

Formación Anta (Mioceno Temprano/Medio), Subgrupo Metán (Grupo Orán), en el río Piedras, Pcia. de Salta. Datos palinológicos

Mirta QUATTROCCHIO¹, Josefina DURANGO DE CABRERA² y Claudia GALLI³

¹Dpto de Geología, San Juan 670, UNS. (8000) B. Blanca. E-mail: mquattro@criba.edu.ar

²Univ. Nac. De Tucumán, Fac. de Cs. Nat. e Instituto Miguel Lillo, Miguel Lillo 205 (4000) Tucumán. E-mail: fcabrerad@arnet.com.ar

³XR Exploracionistas Regionales y Servicios S.R.L., Manzana N, Casa 14, B° General Belgrano (4400) Salta. E-mail: cgalli@salnet.com.ar

RESUMEN. Aproximadamente en el Eoceno medio -Fase Incaica- culminó la acumulación del Grupo Salta (Cretácico-Paleógeno). A continuación y coincidente con el inicio de un ambiente tectónico compresivo en los Andes Centrales comenzó el depósito del Subgrupo Metán (Grupo Orán), constituido por las formaciones Río Seco, Anta y Jesús María. La Formación Anta en río Piedras de 300 m de espesor, consta de arcilitas, calizas oolíticas y tobas acumuladas en un ambiente de lago salino. Se presenta en este trabajo, un análisis palinológico comparativo entre la Formación Anta (Subgrupo Metán) y el Subgrupo Santa Bárbara del Grupo Salta (Paleoceno-Eoceno). Regionalmente el espectro polínico reflejaría la presencia de la foresta sub-tropical húmeda (*Verrustephanoporites simplex*), en muy bajo porcentaje con respecto al Subgrupo Santa Bárbara. La relativa mayor representación de *Rhoipites* sp. A (Rutaceae, cf. *Ruta*) asociado a Podocarpaceae y Anacardiaceae sugiere una paleocomunidad de mayor altitud (ambiente montano). Basado en estudios palinológicos y sedimentológicos el perfil analizado corresponde a un lago salino. Se registra la primera expansión de la estepa en el NO argentino asociado a condiciones relativamente áridas. Estas evidencias fueron corroboradas mediante el registro de hongos.

Palabras clave: *Palinología, Sedimentología, Formación Anta, Mioceno, Río Piedras, Provincia de Salta, Argentina*

ABSTRACT. *Anta Formation (Miocene), Metán Subgroup (Orán Group), in río Piedras, Salta Province. Palynological data.* Deposition of the Salta Group (Cretaceous-Paleogene) terminated in the mid Eocene – Inca Diastrophic Phase. Following a compressive tectonic event in the Central Andes, this was succeeded by deposition of Metán Subgroup, divisible into Río Seco, Anta and Jesús María formations. The Anta Formation (300m thick) in Río Piedras is characterised by claystone, oolitic limestone and tuff deposited in shallow lakes or on a muddy plain. A comparative palynological analysis between Santa Bárbara Subgroup and Anta Formation (Metán Subgroup) shows that the transitional forest flora of the Anta Formation was more impoverished than that of the Santa Bárbara Subgroup, with higher percentages of Ulmaceae. The presence of *Rhoipites* sp. A (Rutaceae, cf. *Ruta*) in relative high percentages with Podocarpaceae and Anacardiaceae suggests a higher altitude (montane) palaeocommunity. Based on the palynological and sedimentological results the analysed profile corresponds to a saline lake. These results indicate the first expansion of the steppe in a relatively dry climate in the NW of Argentina are also corroborated by fungal records.

Key words: *Palynology, Sedimentology, Anta Formation, Miocene, Río Piedras, Salta Province, Argentina*

Introducción

En este trabajo se presenta el primer estudio cuantitativo y cualitativo de microfloras correspondientes a la Formación Anta, Subgrupo Metán (Grupo Orán), Provincia de Salta, Argentina.

Aproximadamente en el Eoceno medio -Fase Incaica- culminó la acumulación del Grupo Salta (Cretácico-Paleógeno), Salfity y Marquillas (1994). A continuación y coincidente con el inicio de un ambiente tectónico compresivo en los Andes Centrales comenzó el depósito del Grupo Orán. El Grupo Orán (Russo

1972) está constituido por el Subgrupo Metán (base) y por el Subgrupo Jujuy (techo). El Subgrupo Metán (Gebhard *et al.* 1974) está integrado de base a techo por las formaciones Río Seco, Anta y Jesús María; y el Subgrupo Jujuy por las formaciones Guanaco y Piquete. La relación entre ambos subgrupos es discordante.

Los depósitos del Subgrupo Metán se acumularon en un sistema de cuenca de antepaís con edad Mioceno Temprano tardío a Tardío, hasta sensiblemente más jóvenes hacia áreas distales de la misma (Galli 1995). En la porción occidental se desarrolló la cuenca del Grupo Payogastilla (Díaz y Malizzia 1983). En los diseños

isopáquicos se observa que las cuencas contemporáneas del Subgrupo Metán y la de los depósitos basales (Formación Quebrada los Colorados y la sección inferior y media de la Formación Angastaco) del Grupo Payogastilla estaban separadas por un alto estructural, denominado alto de Lerma. Se infiere que este elemento habría constituido parte de la faja plegada y fallada del antepaís. El alto de Lerma se comportó como un frente elevado de fallamiento que actuó como productor de sedimentos para el Subgrupo Metán (Galli y Marquillas 1995).

El área de estudio (río Piedras, Departamento Metán, Salta) se encuentra ubicada a los 25° 06' LS y 65° 00' LW, en la provincia geológica de Sierras Subandinas Australes, noroeste argentino (Fig. 1a).

En la zona de estudio los depósitos aflorantes del Grupo Orán corresponden a las formaciones Anta, Jesús María (Subgrupo Metán) y Guanaco (Subgrupo Jujuy). Los depósitos de la Formación Anta constituyen el núcleo de una estructura anticlinal con rumbo submeridiano y es por esta razón que no aflora la base.

Los estudios paleomagnéticos realizados en el perfil de río Piedras permitieron reconocer 52 reversiones. En base a la correlación de la columna paleomagnética local, con la columna patrón se interpreta que los depósitos de la Formación Anta y de la Formación Jesús María se han acumulado entre los 16,5 y los 13,1 Ma (Galli *et al.* 1996). Las sedimentitas de la Formación Anta constituyen un sistema de lago salino asociado a frecuentes niveles de tobas, por lo que se estima que estos depósitos son contemporáneos con uno de los períodos de mayor actividad tectónica y magmática ocurrido entre los 15 y 16 Ma, según Sébrier *et al.* 1988, tomado de Hernández *et al.* 1999.

La Formación Anta en el río Piedras consta de pelitas con intercalaciones de caliza y toba en forma subordinada que definen dos asociaciones de facies: asociación de facies de playa lake (basal) y asociación de facies de barreal árido (cuspidal). La asociación de playa lake consta de arcilitas gris-verdosas (Facies 1) y anaranjada-rojizas con grietas de desecación (Facies g) y con ondulitas (Facies o), calcáreas, donde es frecuente la laminación paralela fina y muy fina, con algunas intercalaciones de niveles finos de yeso fibroso. Las calizas son grainstones oolíticos (Facies C), con entrecruzamientos tangenciales de muy bajo ángulo y algunas con abundante material silicoclástico. Los componentes silicoclásticos son cuarzo, analcima y plagioclasas. La presencia de analcima indica que se formó en un cuerpo de agua alcalino y salino, en un ambiente árido a semiárido en donde, en las partes deprimidas se habrían producido acumulaciones hídras bajo la forma de playa lake con fuerte evaporación. En estas cuencas sin desagüe la evaporación habría inducido a la creciente alcalinidad de las aguas, cuya reacción con las cenizas volcánicas (facies T) caídas intermitentemente en el cuerpo de agua habría determinada la zeolitización del vidrio volcánico (Galli *et al.* 1996).

Un rasgo notable son las tobas blanquecinas; constituyen bancos tabulares, finos, macizos y con ondulitas simétricas en el techo; presentan muy poca contaminación con material silicoclástico y por sus características se interpretan como tobas primarias (Galli *et al.* 1996).

La facies de barreal árido consta de pelitas anaranjadas-rojizas, calcáreas con laminación paralela fina y muy fina (Facies 1), con grietas de desecación (Facies g) y nódulos de yeso. Las calizas oolíticas blanquecinas (Facies Co) presentan ondulitas asimétricas en el techo. La facies Sm son areniscas de grano mediano, calcáreas, anaranjada-rojizas. El color rojo de las sedimentitas, la abundancia de cemento calcáreo, la preservación de las estructuras sedimentarias primarias y la presencia de yeso indican que esta asociación se habría depositado en un ambiente semiárido de barreal (Galli *et al.* 1996).

Este trabajo incluye el estudio sistemático de los palinomorfos, la asignación de los taxones fósiles a equivalentes modernos, la discusión de las diferentes especies de plantas, su subsecuente asignación a las comunidades vegetales; y la interpretación de la asociación microflorística en términos de flora, vegetación y ambientes. La sistemática de las esporas de hongos se da en Ribero de Debi *et al.* 2001. El ambiente físico es caracterizado a través del estudio de las litofacies y las palinofacies. Este último comprende el estudio total de la materia palinológica, la que refleja un proceso particular o ambiente (Batten 1987:11).

Se compara el presente registro polínico con los del Grupo Salta (Cretácico-Eoceno) en el NO de Argentina, y se evalúan los cambios paleogeográficos ocurridos con posterioridad al diastrofismo incaico.

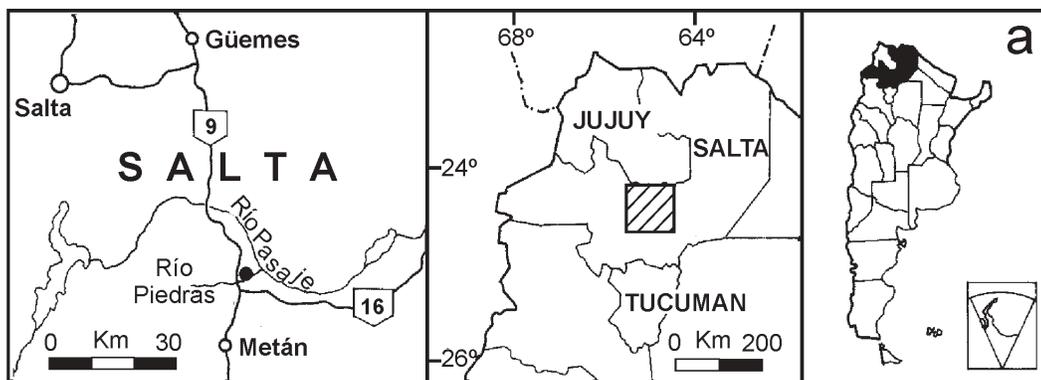
Trabajos previos del Mioceno en la Provincia de Salta corresponden a la Formación Palo Pintado, Mioceno Tardío (Grupo Payogastilla.): Anzotegui y Cuadrado, 1996 y Acevedo *et al.* 1997.

Las citas de trabajos previos sobre el Neógeno de Argentina, se dan en Guler *et al.* 2001.

Metodología

Las muestras palinológicas fueron extraídas por una de las autoras (CG) y provienen de la sección inferior (40 m de espesor) del perfil río Piedras, de 300 m de espesor estratigráfico. Las facies analizadas corresponden a facies de playa lake (basal); los resultados obtenidos se refieren a esta sección del perfil analizado. De las 6 muestras procesadas, 3 presentaron palinomorfos. La totalidad fueron analizadas palinofacialmente. Las muestras de la Formación Anta provenientes del Arroyo González y río Metán (8 muestras), resultaron estériles.

Las muestras fueron procesadas con las técnicas palinológicas tradicionales (Volkheimer y Melendi 1976). Para el estudio de las palinofacies se analizaron



Formación Anta Perfil Río Piedras

b

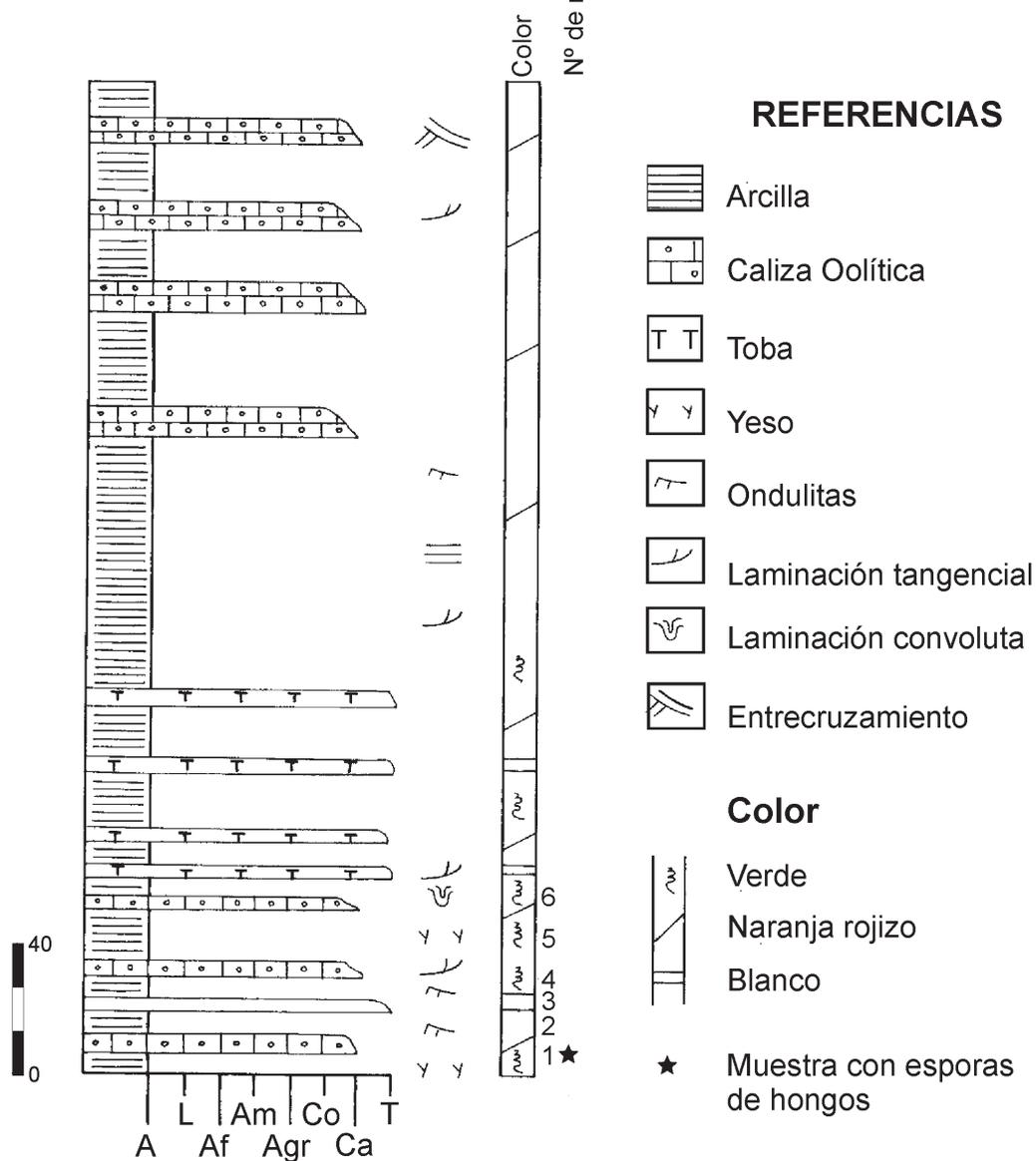


Figura 1: a, Mapa de ubicación . b, Columna estratigráfica (de Galli, 1995) y ubicación de las muestras palinológicas.

las muestras luego de la remoción de la matriz de sedimento con los ácidos HCl y HF. Las muestras fueron analizadas con luz blanca transmitida y con fluorescencia (iluminación con luz azul o azul U-V). El procedimiento seguido para la documentación de las palinofacies (Batten 1987: 25) es el cálculo de porcentajes relativos mediante una valoración visual en 5 áreas del preparado, con una amplificación de x40, bajo luz transmitida. Las observaciones con microscopía de fluorescencia siguiendo a Tyson (1995: 343), se realizaron con un objetivo x20. El registro de los taxa de palinomorfos, es documentado separadamente. Siguiendo a Tyson (1995), el material palinológico comprende. Fitoclastos: Fragmentos de tejidos derivados de plantas superiores u hongos. Translúcidos u opacos. Bioestructurados o estructurados o "seudoamorfos". Amorfo: Material no-estructurado derivado de algas no-fosilizadas o biodegradación avanzada de tejidos. Sin morfología o fábrica, a menudo con inclusiones orgánicas y pirita. Resinas. Palinomorfos: Terrestres (esporomorfos) y acuáticos (microplancton). Zooclastos: derivado de animales.

Las muestras palinológicas (2-6), están archivadas en el Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca (LP UNS) y fueron estudiadas con un microscopio Olympus B 12 (No. 222678). La muestra 1 se encuentra en la colección palinológica del Instituto Miguel Lillo, UNT, Tucumán (LIL PB (PM)), y fue estudiada con un microscopio Ernst Leitz Wetzlar de la Sección Morfología Vegetal (UNT).

Paleocomunidades

En el Cuadro 1 se presentan las especies de palinomorfos reconocidas en la Formación Anta en el río Piedras. La afinidad de los taxones fósiles con los modernos, permitió caracterizar a la Formación Anta en los

niveles estratigráficos estudiados. Por la escasez de los mismos, las conclusiones basadas en esporomorfos son preliminares y se utiliza el concepto de asociación de familias representativas para la evaluación de las paleocomunidades.

Considerando que el análisis polínico permite reconstruir tanto la vegetación regional como la local que crece en o cerca del área de depositación, podemos deducir que existía una vegetación local con *Riella* sp. (Bryophyta, Clase Hepaticae, Familia Riellaceae). Este género es el único de la Clase Hepaticae cuyos representantes actuales se desarrollan sumergidos, en aguas saladas netamente alcalinas y también en agua dulce (Prieto y Quattrocchio 1993, p. 30). Otro género presente, es *Pediastrum* spp. (Quattrocchio y Volkheimer 1988, lámina B, fig. 29) en colonias destruidas. Las mismas son interpretadas como formadas en cuencas lacustres (Quattrocchio y Volkheimer, 1990). Su presencia refleja condiciones estenohalinas, ricas en nutrientes y alcalinas.

Se reconoció también la presencia de *Phaeceros* sp. C (Prieto y Quattrocchio 1993) forma afín a *Phaeceros tenuis* (Spruce) Hassel (Bryophyta, Orden Anthocerotales). Las esporas de *Phaeceros* en estudios realizados en perfiles cuaternarios en la Provincia de Buenos Aires se asocian tanto a ambientes de estepa gramínea o psamófila como a bajos inundables y lagunas (Prieto y Quattrocchio 1993).

Regionalmente y extrarregionalmente (polen de amplia dispersión) el análisis polínico reflejaría la presencia en bajo porcentaje de un elemento de la selva subtropical húmeda (*Verrustephanoporites simplex* Leidelemeyer (afín a *Phyllostylon*, Ulmaceae, Quattrocchio y Volkheimer 1988). La relativa mayor representación de *Rhoipites* sp. A (Rutaceae, cf. *Ruta* Quattrocchio y Volkheimer 1990) con Podocarpaceae y Anacardiaceae sugeriría una paleocomunidad de mayor altitud (montana).

La presencia de *Graminidites* sp. indicaría la existencia de áreas abiertas de pastizales. Reflejaría por primera vez en el NO argentino la expansión de la estepa, según la información palinológica publicada.

El estudio de la asociación palinológica fúngica, corrobora los datos paleoambientales surgidos del análisis de los palinomorfos citados en los párrafos precedentes. Más de 200 esporas de hongos fueron estudiadas, de las cuales 86,5% corresponden a Amerosporae, el 11,2% a Didymosporae y el 2,2 % a Phragmosporae (Rivero de Dibi *et al.* 2001).

Si bien se trata de esporas dispersas de hongos, algunas presentan las características morfológicas propias de los órdenes del phylum Ascomycota: Dothidiales y Xilariales, en su mayoría saprófitos, parásitos y coprófilos (Alexopoulos, Mims y Blackwelle 1996).

El primer orden está representado por esporas del tipo *Delitschia* Auerswalt (Hawksworth *et al.* 1995) que apareció en el Paleoceno tardío (Elsik 1993) y en la actualidad, la mayoría de sus casi cincuenta especies,

Cuadro1: Estratigrafía del Grupo Salta y Grupo Orán.

Sistema	Grupo	Subgrupo	Formación
TERCIARIO	ORÁN	Jujuy	Piquete Guanaco
		Metán	Jesús María Anta Río Seco
	SALTA	Santa Bárbara	Lumbrera Maíz Gordo Mealla Olmedo
Balbuena		Yacoraite Lecho	
Pirgua		Los Blanquitos Las Curtiembres La Yesera	
K			

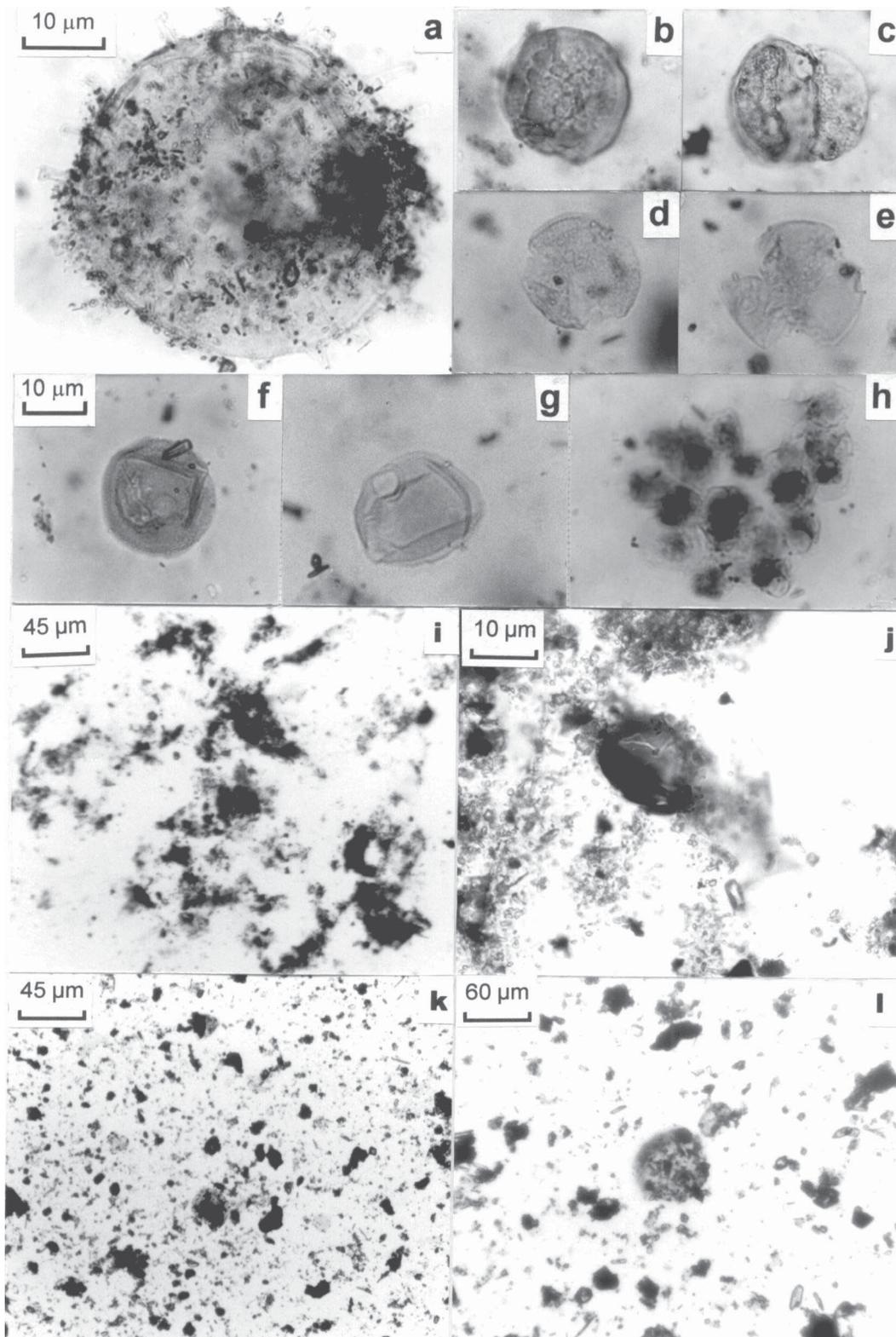


Figura 2: (b-h: igual aumento). **a**, *Riella* sp. 1154 c: 1.9/153.7 UNS LP. **b**, *Phaeceros* sp. C. 1154 d: 13.8/138.2 UNS LP. **c**, *Podocarpaceae*. 1154 a: 10.1/152 UNS LP. **d**, *Tricolpites* cf. *reticulata* Cookson 1947. 1154 d: 15.4/137.7 UNS LP. **e**, *Psilatricolpites* sp. 1154 d: 10.3/130.9 UNS LP. **f**, *Rhoipites* sp. A (en Quattrocchio, 1978 a). 1154 a: 17.2/153.2 UNS LP. **g**, *Graminidites* sp. 1154 d: 14.2/137 UNS LP. **h**, *Pediastrum* spp. 1154 a: 6.9/138.2 UNS LP. **i-j**, Muestra 1154. Litofacies de arcilita. **i**, Amorfo grumoso, heterogéneo. **j**, Detalle de palinomorfo. Materia palinológica sobremadurada. **k-l**, Litofacies de caliza oolítica. Muestra 1155. **k**, Amorfo finamente diseminado, granular hasta esponjoso. **l**, Fitoclastos equidimensionales con palinomorfos.

Cuadro 2: Distribución y frecuencia relativa de especies seleccionadas del Subgrupo Santa Bárbara (Formación Tunal = facies de Formación Olmedo, Mealla, Maíz Gordo y Lumbreira): 1, Corralito; 2, Tilián; 3, Arroyo Garabatal; 4, Pampa Grande, a: Faja Verde I; b: Faja Verde II; 5, Arroyo Las Tortugas y Formación Anta (Grupo Orán): 6, Río Piedras.

TAXA	TUNAL		MEALLA	MAIZ GORDO		LUMBRERA 4		ANTA
	1	2	3	5	2	a	b	5
<i>Ephedripites</i> cf. <i>E.</i> sp. 1	...	...	XX	...				
<i>Gemmatricolpites subsphaericus</i>	XX	...	...	...	
<i>Clavatricolpites</i> cf. <i>gracilis</i>	...	...	XX	...				
<i>Rhoipites</i> sp. B	XX	XX	...					
<i>Retitricolporites</i> sp. A	...	...				
<i>Ailanthipites</i> sp.	...	...		...
<i>Pandaniidites texus</i>	XX	XX	...					
<i>Pandaniidites</i> sp.				...				
<i>Mtchedlishvilia saltenia</i>	...	...				
<i>Myriophyllumpollenites</i> sp. 1	...	...				
<i>Myriophyllumpollenites</i> sp. 2	...	...				
<i>Rhoipites minusculus</i>	...	...	XX	...	XX			
<i>Rhoipites</i> sp. A	...	...	...	...	OO			XX
<i>Verrustephanoporites simplex</i>	OO	OO	XX	XX	XX	XX	XX	...
<i>Podocarpidites marwickii</i>	...	...		...	...	XX	XX	...
<i>Pediastrum</i> sp.	XX	XX		...	...	...	...	...
<i>Catinipollis geiseltensis</i>			...					
<i>Azolla</i> sp.			...	...		
<i>Biretisporites</i> sp.			...	...		
<i>Baculatisporites</i> sp.			...					
<i>Ischyosporites</i> sp.			...					
<i>Apiculatisporis</i> sp.			...					
<i>Monosulcites minutiscabratus</i>			...					
<i>Spinizonocolpites</i> sp.			...					
<i>Tricolpites communis</i>			...	...		...	XX	
<i>Liliacidites variegatus</i>			...					
<i>Psilatricolporites salmananquensis</i>			...					
<i>Rhoipites baculatus</i>			...	...		
<i>Rhoipites</i> sp.			...					
<i>Retitricolporites chubutensis</i>			...	...		
<i>Restioniidites</i> sp.			...					
<i>Corsinipollenites menendezii</i>			...	...		...	...
<i>Myriophyllumpollenites</i> sp.			...					
<i>Tricolpites bibaculatus</i>			XX					
<i>T.</i> sp. cf. <i>T. reticulata</i>			...			OO	OO	...
<i>Tricolpites</i> cf. <i>reticulata</i>			...			...	...
<i>Rousea patagonica</i>			XX	...				...
<i>Psilatricolpites acerbus</i>			...					
<i>Psilatricolpites inargutus</i>			...	...		
<i>Psilatricolpites simplex</i>			...					
<i>Psilatricolpites</i> sp.			...	...		
<i>Dictyophyllidites</i> sp.			...					
<i>Retitricolporites medius</i>			...	XX	XX			
<i>Echistephanoporites</i> sp. cf. <i>E. alfonsi</i>			...	...		
<i>Cricotriporites</i> cf. <i>guianensis</i>			...	...		
<i>Triorites</i> sp.			...	...		
<i>Cricotriporites</i> sp. A			...	...		
<i>Laevigatosporites</i> sp. A			...			...
<i>Retitriletes austroclavatidites</i>			...	...		OO	...	
<i>Laevigatosporites</i> sp. A			...			...	...
<i>Smilacipites saltensis</i>			...	...		...	...
<i>Smilacipites</i> sp.			...	...		...	...
<i>Gabonisporites vigourouxii</i>			...	...		...	...
<i>Inaperturopollenites</i> sp. D			...	...		XX	XX	
<i>Inaperturopollenites</i> sp. E			...	...		...	...
<i>Tricolpites (Psila.)lumbreensis</i>			...	...		OO	OO	
<i>Tricolpites</i> sp. A			...	...		...	...
<i>Nothopollenites</i> sp.			...	...		...	...
<i>Liquidambarpollenites</i> cf. <i>brandonensis</i>			...	...		OO	OO	
<i>Inapertisporites</i> sp. A			...	...		...	...
<i>Inapertisporites ovalis</i>			...	...		...	...
<i>Multicellaesporites</i> sp.			...	...		...	...
<i>Diporisporites</i> sp.			...	...		...	...
<i>Diporisporites elongatus</i>			...	...		...	...
<i>Diporicellaesporites</i> sp.			...	...		...	...
<i>Pluricellaesporites</i> sp. A			...	...		...	...
<i>Quistes de dinoflagelados</i>			...	XX		...	...
<i>Acritarcos</i>			...	...		...	...
<i>Riella</i> sp.			...	...		...	...	...
<i>Phaeceros</i> sp. C			...	...		...	...	...
<i>Graminidites</i> sp.			...	...		...	XX	XX

... : raro
(< 1 - 5%)
xx: frecuente
(5 - 30%)
oo: abundante
(> 30%)

coloniza estiércol de mamíferos herbívoros, incluyendo el del guanaco de la Patagonia (Luck-Allen y Cain 1975). Según Elsik (com. epistolar, noviembre 1996) generalmente indica presencia de animales pastadores con pezuña partida. En el presente, el género tiene distribución cosmopolita. Podría además, ser un indicador de clima cálido (Elsik 1993).

Hypoxylonites Elsik, pertenecería a la familia Xilariaceae, apareció con certeza en el Eoceno medio y está relacionado morfológicamente con el género actual *Hypoxylon* Bull. Fue una forma pantropical del Oligoceno al Pleistoceno (Elsik 1993). Gran parte de los miembros actuales de esa familia se desarrollan sobre plantas de angiospermas, vivas o muertas. La mayoría son consideradas saprófitos o parásitos débiles (Rogers 1979).

Otra espora de hongo presente en niveles inferiores de la Formación Anta, es *Exesisporites* Elsik, cuyo biocron va del Paleoceno tardío (?); Eoceno a Reciente (Elsik 1993). Se compara con *Exesisporites neogenicus* Elsik, una forma común en estratos depositados durante los intervalos cálidos del Pleistoceno; abundante en el Plioceno y en el Neógeno temprano, indicando un paleoclima similar y asociado a pastizales. Parece haber tenido distribución cosmopolita, en frecuente asociación con *Hypoxylonites* (Elsik 1993).

Se han encontrado además cortos segmentos de hifas que, según Elsik (com. epistolar, noviembre 1996) parecen haber sido atacadas por artrópodos fitófagos.

Al realizar el análisis palinofacial que comprende el estudio total de la materia palinológica, en las litofacies de arcilitas y calizas oolíticas se determinó que en las arcilitas, el amorfo (70 %), observado con luz transmitida es de color gris a marrón, grueso, de lustre mate, con inclusiones, sin contenido de pirita. Con luz incidente, azul fluorescente, es mayormente heterogéneo. La matrix muestra débil fluorescencia de color castaño claro a nula. Su probable origen es amorfo degradado, probablemente derivado de la actividad de bacterias y hongos sobre esporomorfos y/o tejidos de plantas, sobre-madurado por procesos diagenéticos (soterramiento y/o degradación subaérea).

Los fitoclastos (30 %), comprenden 15 % de fitoclastos translúcidos de color marrón oscuro a negro, translúcidos en los bordes, sin estructura, con forma y simetría predominantemente equidimensional. Los fitoclastos opacos (15%) son de forma angular a irregular, presentan tamaño variable de 10-30 μm y no fluorescen. Su probable origen es madera o leño carbonizado erosionado y oxidado durante el transporte y tejidos pobremente lignificados. Estos fitoclastos aparentemente fueron formados durante desecación, oxidación y ataque de hongos de material leñoso expuesto al oxígeno atmosférico y/o cerca de superficies de suelos. (Tyson 1995).

Se reconocieron palinomorfos corroídos y degradados y presencia de esporas de hongos.

La palinofacies de la litofacies de caliza oolítica

presenta amorfo (60%) finamente diseminado de color arañado –marrón a gris y en menor proporción formando grumos. Bajo fluorescencia se presenta heterogéneo, granular y esponjoso hasta membranoso. En general sin fluorescencia o con escasa fluorescencia amarilla asociada a la presencia de palinomorfos y cutículas. Los fitoclastos (40 %) son mayormente translúcidos, de color castaño oscuro, mayormente equidimensionales, de aspecto pseudoamorfo, corroídos y degradados, de tamaño variable (10-30 μm). Escasa proporción de fitoclastos opacos de simetría equidimensional. Su probable origen es degradación de tejidos de macrofitas (especialmente tejidos pobremente lignificados, Tyson, 1995). Los palinomorfos se presentan mal preservados debido al elevado deterioro presente en los mismos (daño mecánico, corrosión y degradación).

La asociación típica de ambas palinofacies está caracterizada por la dominancia de materia orgánica palinológica amorfa. La cantidad presente es indicativa de conservación en condiciones anóxicas pero con una degradación inicial, en particular de hongos, bacterias e invertebrados, que habría tenido lugar en condiciones aeróbicas, acuáticas y aún parcialmente en ambientes terrestres (Quattrocchio y Del Papa 2000). Se ha observado materia amorfa membranosa, esponjosa hasta granular en los niveles estudiados, característica de ambientes no-marinos (Batten 1983) esto estaría apoyado, por la ausencia de pirita, elemento mayormente presente en lodos marinos (Fernández López 2000, p. 53; Tyson 1995, p. 62).

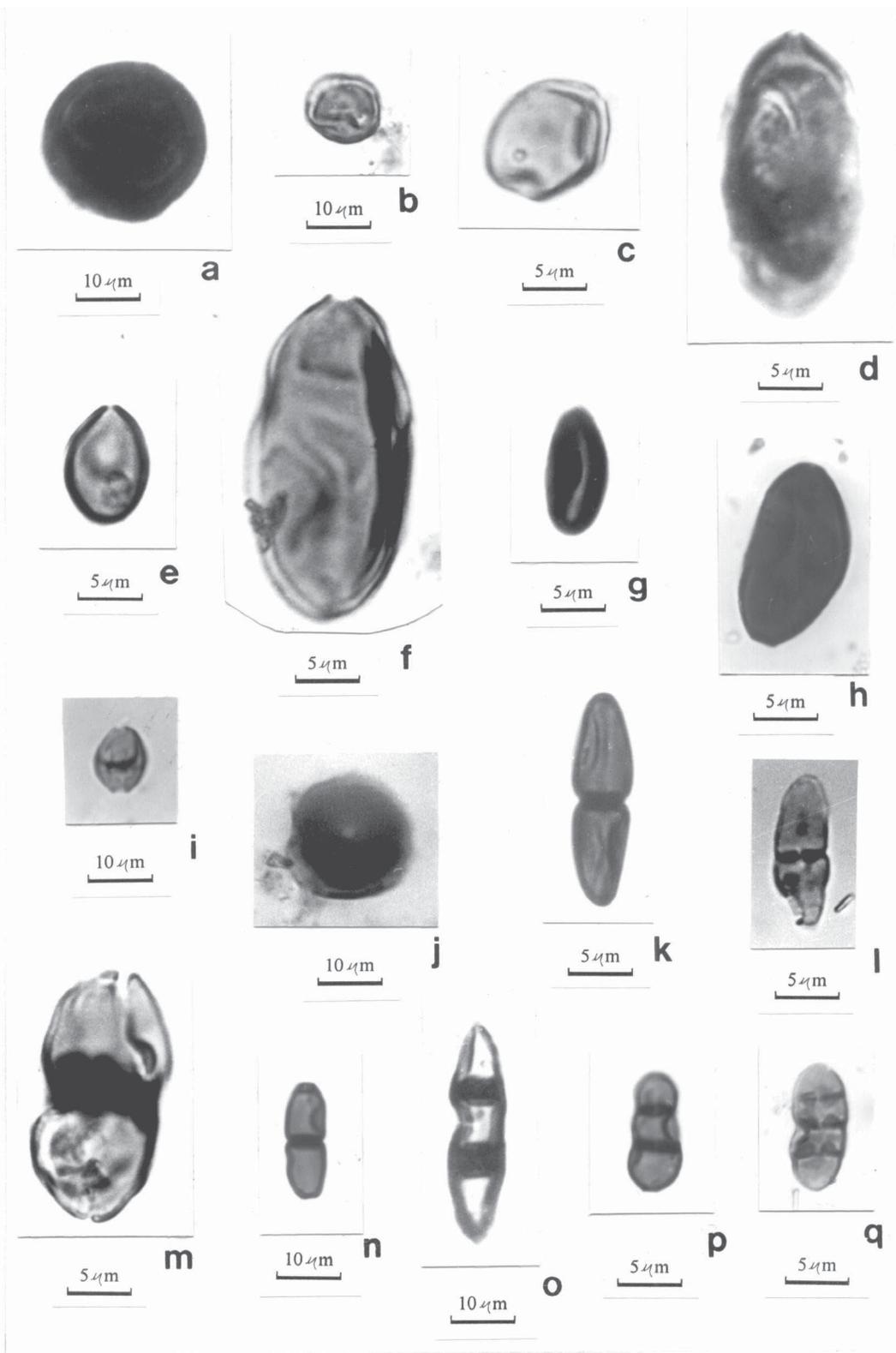
Comparación con el Grupo Salta

En el Cuadro 1 se comparan los taxones presentes y las frecuencias relativas de la Formación Anta (Subgrupo Metán, Grupo Orán) con las formaciones del Subgrupo Santa Bárbara del Grupo Salta, Paleógeno (Quattrocchio 1978 a, b y 1980; Quattrocchio y Del Papa 2000; Quattrocchio y Volkheimer 1988, 1990 y 2000; Quattrocchio *et al.* 1988, 1997 y 2000).

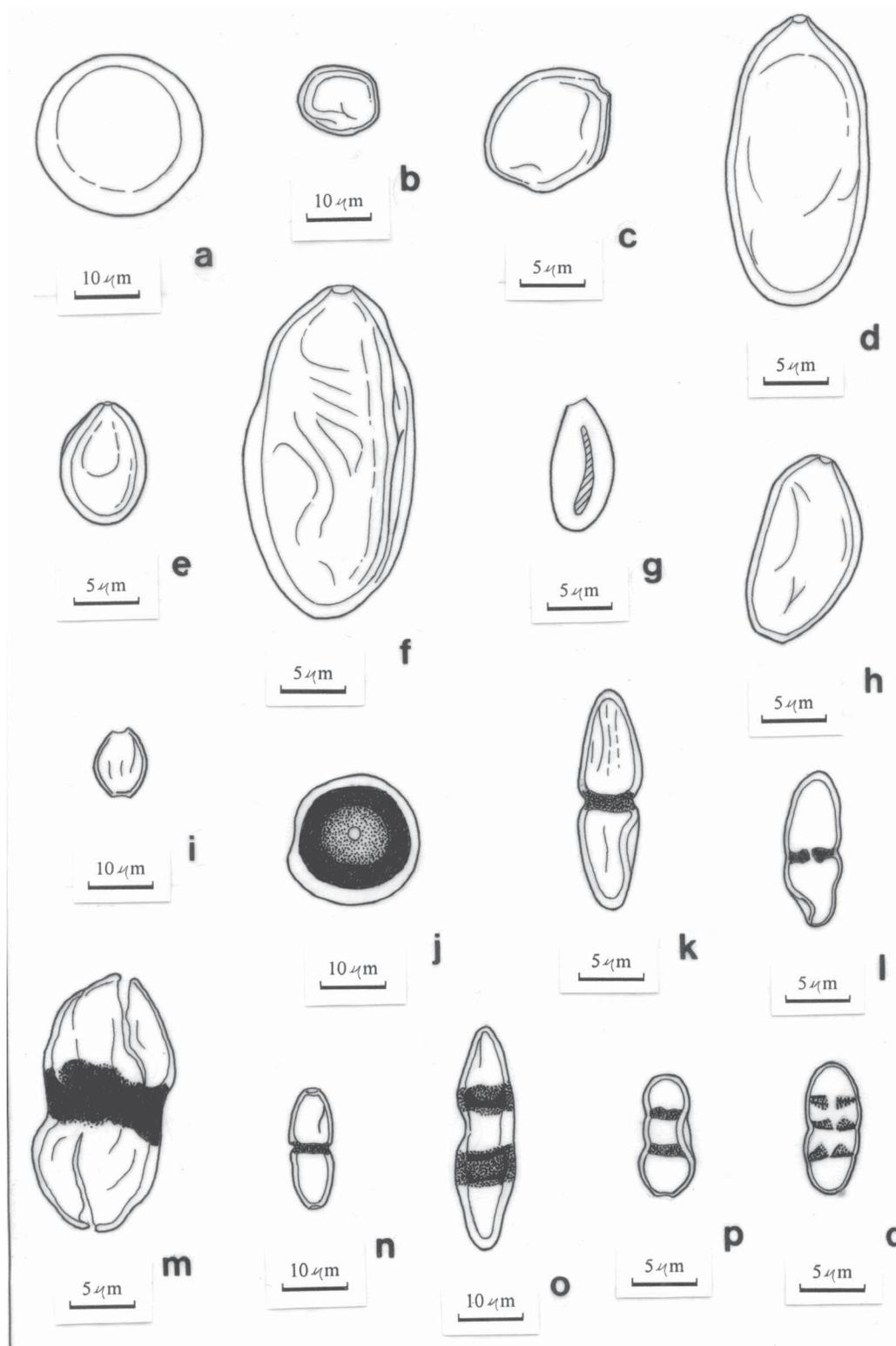
Pediastrum spp, alga verde, es un elemento presente en la Formación Anta y en las formaciones Tunal, Maíz Gordo y Lumbrera (Fajas Verdes) del Subgrupo Santa Bárbara (Grupo Salta). No se lo ha hallado en la Formación Mealla (Quattrocchio *et al.* 1997) interpretada como depositada en una planicie pelítica calcárea (Gómez Omil *et al.* 1989).

Se presenta una frecuencia relativamente elevada de *Rhoipites* sp. A (Rutaceae) indicando la existencia de una paleocomunidad de altura (montana). Esta especie es abundante en la Formación Maíz Gordo en la Quebrada de Corralito, Salta (Volkheimer *et al.* 1984). Otros elementos montanos son las Podocarpaceae (*Podocarpidites marwickii*) y Anacardiaceae (*Retitricolporites* spp.).

Es casi nula la representación de las Ulmaceae



Figuras 3: (De Ribero de Dibi *et al.* 2001). **a-b**, *Inapertisporites* sp.; **c**, *Monoporisporites* sp.; **d-e-f**, *Polyporisporites* sp.; **g**, *Hypoxylonites* sp.; **h**, *Lacrimasporonites* sp.; **i**, *Diporisporites* sp.; **j**, *Exesisporites* sp.; **k-l**, *Dicellaesporites* sp.; **m**, *Delitschia* sp.; **n**, *Dyadosporites* sp.; **o**, Forma A; **p**, Forma B; **q**, Forma C.



Figuras 4: a-b, *Inapertisporites* sp.; c, *Monoporisporites* sp.; d-e-f, *Polyporisporites* sp.; g, *Hypoxylonites* sp.; h, *Lacrimasporonites* sp.; i, *Diporisporites* sp.; j, *Exesisporites* sp.; k-l, *Dicellaesporites* sp.; m, *Delitschia* sp.; n, *Dyadosporites* sp.; o, Forma A; p, Forma B; q, Forma C (El punteado indica engrosamiento diferencial de las paredes y de los septos).

(*Verrustephanoporites simplex*). Su presencia en bajo porcentaje podría indicar la retracción del bosque subtropical húmedo con respecto al Grupo Salta o una mayor lejanía del área ocupada por el mismo, con respecto a la localidad de estudio.

Por primera vez en el registro palinológico de la Cuenca del Noroeste se registra la expansión de la estepa gramínea (*Graminidites* sp.) como también la presencia de esporas de briofitas (*Riella* sp y *Phaeceros* sp. C) y ciertas esporas de hongos (*Delitschia* sp., *Hyosylonites* sp. y *Exesisporites* sp.).

Del análisis polínico comparativo de la Formación Anta con el Subgrupo Santa Bárbara del Grupo Salta (Paleoceno-Eoceno), se desprende la no permanencia de la mayoría de los taxones presentes en este Subgrupo y la aparición de nuevos taxones. Esto sugeriría cambios paleogeográficos y paleoclimáticos que modificaron las comunidades vegetales preexistentes a la Fase Incaica (Eoceno ? medio).

Conclusiones

Regionalmente y extrarregionalmente el espectro polínico reflejaría la presencia de la selva sub-tropical húmeda (*Verrustephanoporites simplex*), en muy bajo porcentaje con respecto al Subgrupo Santa Bárbara. La relativa mayor representación de *Rhoipites* sp. A (Rutaceae, cf. *Ruta*) asociada a Podocarpaceae y Anacardiaceae sugerirían la existencia regionalmente, de una paleocomunidad de mayor altitud (ambiente montano). Por primera vez el registro palinológico de la Cuenca del Noroeste muestra la expansión de la estepa gramínea. Las esporas de *Phaeceros* sp. C halladas se asocian tanto a ambientes de estepa gramínea o psamófila como bajos inundables y lagunas. La presencia de *Riella* sp. podría indicar condiciones alcalinas del agua coincidente con la presencia de analcima que indica tales condiciones, Las condiciones alcalinas podrían explicar la escasez de palinomorfos en las muestras. "Las condiciones alcalinas en zonas áridas provocan la destrucción de los palinomorfos hasta profundidades de varias decenas o hasta centenares de metros..." (Volkheimer 1972). Debido a estas características químicas, algunos niveles sólo han brindado esporas dispersas de hongos cuyas paredes son, en general, más resistentes que las de los otros palinomorfos. Las mismas pertenecen en su mayoría a Dothidiales, Xilariales y Sordariales, órdenes de Ascomycetes saprófitos, parásitos y coprófilos, atestiguado esto por la presencia de esporas tipo *Hypoxylon* y *Delitschia*. Se habrían desarrollado preferentemente sobre material vegetal las primeras y en estiércol de mamíferos herbívoros las segundas. En asociación con los elementos citados se encontró *Exesisporites* cf. *neogenicus*, el cual, juntamente con *Delitschia* sp., indicaría ambiente de pastizales y clima cálido, algo seco. Las esporas de Sordariales son componentes

conspicuos de sedimentos lacustres y palustres. La existencia de un ambiente continental lagunar está apoyado por el análisis palinofacial

Agradecimientos

La Dra. Vivian García colaboró en el análisis palinofacial, a ella nuestro agradecimiento. Al Dr. William C. Elsik por su invaluable asesoramiento. Al Dr. Rafael Herbst y Lic. María Luisa Anzotegui, por la lectura crítica. A los árbitros sus aportes. Al Lic. E. Guanuco por la preparación de las figuras. Este trabajo tiene el apoyo financiero de CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) y SECYT (Universidad Nacional del Sur).

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Acevedo, T. R., Mautino L.R., Anzotegui, M. L. y Cuadrado, G., 1997. Estudio palinológico de la Formación Palo Pintado (Mioceno Superior), Provincia de Salta, Argentina. Parte II: Esporas. *Geociencias*, 2 (nº especial): 112-120.
- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W. and Blackwell, M., 1996. *Introductory Mycology*. John Wiley and Sons, Forth Ed. Inc (Ed.), USA, 869 p.
- Anzotegui, L. M. y Cuadrado, G., 1996. Palinología de la Formación Palo Pintado, Mioceno Superior, Provincia de Salta, República Argentina. Parte I: Taxones nuevos. *Revista Española de Micropaleontología*, 28 (3): 77-92.
- Batten, D.J., 1983. Identification of amorphous sedimentary organic matter by transmitted light microscopy. In: Brooks, J. (Ed.): *Petroleum geochemistry and exploration of Europe*. Geological Society, London, Special Publication, 11: 275-287.
- Batten, D.J., 1987. Application of palynofacies analysis to interpretation of palaeoenvironments and source potential for hydrocarbons. *Course notes*. 34pp (Inédito).
- Diaz, I.J. y Malizzia, D.C., 1983. Estudio geológico y sedimentológico del Terciario superior del Valle Calchaquí (Dpto. San Carlos, Provincia de Salta). *Bol. Sed.*, 2(1): 8-21.
- Elsik, W.C., 1993. The Morphology, Taxonomy, Classification and Geological Occurrence of Fungal Palynomorphs. *The American Association of Stratigraphic Palynologists*, Inc. 236 p.
- Fernández López, S.R., 2000. *Temas de Tafonomía*. Departamento de Paleontología Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. 167p.
- Galli, C.I., 1995. *Estratigrafía y sedimentología del Subgrupo Metán (Grupo Orán-Terciario)*, provincia de Salta. Argentina. Universidad Nacional de Salta, Escuela del Doctorado. Tesis Doctoral, 109p. (Inédita)
- Galli, C. I. y Marquillas, R. A., 1995. La cuenca de antepaís compleja del Subgrupo Metán (base del Grupo Orán, Neógeno), provincia de Salta, Argentina: Taller de Trabajo Evolución Tectosedimentaria de Cuencas de Antepaís (Ejemplos Andinos), San Juan, p. 14.
- Galli, C.I, Hernandez, R. y Reynolds, J., 1996. Análisis estratigráfico del Subgrupo Metán (Grupo Orán), en el río Piedras, departamento Metán, Salta, Argentina. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 12 (46): 99-107.
- Gebhard, J., Giudici, A.R. y Oliver Gascon, J., 1974. Geología de la comarca entre el río Juramento y arroyo Las Tortugas, provincias de Salta y Jujuy, República Argentina: *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 29 (3): 359-375.

- Gomez Omil, R.J., Boll, A. y Hernandez, R.M., 1989. Cuenca cretácico-terciaria del Noroeste argentino (Grupo Salta). Cuencas Sedimentarias Argentinas (Eds. G.A. Chebli y L.A. Spalletti). Universidad Nacional de Tucumán, Serie de Correlación Geológica, 6: 43-64.
- Guler, M.V., Guerin G.R. y Quattrocchio, M.E., 2001. Palinología del Neógeno de la perforación Cx-1, Cuenca del Colorado, Argentina. Revista Española de Micropaleontología, 33 (2): 183-204
- Hawksworth, D.L., Kirk, P.M., Sutton, B.C. and Pegler, D.N., 1995. Answorth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 8th Ed. CAB International, Wallingford.
- Hernández, R.M., Galli, C.I. y Reynolds, J., 1999. Estratigrafía del Terciario en el Noroeste Argentino. En: González Bonorino, G., Omarini, R y Viramonte, J. (Eds.): Geología del Noroeste Argentino, Relatorio, 14^o Congreso Geológico Argentino, 2: 316-328. Salta.
- Luck-Allen, E.R. and Cain, R. F., 1975. Addition to genus *Delitschia*. Canadian Journal of Botany, 53(17): 1827-1887.
- Prieto, A. R. y Quattrocchio, M.E., 1993. Briofitas y pteridofitas en sedimentos del Holoceno de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Anales de la Asociación Palinológica de la Lengua Española, 6: 17-37
- Quattrocchio, M., 1978a. Datos paleoecológicos y paleoclimatológicos de la Formación Lumbra (Grupo Salta). Ameghiniana, 15 (1-2): 173-181.
- Quattrocchio, M., 1978b. Contribución al conocimiento de la Palinología Estratigráfica de la Formación Lumbra (Terciario inferior, Grupo Salta). Ameghiniana, 15(3-4): 285- 300.
- Quattrocchio, M., 1980. Estudio palinológico preliminar de la Formación Lumbra (Grupo Salta), loc. Pampa Grande, provincia de Salta. 2^o Congreso Argentino de Paleontología Bioestratigrafía y 1^o Congreso Latinoamericano de Paleontología, Actas 2: 131-149.
- Quattrocchio, M.E. y Del Papa, C., 2000. Paleoambiente de la Secuencia Maíz Gordo (Paleoceno tardío-Eoceno temprano?), Arroyo Las Tortugas, Cuenca del Grupo Salta (NO Argentina). Palinología y Sedimentología. Revista Española de Paleontología, 15(1): 57-70.
- Quattrocchio, M. E. y Volkheimer, W., 1988. Microfloras de los estratos limítrofes entre Cretácico y Terciario en las localidades de Tilián y Corralito, Cuenca de Salta. Descripciones Sistemáticas. 4^o Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. Actas 3: 109-120. Mendoza, 1986.
- Quattrocchio, M. E. and Volkheimer, W., 1990. Paleogene paleoenvironmental trends as reflected by palynological assemblage types, Salta Basin, NW Argentina. N. Jb. Geol. Palaont. Abh. 181(1-3): 377-396.
- Quattrocchio, M. E. and Volkheimer, W., 2000. Paleoclimatic changes during the Paleocene-Lower Eocene, in Salta Basin, NW of Argentina. In: Volkheimer, W., and Smolka, J. (eds.). Southern Hemisphere Paleo- and Neoclimates. Key Sites, Methods, Data and Models, 353-367, Cambridge University Press.
- Quattrocchio, M., Marquillas, R. y Volkheimer, W., 1988. Palinología, Paleoambientes y Edad de la Formación Tunal, Cuenca de Salta (Cretácico-Eoceno), República Argentina. 4^o Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Mendoza, 1986, Actas 3: 96-109.
- Quattrocchio, M., W. Volkheimer, W. and Del Papa, C. E., 1997. Palynology and Paleoenvironment of "Faja Gris", Mealla Formation (Salta Group) at Garabatal Creek (NW Argentina). Palynology, 21: 231-247
- Quattrocchio, M., Ruiz, L. and Volkheimer, W., 2000. Palynological zonation of the Paleogene of the Colorado and Salta Group basins. Revista Española de Micropaleontología, 32(1): 61-78.
- Reynolds, J., Idleman, B.D., Hernandez, R.M. and Naeser, C. W., 1994. Preliminary chronostratigraphic constraints on Neogene tectonic activity in the Eastern Cordillera and Santa Bárbara System, Salta province, NW Argentina. Geological Society of America. Abstracts (Seattle Meeting).
- Rivero de Dibi, L., Rodríguez de Sarmiento, M. y Durango de Cabrera, J., 2001. Esporas de hongos de la Formación Anta (Grupo Orán); Mioceno medio, provincia de Salta, Argentina. Acta Geológica Lilloana, 18(2): 257-264.
- Rogers, J.D., 1979 The Xylariaceae: Systematic, biological and evolutionary aspects. Mycologia. Mycological Society of America, 71(1): 1-42.
- Russo, A., 1972. La estratigrafía terciaria en el noroeste argentino. 5^o Congreso Geológico Argentino, Villa Carlos Paz, Resúmenes.
- Salfity, J.A. and Marquillas, R.A., 1994. Tectonic and sedimentary evolution of the Cretaceous-Eocene Salta Group basin, Argentina. En: Cretaceous Tectonics of the Andes, (Ed.: J.A. Salfity), Braunschweig/Wiesbaden, Earth Evolution Sciences Monograph Series, Friedr. Vieweg & Sohn, 266-315.
- Sebrier, M., Lavenu, A., Fornari, M. and Soulas, J.P., 1988. Tectonics and uplift in Central Andes (Perú, Bolivia and Northern Chile) from Eocene to present. Géodynamique, 3(12): 85-106.
- Tyson, R.V., 1995. Sedimentary Organic Matter. Organic facies and palynofacies. Chapman & Hall (eds), 615 p. London.
- Volkheimer, W., 1972. Palinomorfos como fósiles guía (Primera Parte). Revista Minera, 30(2): 17-21. Buenos Aires.
- Volkheimer, W. y Melendi, D., 1976. Palinomorfos como fósiles guía (3ra. Parte). Técnicas de laboratorio palinológico. Revista Minera. 34(1/2): 19-30, Buenos Aires.
- Volkheimer, W., Quattrocchio, M. y Salfity, J., 1984. Datos palinológicos de la Formación Maíz Gordo, Terciario inferior de la Cuenca de Salta. 9^o Congreso Geológico Argentino, Bariloche, Actas 4: 523-538.

Recibido: 3 de septiembre, 2001

Aceptado: 4 de marzo, 2003