formas diporadas, con poros simples y exina delgada microechinada. *Granodiporites nebulosus* Partridge (en Stover y Partridge, 1973) tiene una morfología general comparable aunque presente gránulos entre los elementos esculturales en lugar de espinas y es de mayores dimensiones. Este tipo morfológico es totalmente comparable con la especie actual *Embothrium*, característica de América austral.

*Triporopollenites* sp. (figura 6.L). Se recuperaron unos pocos ejemplares con morfologías cercanas a la de la especie *Triporopollenites ambiguus* Stover (en Stover y Partridge, 1973), coincidiendo en el aspecto general y por presentar una esculturación microechinada de carácter laxo. Las principales diferencias, sin

embargo, consisten en que en el material argentino, la exina está claramente estratificada y sus dimensiones generales son menores.

"*Sparcipollis*" sp. (figuras 6.A-B). Este material se incluye de manera provisoria en el género *Sparcipollis* siguiendo el criterio utilizado por Pocknall (1985) quien hace prevalecer entre sus caracteres diagnósticos, la naturaleza porada del taxón y la presencia de una exina muy delicada, sin estratificación evidente. Esta última característica permite distinguirlo de otros géneros periporados como *Malvacipollis*. En las formas aquí analizadas, sin embargo, el número de poros es mayor que el aceptado en la diagnosis del género, y las espinas carecen de articulación basal. Con respecto a su afinidad botánica, son muy cercanas a la especie *Myzodendron*, que en la actualidad se desarrolla en los bosques andino-patagónicos como parásito de *Nothofagus*.

## Conclusiones

De acuerdo a las características palinológicas del intervalo analizado, pudieron reconocerse 4 secciones informales denominadas D, C, B y A, desde la base hacia el tope.

A lo largo del espesor sedimentario estudiado no se observaron variaciones bruscas del contenido palinológico. Por debajo de los 640 m se reconoció una clara discontinuidad composicional, evidencia de una discordancia.

Se atribuyeron las secciones D, C y B al Oligoceno, probablemente Oligoceno Superior, y la sección A al Mioceno Inferior, por comparación con áreas previamente estudiadas. Las asociaciones recuperadas en muestras por debajo de la discordancia no forman parte del presente estudio, aunque la composición observada en las mismas permitió asignarlas al Eoceno (Eoceno Medio?).

Si bien la representación de palinomorfos es muy variable en abundancia y diversidad, todo el intervalo es considerado como de ambiente marino. Se reconocieron dos máximos de influencia marina en las secciones C y A. La sección C presentó una elevada concentración de quistes de tipo protoperidinioides, alcanzando el 98% en algunos niveles, con elevada participación de formas esféricas marrones de tipo *Brigantedinium* sp. Estas características sugieren deposición en un ambiente marino restringido, rico en nutrientes. Tales características composicionales fueron también observadas en sedimentos recientes de ambiente estuárico. Confirmaría esta última interpretación ambiental la abundancia de restos de hongos recuperados en estos niveles. En depósitos recientes de ambiente estuárico, en las posiciones cercanas a la desembocadura de los ríos, suele registrar-

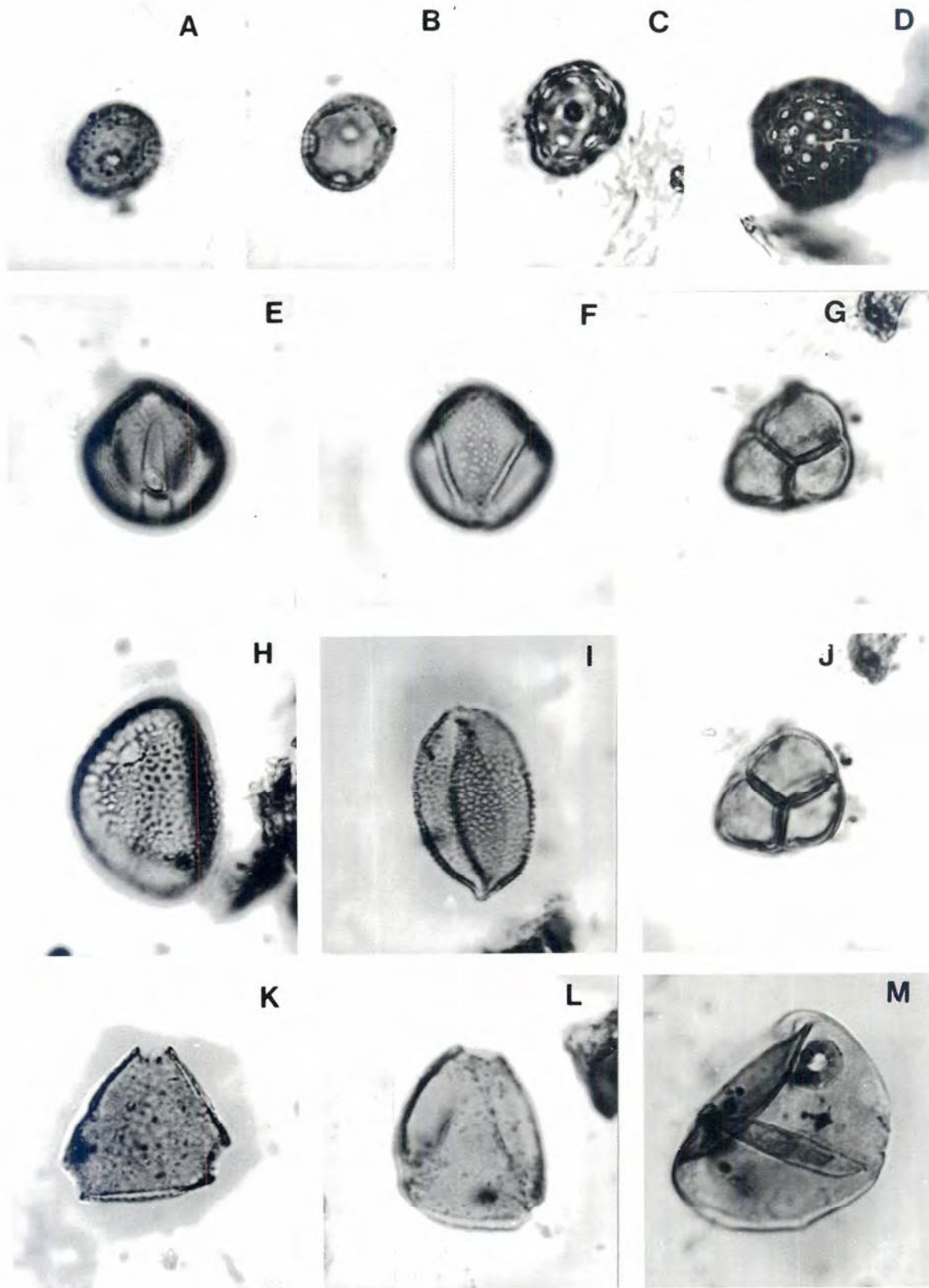


Figura 6. A-B, "*Sparcipollis*" sp. CIRGEO Palin 1243 54/113,4. C-D, *Chenopodipollis chenopodiaceoides* (Martin) Truswell; C, CIRGEO Palin 1251 34/103,7; D, CIRGEO Palin 1257 27,5/96,3. E-F, *Margocolporites tenuireticulatus* Barreda CIRGEO Palin 1245 27/102,8. G y J, *Ericipites* sp. CIRGEO Palin 1245 53,5/96,3. H, *Sparganiaceapollenites barungensis* Harris CIRGEO Palin 1257 26,9/107,3. I, *Liliacidites* sp. A. CIRGEO Palin 1243 49/112,8. K, *Protacidites* sp. 1. CIRGEO Palin 1271 32,3/112,7. L, *Triporopollenites* sp. 1. CIRGEO Palin 1243 51,3/101,9. M, *Graminidites* sp. CIRGEO Palin 1261 48,3/96,3. Todas las figuras / all figures x 1260.

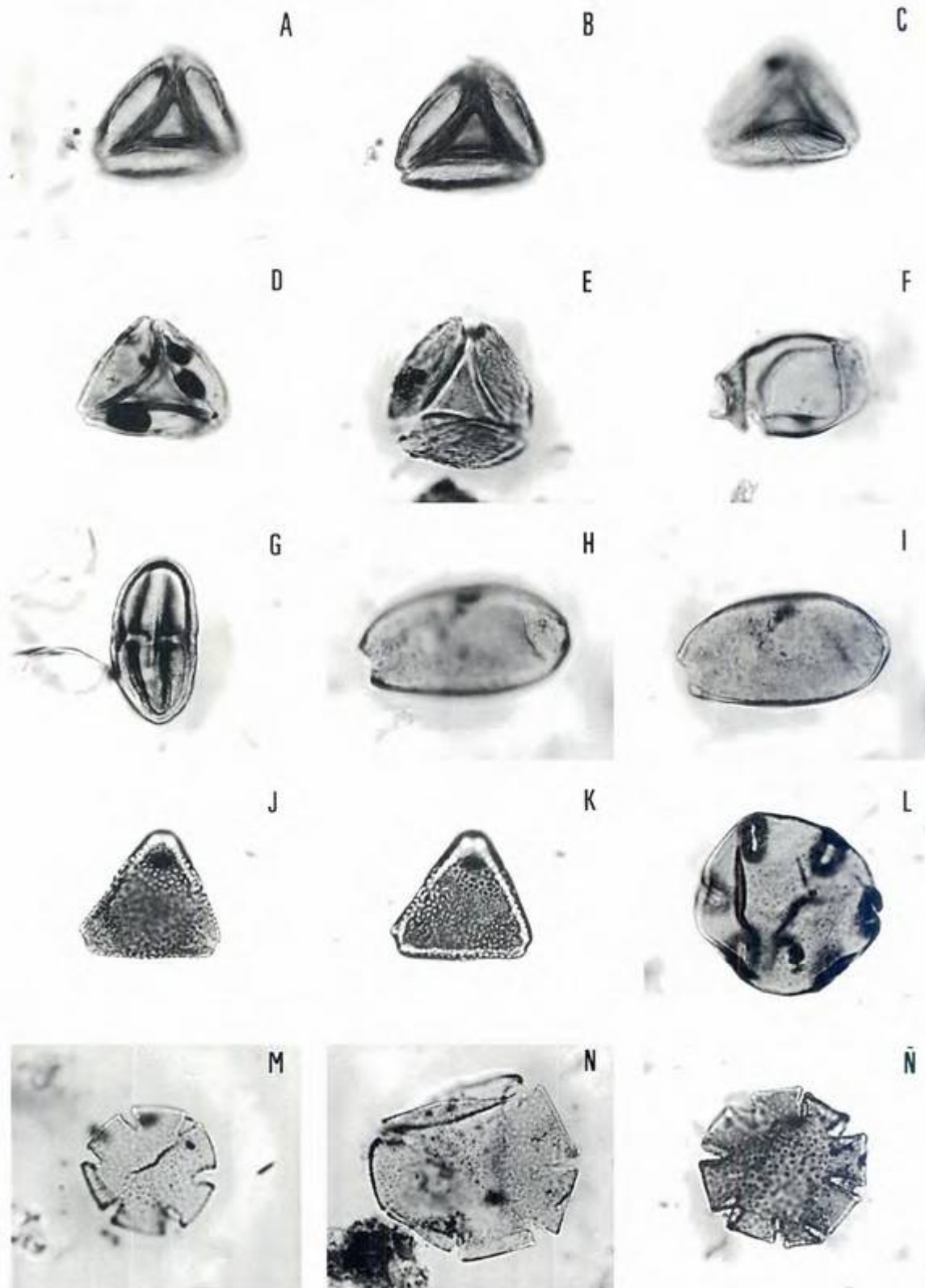


Figura 7. A-E, *Striasyncolpites laxus* Mildenhall y Pocknall; A-C, CIRGEO Palin 1245 27,2/108; D, CIRGEO Palin 1247 39,5/97,3; E, CIRGEO Palin 1243 46/104. F, *Corsinipollenites atlantica* Pocknall y Mildenhall CIRGEO Palin 1245 39,4/111,5. G, *Poluspissusites* sp. CIRGEO Palin 1243 55,4/105,4. H-I, "*Diporites*" sp. CIRGEO Palin 1245 37,1/103,8. J-K, *Proteacidites pseudomoides* Stover CIRGEO Palin 1251 42,5/104. L, *Nothofagidites flemingii* (Couper) Potonié CIRGEO Palin 1265 49,9/100,5. M, *N. acromegacanthus* Menéndez y Caccavari CIRGEO Palin 1245 38,5/96,5. N, *N. americanus* Zamalao CIRGEO Palin 1251 24/100,5. Ñ, *N. dorotensis* Romero CIRGEO Palin 1257 37,3/102,5. Todas las figuras/all figures x 1000.

se la presencia abundante de hongos. Otra posible interpretación ambiental relaciona la dominancia del tipo de quistes mencionado con bordes continentales y ambientes de *upwelling*. La presencia en la sección A de un 52% de quistes gonyaulacoides y un 48 % de quistes protoperidinioides, estaría indicando condiciones de depositación en ambiente de plataforma interna o de desembocadura de estuario en su apertura transicional hacia el ambiente marino franco. El espectro esporopolínico se compone de formas adaptadas, en su mayoría, a ambientes litorales.

Desde el punto de vista paleoclimático, las asociaciones continentales recuperadas no manifiestan presencia de formas indicativas de clima templado-cálido. Entre los palinomorfos marinos, la ausencia de formas de aguas templado-cálidas como *Tuberculodinium vancampoae* (Rossignol) Wall y quistes de prasinofíceas en ambos máximos registrados, y la muy pobre representación de *Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjeant en la sección A, presentes en abundancia en perfiles coetáneos situados hacia el norte, parecen indicativas también para el ámbito marino, de condiciones de aguas templado-frías. Para esta misma sección, otros indicadores, en especial la muy pobre representación de *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson) Wall, desde frecuente hasta muy abundante hacia latitudes menores en depósitos coetáneos, parece corroborar esta interpretación. La especie manifestó una clara tendencia a la disminución en su número hacia regiones de clima frío en sedimentos más modernos.

### Agradecimientos

Se agradece muy especialmente al Dr. J.C. Gamero por los comentarios aportados sobre la afinidad botánica de algunas de las especies de polen. A los árbitros del trabajo por sus valiosas sugerencias. Se agradece también al Sr. G. Giordanengo y la Agrimensora A. González por la confección de las ilustraciones, y a la Sra. N. Tavil por colaborar en las tareas de secretaría. Este trabajo fue financiado por los Proyectos: Paleogeno de la Plataforma Continental Argentina y Patagonia (CONICET, PIP 4479/96) y Cenozoico de la Plataforma Continental Argentina y Patagonia (ANPCy, PICT 07-00000-01809).

### Bibliografía

- Barreda, V.D. 1996. Bioestratigrafía de polen y esporas de la Formación Chenque, Oligoceno Tardío-Mioceno de las provincias de Chubut y Santa Cruz, Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 33: 35-56.
- Barreda, V.D. 1997. Palinoestratigrafía de la Formación San Julián en el área de Playa La Mina (Provincia de Santa Cruz), Oligoceno de la Cuenca Austral. *Ameghiniana* 34: 283-294.
- Barreda, V.D., Gutiérrez, P.R. y Limarino, C.O. 1998. Edad y ambiente de la Serie del Yeso, Valle del Cura, provincia de San Juan. *Ameghiniana* 35: 321-335.
- Barreda, V.D. y Palamarczuk, S. 2000a. Palinoestratigrafía del Oligoceno Tardío-Mioceno, en el área sur del Golfo San Jorge, pro-

- vincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 37: 103-117.
- Barreda, V.D. y Palamarczuk, S. 2000b. Palinomorfos continentales y marinos de la Formación Monte León en su área tipo, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 37: 3-12.
- Biffi, V. y Grignani, D. 1983. Peridinioid dinoflagellate cysts from the Oligocene of the Niger Delta, Nigeria. *Micropaleontology* 29: 126-146.
- Bradford, M.R. 1975. New dinoflagellate cyst genera from the recent sediments of the Persian Gulf. *Canadian Journal of Botany* 53: 3064-3074.
- Cross, A.T., Thompson, G.G. y Zaitzeff, J.B. 1966. Source and distribution of palynomorphs in bottom sediments, southern part of Gulf of California. *Marine Geology* 4: 467-524.
- De Vernal, A. y Giroux, L. 1991. Distribution of organic walled microfossils in recent sediments from the estuary and Gulf of St. Lawrence: Some aspects of the organic matter fluxes. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 113: 189-199.
- De Vernal, A. y Mudie, P. 1992. Pliocene and Quaternary dinoflagellate cysts stratigraphy The Labrador Sea. En: M.J. Head y J.H. Wrenn (eds.), Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cysts and Acritarchs. *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, pp. 329-346.
- Head, M.J. y Wrenn, J.H. 1992. A forum on Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts: The edited transcript of a round table discussion held at the Second Workshop on Neogene Dinoflagellates. En: M.J. Head y J.H. Wrenn (eds.), Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cysts and Acritarchs. *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, pp. 1-31.
- Malumíán, N., Palamarczuk, S., Alonso, M. S., Tassone, A., Barreda, V.D. y Náñez, C. 1999. Micropaleontología, palinología y sedimentología del Eoceno-Mioceno del pozo Aries x-1. Plataforma Continental de Tierra del Fuego, Argentina. 14<sup>o</sup> Congreso Geológico Argentino (Salta 1999), *Actas* 1: 369-372.
- Matsuoka, K., Mc Minn, A. y Wrenn J.H. 1997. Restudy of the holotype of *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson) Wall (Dinophyceae) from the Miocene of Australia, and the taxonomy of related species. *Palyngology* 21: 19-34.
- Mildenhall, D.C. y Pocknall, D.T. 1989. Miocene-Pleistocene spores and pollen from Central Otago, South Island, New Zealand. *New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin* 59: 1-128.
- Palamarczuk, S. y Barreda, V.D. 1998. Bioestratigrafía en base a quistes de dinoflagelados de la Formación Chenque (Mioceno), provincia del Chubut, Argentina. *Ameghiniana* 35: 415-426.
- Pocknall, D.T. 1985. Palynology of Waikato Coal Measures (Late Eocene-Late Oligocene) from the Raglan area, North Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 28: 329-349.
- Pocknall, D.T. y Mildenhall, D.C. 1984. Late Oligocene-Early Miocene spores and pollen from Southland, New Zealand. *New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin* 51: 1-66.
- Stover, L.E. y Partridge, A.D. 1973. Tertiary and Late Cretaceous spores and pollen from the Gippsland Basin, southeastern Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 85: 237-295.

Recibido: 7 de octubre de 1999.

Aceptado: 3 de marzo de 2000.

### Lista de especies identificadas

#### PALINOMORFOS MARINOS

#### Dinoflagelados

- ?*Batiacasphaera* sp. (figura 4. J)  
*Brigantidium* sp. (figura 3.E)  
*Lejeuncysta pulchra* Biffi y Grignani 1983 (figura 3.F)

*L. sp.1* (figuras 3.D-E)  
*L. sp. 2* (figura 3.J)  
*Lingulodinium* spp. (figuras 4.F-G)  
*Nematosphaeropsis rigida* Wrenn 1988 (figuras 4.B-C)  
*Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson) Wall 1967 (figuras 4.D-E)  
*Phelodinium africanum* Biffi y Grignani 1983 (figuras 3.G-H)  
 ?*Reticulosphaera actinocoronata* (Benedek) Bujak y Matsuoka 1986 (figuras 4.I, 4.L)  
*Selenopemphix* sp. cf. *S. coronata* Bujak 1980 (figura 3.I)  
*S. nephroides* Benedek emend. Bujak 1980 (figura 3.C)  
*S. tholus* (Bradford) Head 1996 (figura 3.K)  
*Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjeant 1970 (figuras 4.H, 4.K)  
*Sumatradinium* sp. (figuras 3.A-B)  
*Triovantedidium* sp.

#### Prasinoficeas

*Crassosphaera* sp.  
*Leiosphaeridia* sp.  
*Tasmanites* sp.

#### PALINOMORFOS CONTINENTALES

#### Pteridófitas y briófitas

*Baculatisporites* sp.  
*Cingulitiles australis* (Cookson) Archangelsky 1972  
*Cyathencidites annulatus* Cookson 1947  
*Cyathidites minor* Couper 1953  
*Foveotrilites palaequetrus* Partridge 1973  
*Gleichenidites* sp. (figura 5.B)  
*Ischyosporites areapunctatis* (Stuchlik) Barreda 1997  
*Laevigatosporites ovatus* Wilson y Webster 1946  
*Matonisporites ornamentalis* (Cookson) Partridge 1973  
*Monolites alveolatus* Couper emend. Pocknall y Mildenhall 1984 (figura 5.F)  
*Peromonolites vellosus* Partridge 1973  
*P. radiatus* Pocknall y Mildenhall 1984  
*P. sp.*  
*Retitritiles austroclavulidites* (Cookson) Potonié 1956  
*Rouseisporites* sp. (figuras 5.D-E)

#### Gimnospermas

*Arucariacites australis* Cookson 1947  
*Assamiipollenites incognitus* Pocknall y Mildenhall 1984 (figura 5.C)  
*Equisetosporites claricristatus* (Shakmundes) Barreda 1997  
*E. notensis* (Cookson) Romero 1977  
*Gammeroites* sp. cf. *G. psilasaccus* (Archangelsky y Romero) Archangelsky 1988  
*Lycopollenites florinii* (Cookson y Pike) Stover y Evans 1973  
*Microcachrydites antarcticus* Cookson 1947

*Phyllocladidites mawsonii* Cookson 1947  
*Podocarpidites elegans* Romero 1977  
*P. sp. cf. P. ellipticus* Cookson 1947  
*P. marwickii* Couper 1953  
*P. rugulosus* Romero 1977  
*Trisaccites microsaccatum* (Couper) Couper 1960

#### Angiospermas

*Arecipites subverrucatus* (Pocknall) Mildenhall y Pocknall 1989  
*Baumannipollis variaperturatus* Barreda 1993  
*Chenopodiopollis chenopodiaceoides* (Martin) Truswell 1985 (figuras 6.C-D)  
*Clavatipollenites* sp.  
*Corsiniipollenites atlantica* Barreda 1997  
*Cupaniidites reticularis* Cookson y Pike 1954  
*Cyperaceapollis neogenicus* Krutzsch 1970  
*Corsiniipollenites atlantica* Pocknall y Mildenhall 1984 (figura 7.F)  
 "Diporites" sp. (figuras 7.H-I)  
*Ericipites* sp. (figuras 6.G y 6.L)  
*Graminidites* sp. (figura 6.M)  
*Liliacidites* sp. A (figura 6.I)  
*Margocolporites tenuireticulatus* Barreda 1997 (figuras 6.E-F)  
*Mutisiapollis viteauensis* (Barreda) Barreda 1998  
*Myrtacidites verrucosus* Partridge 1973  
*M. sp.*  
*Nothofagidites acromegacanthus* Menéndez y Caccavari 1975 (figura 7.M)  
*N. americanus* Zamaloa 1992 (figura 7.N)  
*N. dorotensis* Romero 1973 (figura 7.N)  
*N. flemingii* (Couper) Potonié 1960 (figura 7.L)  
*N. saraensis* Menéndez y Caccavari 1975  
*N. tehuelchesii* Zamaloa y Barreda 1992  
*Poluspissusites* sp. (figura 7.G)  
*Proteacidites pseudomoides* Stover 1973 (figuras 7.J-K)  
*P. sp. 1* (figura 6.K)  
*Pseudowinterapollis couperi* Krutzsch emend. Mildenhall 1979  
*Psilatricolporites operculatus* Hammen y Wijmsta 1964  
*Rhoipites baculatus* Archangelsky 1973  
*R. cienaguensis* (Dueñas) Barreda 1997  
*R. spp.*  
 "Sparcipollis" sp. (figuras 6.A-B)  
*Sparganiaceapollenites barungensis* Harris 1972 (figura 6.H)  
*Striasyncolpites laxus* Mildenhall y Pocknall 1989 (figuras 7.A-E)  
*Striatricolporites gamerroi* Archangelsky 1973  
*Tricolpites reticulatus* Cookson 1947  
*T. trioblatus* Mildenhall y Pocknall 1989  
*T. sp. A*  
*Triporopollenites* sp. 1 (figura 6.L)

#### Algas de agua dulce

*Botryococcus brawnii* Kützing 1849  
*Pediastrum* sp.  
 Zigosporas de zignematáceas