

PALINOFACIES, PALEOAMBIENTES Y PALEOCLIMA DEL GRUPO CUYO (JURÁSICO MEDIO) EN LA SIERRA DE CHACAICO, CUENCA NEUQUINA, ARGENTINA

V. M. GARCÍA[†], M. E. QUATTROCCHIO¹, C. A. ZAVALA² Y M. A. MARTÍNEZ¹

¹ CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670 (8000) Bahía Blanca. Argentina.

E-mail: mquattro@criba.edu.ar; martinez@criba.edu.ar

² CONICET. IADO (Instituto Argentino de Oceanografía)-CRIBABB (Centro Regional de Investigaciones Básicas y Aplicadas de Bahía Blanca), Camino La Carrindanga, km 7 (8000) Bahía Blanca. Argentina. E-mail: czavala@criba.edu.ar

Resumen

El análisis palinofacial de muestras de afloramiento del Grupo Cuyo (Jurásico Medio) fue llevado a cabo en estratos de la Sierra de Chacaico, suroeste de la Cuenca Neuquina. Nuestros resultados son la base para interpretar los cambios paleoambientales y paleoclimáticos en el área, y para evaluar el potencial oleogenético de estas rocas. El análisis de las biofacies muestra que determinados grupos de plantas dominaron el escenario terrestre, particularmente las cheirolepidiáceas y, en menor proporción, por las araucariáceas, caytoniales, cicadáceas, podocarpáceas y helechos. Se infiere, para el Grupo Cuyo, ambientes marinos marginales para las formaciones Los Molles y Lajas, hasta continentales para la Formación Challacó. Para la Formación Los Molles se infieren condiciones cálidas y semiáridas, en tanto que para la Formación Lajas, condiciones climáticas cálidas y áridas para la base y, hacia el techo, relativamente húmedas. La evaluación cuali/cuantitativa de la materia orgánica palinológica y el índice de alteración térmica (IAT) permiten concluir que, en general, el Grupo Cuyo en el área de Sierra de Chacaico presenta un escaso potencial de generación de hidrocarburos líquidos.

Palabras clave: Palinofacies, Paleoambientes, Paleoclima, Grupo Cuyo, Jurásico Medio, Cuenca Neuquina.

Abstract

[*Palynofacies, paleoenvironments and paleoclimates of the Cuyo Group (Middle Jurassic) in the Sierra de Chacaico, Neuquén Basin, Argentina*]. Palynofacies analyses of outcrop samples of the Cuyo Group (Middle Jurassic) have been carried out in strata from the Sierra de Chacaico, southwestern Neuquén Basin. Our results are the basis to interpret paleoenvironmental and paleoclimatic changes in the area, and to evaluate the oil source potential of these rocks. The biofacies analysis shows that certain plant groups dominated the terrestrial scenario, particularly by the Cheirolepidiaceae and in lower proportion by the Araucariaceae, Caytoniales, Cycadaceae, Podocarpaceae and ferns. On the basis of the palynological data, sedimentary facies and sequence-stratigraphic analysis a shallow marine environments are inferred for Los Molles and Lajas formations and a continental environment for Challacó Formation. Warm and semiarid conditions are recognized for Los Molles Formation. Warm and arid conditions in the lower part and warm-relatively humid to the top are inferred for the Lajas Formation. The quali/quantitative studies of the palynological organic matter and the thermal alteration index (TAI) allowed to determine a poor oleogenetic potential for all formations of the Cuyo Group at Sierra de Chacaico.

Key words: Palinofacies, Paleoenvironments, Paleoclimate, Cuyo Group, Middle Jurassic, Neuquén Basin.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la evaluación paleoclimática y paleoambiental basada en el análisis de la materia orgánica palinológica (palinofacies) contenida en niveles estratigráficos correspondientes al intervalo Aalenense-Calloviano Temprano, en el sector suroccidental de la Cuenca Neuquina, Argentina. Dicho intervalo comprende las formaciones Los Molles, Lajas y Challacó pertenecientes al Grupo Cuyo o Cuyano (Groeber, 1946). Para tal fin se analizaron la sedimentología y el contenido palinológico del perfil Charahuilla en la Sierra de Chacaico (Fig. 1).

La Cuenca Neuquina es una cuenca de retroarco localizada en el sector centro-occidental de la República Argentina. Se originó durante el Triásico Tardío a partir de una serie de fosas de tipo rift, y constituyó una importante región de sedimentación con espesores totales cercanos a los 7.000 metros de depósitos marinos a continentales durante el Jurásico y Cretácico Temprano.

El Grupo Cuyo (Jurásico Inferior a Medio) representa el primer episodio de sedimentación marina después de la configuración de la cuenca. Según el esquema estratigráfico tradicional, el depósito del Cuyano se inicia con pelitas negras de interior de cuenca a plataforma externa, conocidas como Formación Los Molles (Weaver, 1931), que pasan a areniscas blanquecinas litorales asignadas a la Formación Lajas (Weaver, 1931; Herrero Ducloux, 1946) y son cubiertas a su vez

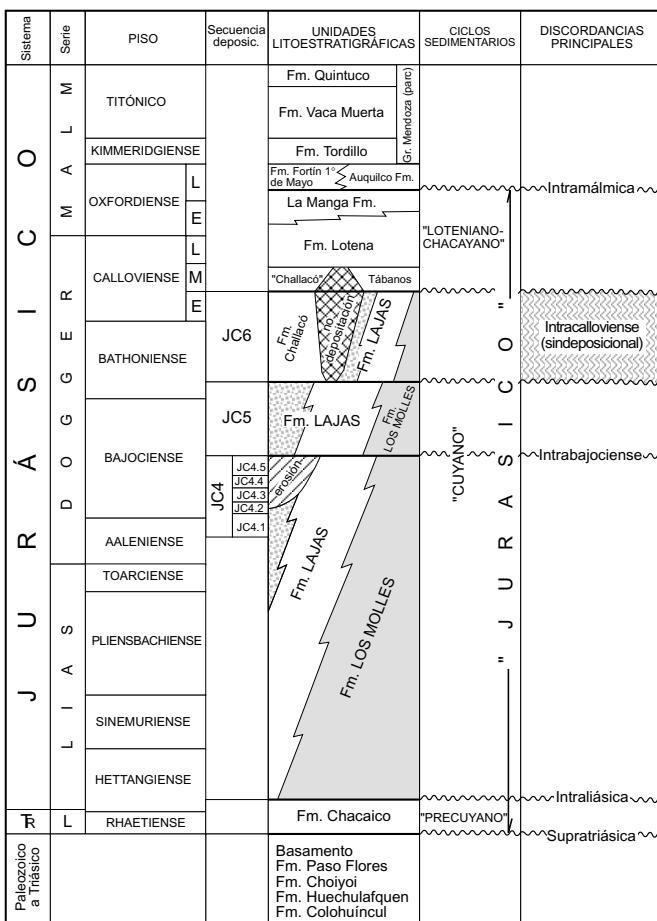


FIGURA 2—Columna estratigráfica de la Cuenca Neuquina válida para el área de estudio.

FIGURE 2—Stratigraphic scheme or the Neuquén Basin, corresponding to the study area.

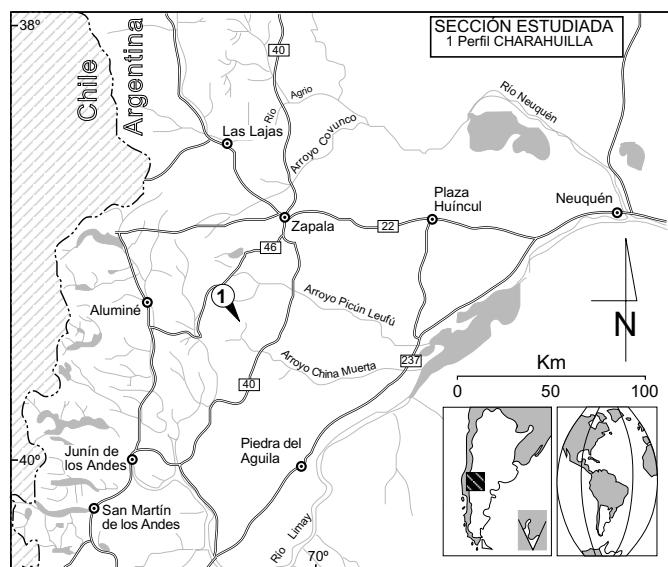


FIGURA 1–Localización geográfica de la zona estudiada.
 FIGURE 1–Location map of the studied locality.

por depósitos continentales de la Formación Challacó (de Ferrarijs, 1947; Gulisano *et al.*, 1984) (Fig. 2).

El área de estudio denominada perfil Charahuilla se ubica a 64 km al sur de la ciudad de Zapala en el Departamento de Catán Lil, provincia de Neuquén, y se localiza sobre el flanco este de la Sierra de Chacaico a $39^{\circ} 25' \text{ Sur}$ y $70^{\circ} 21' \text{ Oeste}$ (Fig. 1).

Zavala (1993) describe y analiza diversas facies y asociaciones de facies en el área de la Sierra de Chacaico (perfils Chacaico y Charahuilla), reconociendo secuencias deposicionales de tercer y cuarto orden, denominadas como: JC4.1, JC4.2, JC5 y JC6, que se dividen internamente en distintos cortejos sedimentarios o “systems tract” (LST: lowstand systems tract o cortejos sedimentarios de bajo nivel, TST: transgressive systems tract o cortejos sedimentarios transgresivos, y HST: highstand systems tract o cortejos sedimentarios de alto nivel).

ANTECEDENTES PALINOLÓGICOS

Las primeras menciones de paleomicrofloras en el área de estudio corresponden a Menéndez (1968), quien describe y considera la distribución estratigráfica de la microflora en sedimentos jurásicos aflorantes en el valle del Arroyo Picún Leufú en el cruce con la Ruta Nacional 40. Estudios palinológicos y paleoclimáticos se presentan en Volkheimer (1968, 1969, 1970, 1971 y 1972). La palinología estratigráfica de la Sierra de Chacaico se detalla en los trabajos de Volkheimer (1973, 1974, 1977 y 1978), Volkheimer y Quattrocchio (1981), González-Amicón y Volkheimer (1982a,b), Quattrocchio y Volkheimer (1990) y Riccardi *et al.* (1990). Las contribuciones de Quattrocchio y Sarjeant (1992), Quattrocchio *et al.* (1996a) y Martínez (2002) constituyen síntesis palinoestratigráficas para el Jurásico de la Cuenca Neuquina. Aportes al conocimiento de la palinoestratigrafía y palinofacies del Grupo Cuyo han sido presentados por García (1998), García *et al.* (1994, 2000a,b y 2003), Martínez (1999, 2000a,b), Martínez *et al.* (1996, 1999a,b, 2001, 2002a,b, 2004 y 2005), Quattrocchio *et al.* (1996b y 2001) y Zavala *et al.* (1999).

BIOESTRATIGRAFÍA Y EDAD

En la localidad de Charahuilla (Fig. 3), las secuencias JC4.1 y JC4.2 contienen ammonites (Westermann y Riccardi, 1979) que indican una edad Bajociense Temprano. Entre la fauna reportada se incluyen *Sonninia* (*Papilliceras*) sp., *Emileia* aff. *multiformis* (Gott.), *E. cf. contracta* (Sow.), *S. (Papilliceras) espinazitensis* (Tornq.), *Bradfordia* sp., *Emileia giebeli* (Gott.) y *E. multiformis*, de la Zona de Asociación de *Emileia giebeli*, Subzona de Asociación de *Emileia multiformis* (Westermann y Riccardi, 1979).

En la secuencia JC5, del perfil de Charahuilla, no se ha hallado fauna de ammonites. Zavala (1993) menciona fauna marina de bivalvos como *Isognomon* cf. *I. isognomonoides* (Stahl), *Ctenostreon* cf. *C. pectiniformis* (Schloth). En una localidad cercana (Puesto Policía), ubicada aproximadamente a 10 km al NNE de Charahuilla, dicho autor reporta la presencia del amoniote *Stephanoceras* (*Stemmatoceras*) sp., correspondiente a la Zona de *Humphriesianum* (Westermann y Riccardi, 1979) y la Zona de Asociación de *Megashaeroceras magnum* (Riccardi *et al.*, 1991), con un rango de edad comprendido entre el Bajociense Temprano alto y el Bajociense Tardío bajo para la misma secuencia deposicional, correspondiente a la Formación Lajas. En depó-

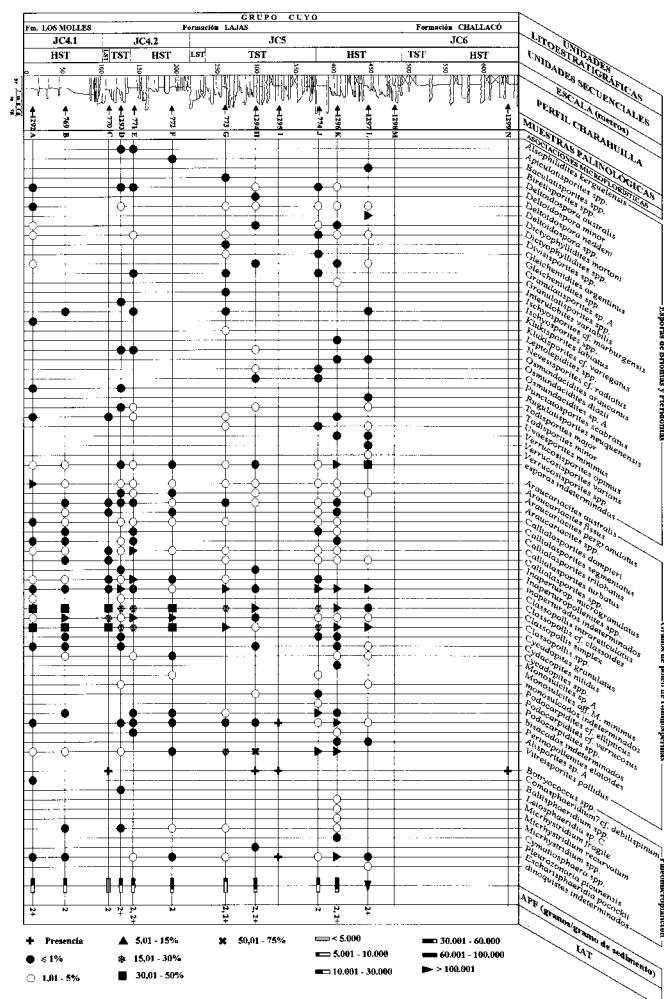


FIGURA 3—Muestras palinológicas estudiadas y distribución de los taxones identificados en el perfil Charahuilla.

FIGURE 3—Palynological samples studied and distribution of the taxa from the Charahuilla section.

sitos equivalentes para la secuencia JC5, en el perfil Lohan Mahuida, Zavala (1993) señala la presencia de *Teloceras* aff. *crickmayi chacayi* de la Zona de Asociación de *Megashaeroceras magnum* (Riccardi *et al.*, 1991), correspondiente al Bajociense Tardío.

La secuencia JC6 (Formación Challacó) en la sección estudiada resultó estéril en su contenido macropaleontológico, registrándose tan sólo la presencia de troncos silicificados indeterminados. Sin embargo mediante correlación de campo, Zavala y González (2001) extienden la edad de esta secuencia hasta el Calloviense Temprano.

En esta contribución, las microfloras identificadas en las formaciones Los Molles y Lajas del perfil Charahuilla (Fig. 3) pueden correlacionarse con zonaciones palinoló-

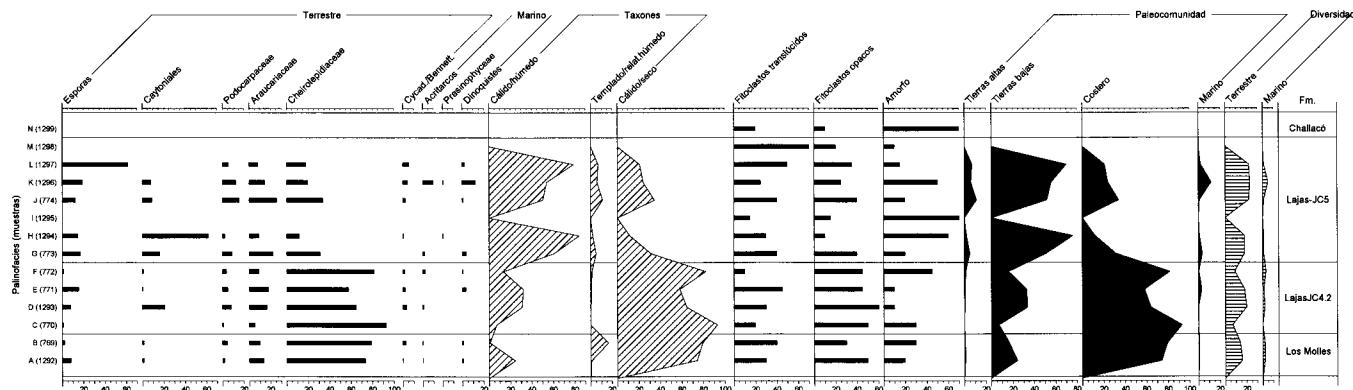


FIGURA 4—Representación de las palinofacies según frecuencias relativas de la materia orgánica palinológica.

FIGURE 4—Representation of the palynofacies according to relative frequencies of the palynological organic matter.

gicas previamente propuestas para la Cuenca Neuquina (Quattroccio *et al.*, 1996a y Martínez, 2002). Se reconoce la Zona de *Callialasporites dampieri*, Subzona de *Callialasporites turbatus* (Quattroccio *et al.*, 1996a), con una edad sugerida Toaciense Tardío-Bajociense Temprano y con la Biozona de *Callialasporites* "Complex", Sub-biozona de *Callialasporites trilobatus* a Sub-biozona de *Uvaesporites minimus* determinadas por Martínez (2002) con un rango de edad comprendido entre el Aaleniano Tardío y el Bajociense Temprano medio. En la microflora correspondiente a la Formación Challacó no se identificaron elementos palinoestratigráficamente diagnósticos, rasgo que fuera destacado en una contribución previa de esta formación abarcando un número mayor de muestras palinológicas y secciones analizadas (Martínez *et al.*, 2005).

METODOLOGÍA

El trabajo de campo realizado por uno de los autores (C. A. Z) comprendió el levantamiento estratigráfico y muestreo paleontológico del perfil Charahuilla. La sección estratigráfica fue relevada banco a banco y medida con báculo de Jacob; mayores precisiones acerca de las litofacies e interpretaciones de campo pueden recogerse en Zavala (1993; 1996a,b).

La extracción físico-química de las muestras palinológicas se efectuó siguiendo las técnicas de procesamiento convencionales (Volkheimer y Melendi, 1976). Para el estudio de las palinofacies se analizaron las muestras luego de la remoción de la matriz de sedimento con los ácidos HCl y HF. El análisis de la materia orgánica palinológica presente o análisis de palinofacies se efectuó utilizando un microscopio óptico Olympus

BH2 (No. 2226780) a partir del residuo palinológico sin filtrado, ni oxidación de las muestras procesadas. El estudio de las palinofacies se realizó siguiendo una metodología semi-cuantitativa (Tyson, 1995, p. 342), que consiste en la estimación visual (en cinco áreas del preparado, con un ocular de x20, bajo luz transmitida) de los distintos constituyentes orgánicos (palinomorfos, fitoclastos translúcidos, fitoclastos opacos y materia orgánica amorfa) y expresados como porcentajes o frecuencias relativas (Fig. 4). Los palinomorfos identificados fueron contabilizados independientemente. En los niveles en que la materia orgánica amorfa presentó dudas acerca de su origen se realizó un breve tratamiento del residuo palinológico con oxidación y ultrasonido; siendo el material amorfo derivado de plantas vasculares más fácilmente removido que el de origen algal (Batten, 1981; Batten y Morrison, 1983).

El análisis palinofacial se basó en el estudio de 14 niveles estratigráficos (muestras) pertenecientes al perfil Charahuilla. Las diferentes palinofacies fueron designadas y descritas desde la base hacia la cima como palinofacies A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M y N. Las muestras están depositadas en el Laboratorio de Palinología, del Departamento de Geología de la Universidad Nacional del Sur, bajo la sigla UNSP Ch.

Los palinomorfos fueron asignados a distintas familias, órdenes y/o grupos suprageneréricos de esporomorfos: esporas (de Brioítas y Pteridofitas); granos de polen pertenecientes a: Pteridospermopsida (Caytoniales y Corystospermales), Podocarpaceae, Araucariaceae, Cheirolepidiaceae, Cycadales/Bennettiales/Ginkgoales, Taxodiaceae; y paleomicroplancton de pared orgánica: acritarcos, Chlorococcales, Prasinophyceae y quistes de dinoflagelados o dinoquistes (Apéndice A). El análisis estadístico de las asociaciones microflorísticas se realizó

a partir de recuentos de 200 palinomorfos en cada nivel, obteniéndose valores de frecuencias relativas para cada taxón y/o grupo de palinomorfos. En la Figura 3, la proporción de los distintos taxones se expresó como rangos de proporciones. Se determinó la relación terrestre/marino, definida como el cociente entre el número de palinomorfos terrestres y palinomorfos marinos contados en una asociación palinológica. A partir del agregado de polen foráneo (tabletas conteniendo 11.267 esporas de *Lycopodium* sp.) se obtuvieron las frecuencias absolutas o concentraciones totales (APF) para cada muestra, expresadas como granos o individuos/gramos de sedimento (granos/gr). La frecuencia polínica absoluta es de gran utilidad en estudios palinológicos, ya que permite considerar cada tipo polínico en forma independiente, en contraposición a los cálculos porcentuales (Birks y Birks, 1980); de esta manera puede obtenerse valiosa información del ambiente y la tasa de aporte clástico a la cuenca de sedimentación.

El orden de mención de los distintos componentes de las asociaciones microflorísticas se da desde su mayor a menor representación en las palinofacies.

En algunas palinofacies se pudo determinar el índice de alteración térmica (IAT). Este índice se estable-

ció bajo luz transmitida y sobre las esporas levigadas, y se siguió la metodología de Staplin (1969), utilizando la escala colorimétrica de Pearson (1990).

Los términos *remoción* o *removilización* aquí utilizados aluden al proceso de alteración tafonómica, y comprenden tanto la *resedimentación* (desplazamiento previo al enterramiento) como la *reelaboración* (desenterramiento y desplazamiento) de los materiales (Fernández-López, 2000).

Las Láminas 1 y 2 muestran palinomorfos seleccionados y vistas generales de las palinofacies. Las coordenadas corresponden a la rejilla England Finder.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Una palinofacies es una asociación distintiva de componentes orgánicos ácido-resistentes de una roca sedimentaria acumulada bajo determinadas condiciones y, por lo tanto, refleja un proceso o ambiente particular (Tyson, 1995, Batten, 1996). Las distintas palinofacies han sido descritas desde la base hacia el techo del perfil (Figs. 4 y 6). La Tabla 1 resume las principales características de las palinofacies analizadas.

PALINOFACIES			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
AMBIENTES SEDIMENTARIOS según litofacies (Zavala, 1993)			Plataforma costa afuera a profund.	Barras marcas de plataforma a estuarina	Barras marcales	Plataforma costa afuera	Llamera deltaica inferior a pantano inter- distributivo	Barras insulares		Prostelia	Plataforma	Barras marcales	Barras de semibocadura	Llamera aluvial deltaica	Llamura aluvial		
Materia orgánica palinológica	PALINOMORFOS	Terrestre	Esporas	8,43	2,07	1	7,4	15,15	1,33	17,08	14,78	-	12,45	19,05	61,34	-	
			Caytoniales	1,46	1,23	-	1,64	0,4	0,89	16,02	61,57	-	9,18	8,09	-	-	
			Podocarpaceae	1,83	4,11	1	7,51	4,72	3,54	8,54	1,98	•	15,4	12,38	5,52	-	
			Anacardiaceae	13,55	9,88	5	16,04	17,6	8,85	22,06	8,87	-	25,57	14,76	7,73	-	
			Cheirolepidiaceae	73,26	79,01	93	64,14	57,01	81,41	30,96	11,82	-	33,77	19,52	17,68	-	
		Marino	Cycad./Bennettit.	0,37	2,47	-	2,87	2,11	1,33	-	0,49	-	2,65	4,28	5,52	-	
			Chlorococcales	-	-	-	•	-	-	-	•	-	-	-	-	•	
	FITOCLASTOS	Terrestres	Acítricos	0,37	0,41	-	0,4	-	2,21	1,78	-	-	9,52	-	-	-	
			Dinoflagelados	0,73	0,82	-	-	3,01	0,44	3,56	-	•	0,98	11,9	2,21	-	
			Prasinophyceae	-	-	-	-	-	-	-	0,49	-	-	0,5	-	-	
	FITOCLASTOS		Translúcidos	30	40	20	30	45	10	40	30	15	40	25	50	70	
	Opacos		Opacos	50	30	50	60	45	45	40	10	15	40	25	35	20	
	MATERIA ORGÁNICA AMORFA			20	30	30	10	10	45	20	60	70	20	50	15	10	
Número de taxones	Terrestres		17	14	7	20	21	13	19	19	2	21	26	18	-	1	
	Marinos		2	2	-	2	1	2	2	1	1	1	5	1	-	-	
TIPOS de ALTERACIÓN	Corrosión			X				X			X						
	Degradación			X		X		X			X						
	Daño mecánico			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	Cristalización de pirita			X	X	X		X		X	X	X	X	X			
Índice de alteración térmica (I.A.T.)			2+	2	2	2+	2 a 2+	2	2 a 2+	-	2	2 a 2+	2+	-	-	-	

• presencia

TABLA 1—Representación de las palinofacies según las frecuencias relativas de los constituyentes orgánicos, número de taxones, tipos de alteración e índice de alteración térmica.

TABLE 1—Palynofacies representation according to the relative frequencies of the organic constituents, number of taxa, types of palynomorphs alteration and thermal alteration index.

Formación Los Molles-secuencia deposicional JC4.1

Palinofacies A

Los grupos polínicos mejor representados en cuanto a su abundancia (relativa y absoluta) son las Cheirolepidiaceae (73,26% y 16.000 granos/gr de sedimento, en menor proporción las Araucariaceae (13,55% y 3.000 granos/gr), y esporas (8,43% y 1.800 granos/gr). El paleomicroplancton marino presenta quistes proximales asignados a *Escharisphaeridium pocockii* (0,73% y 74 individuos/gr) en asociación con *Comaspaeridium?* cf. *debilispinum* (0,3% y 35 individuos/gr). En esta palinofacies se determinó elevada proporción de fitoclastos (80%), siendo los opacos con forma de tablillas los dominantes. Entre los fitoclastos translúcidos se presenta importante proporción de bioestructurados (tejidos oscurecidos, muy degradados y corroídos). La materia orgánica amorfía (20%) es predominantemente de origen húmico (derivada a plantas vasculares).

Palinofacies B

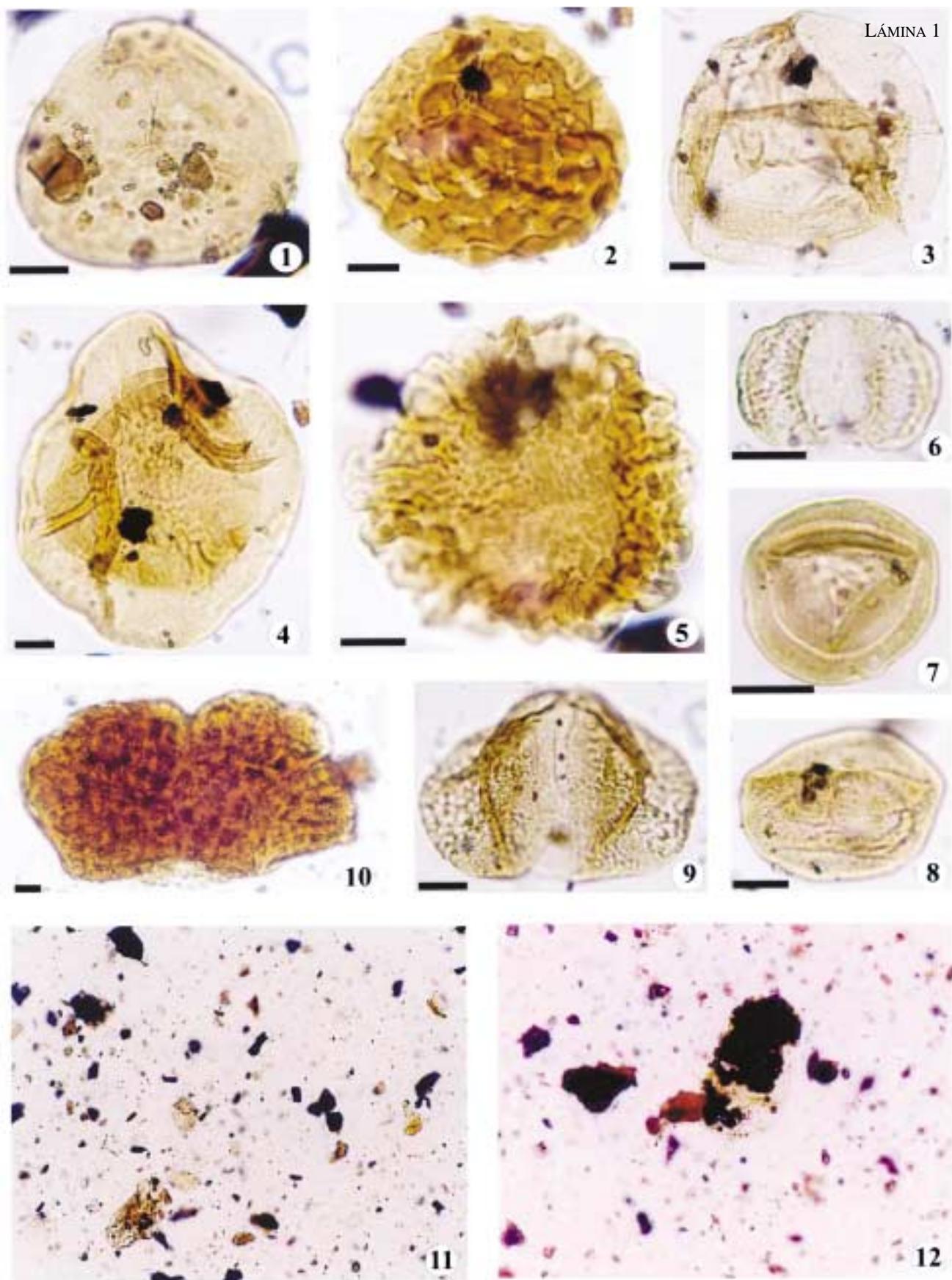
Presenta una disminución en la frecuencia absoluta de los grupos polínicos con respecto a la palinofacies A; entre éstos se destacan las Cheirolepidiaceae (79,01% y 9.600 granos/gr) y, en menor proporción, las Araucariaceae (9,88% y 1.400 granos/gr). El paleomicroplancton marino está representado por *Escharisphaeridium pocockii* (0,82%) en asociación con *Micrhystridium* spp. (0,41%). Los fitoclastos se presentan en elevadas proporciones (70%), y los translúcidos y opacos contienen proporciones similares, siendo abundantes los de tamaño pequeño y con forma de tablillas. El amorfo (30%) es en su mayoría finamente diseminado de origen húmico.

Interpretación. Las palinofacies A y B analizadas en este perfil muestran el predominio de Cheirolepidiaceae junto a la presencia de dinoquistes proximales asociados a acritarcos Acanthomorphitae. La asociación de paleomicroplancton hallada es indicativa de ambientes de plataforma poco profundos y parcialmente restringidos (Gibson *et al.*, 1980;

→

LÁMINA 1—Todas la fotomicrografías están ampliadas x1.000, excepto 10, 11 y 12 = x400. Escala gráfica = 10µm. / 10, 11 and 12 are 400X, all others are 1000X. Scale bar equals 10µm. 1, *Deltoidospora neddieni* Pflug 1953, UNSP Ch 774b: U30. 2, *Ischyosporites* cf. *marburgensis* de Jersey 1963, UNSP Ch 774b: Q44/4. 3, *Araucariacites australis* Cookson 1947, UNSP Ch 774: Q26/4. 4, *Callialasporites turbatus* (Balme) Schulz 1967, UNSP Ch 774b: V29. 5, *Callialasporites segmentatus* (Balme) Srivastava 1963, UNSP Ch 774b: C34. 6, *Vitreisporites pallidus* (Reissinger) Nilsson 1958, UNSP Ch 1294: D40/1. 7, *Classopollis simplex* (Danzé, Corsin y Laveine) Reiser y Williams 1969, UNSP Ch 774b: Q23/2. 8, *Classopollis* cf. *classeoides* (Pflug) Pocock y Jansonius 1961, UNSP Ch 774b: S31. 9, *Podocarpidites* cf. *ellipticus* Cookson 1947, UNSP Ch 1294: F43/1. 10, *Botryococcus* sp., UNSP Ch 769c: P25. 11, *Palinofacies B*, UNSP Ch 769. Se observa abundante proporción de fitoclastos opacos y translúcidos. Los palinomorfos están afectados por la presencia de pirita diseminada e importante deterioro (corrosión y degradación). / Abundant proportion of opaques and translucent phytoclasts can be observed. The palynomorphs are affected by disseminated pyrite and important alteration (corrosion and degradation). 12, *Palinofacies A*, UNSP Ch 1292. Se observa un palinomorfo bisacado con precipitación de pirita dentro de la exina, junto a abundante proporción de fitoclastos. / A bisaccate pollen grain with precipitation of pyrite within the exine and abundant proportion of phytoclasts can be observed.

PLATE 1—FALTA TRADUCCIÓN.

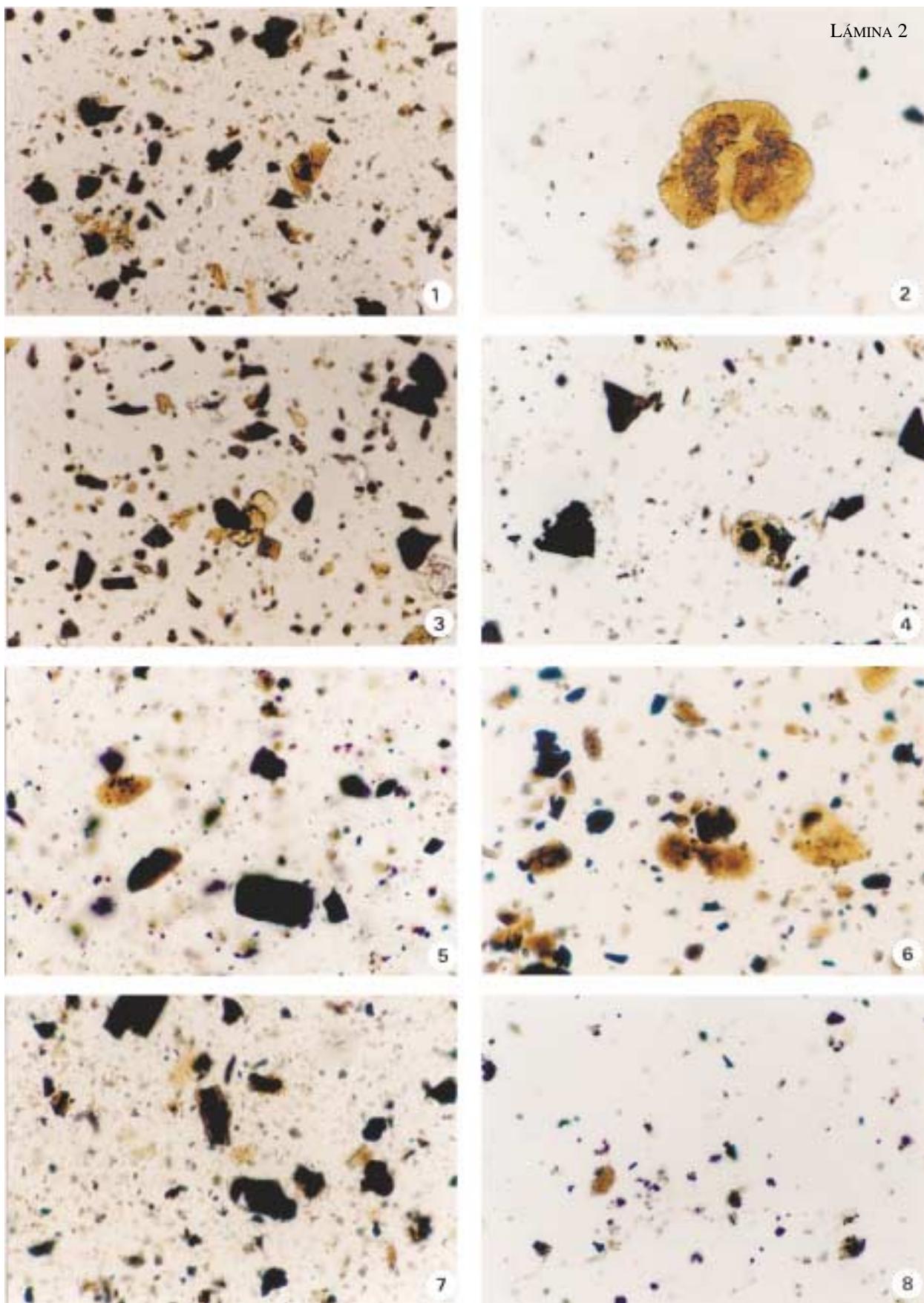


Gayoso, 1988; García *et al.*, 1994). Los palinomorfos presentan importante daño mecánico junto a fenóme- nos de corrosión (acción microbiana) y degradación (oxidación química). La presencia de oxígeno asocia-

→

LÁMINA 2—Todas la fotomicrografías están ampliadas 400X. / All are 400X. 1, *Palinofacies C*, UNSP Ch 770. Se observa abundante proporción de fitoclastos opacos y translúcidos, pequeños y de forma variable junto a restos de palinomorfos con importante deterioro (daño mecánico, corrosión y degradación). / Abundant proportion of small, with variable shape phytoclasts (opaques and translucent) and palynomorphs with important alteration (mechanical damage, corrosion and degradation) can be observed. 2, *Palinofacies D*, UNSP Ch 1293. Palinofacies con *Podocarpidites cf. ellipticus* Cookson 1947. Se observan fitoclastos de pequeño tamaño junto a materia amorfa finamente diseminada. / Palynofacies with *Podocarpidites cf. ellipticus* Cookson 1947. Small phytoclasts and finely disseminated amorphous organic matter can be observed. 3, *Palinofacies H*, UNSP Ch 1294. Grano de polen bisacado con importante deterioro, junto a elevada proporción de fitoclastos translúcidos y opacos corroídos en sus bordes. / Bisaccate pollen grain with important alteration and abundant proportion of corroded phytoclasts (translucent and opaques). 4, *Palinofacies K*, UNSP Ch 1296. Se observa palinomorfo con precipitación de pirita junto a fitoclastos opacos y translúcidos de tamaño variable y amorfo finamente diseminado. / Palynomorph with pyrite precipitation, phytoclasts of variable shape and finely disseminated amorphous organic matter can be observed. 5-6, *Palinofacies L*, UNSP Ch 1297. Antes y después de una oxidación breve (3 minutos). / Palynofacies L, before and after of brief oxidation (3 minutes); 5, Se observan fitoclastos translúcidos oscurecidos con bordes redondeados y fitoclastos opacos pobemente seleccionados, ambos se presentan muy degradados. El amorfo es del tipo finamente diseminado. / Dark translucent phytoclasts with rounded bordes and poorly sorted opaque phytoclasts can be observed (both are very degraded). The finely disseminated amorphous organic matter is present; 6, Luego de la oxidación se observan restos de esporas mal preservadas producto de intenso deterioro (corrosión, degradación y daño mecánico). / After brief oxidation, bad preserved spores with intense deterioration (corrosion, degradation and mechanical damage) can be observed. 7, *Palinofacies M*, UNSP Ch 1298. Estéril en palinomorfos, con elevada proporción de fitoclastos opacos y translúcidos, algunos bioestructurados. Se presentan de tamaño y forma variable, con bordes degradados y corroídos. La materia amorfa es del tipo finamente diseminada. / Sterile sample with high proportion of opaques and translucent phytoclasts (some of which are biostructured). Degraded and corroded phytoclasts (variable size and shape) are present. The amorphous organic matter is finely disseminated type. 8, *Palinofacies N*, UNSP Ch 1299. Se observan una colonia de *Botryococcus* juntos a hifas de hongos y fitoclastos translúcidos pequeños. El amorfo es membranoso y finamente diseminado de probable origen algal. / Colonies of *Botryococcus*, fungal hyphae and small translucent phytoclasts can be observed. The amorphous organic matter is membranous and finely disseminated of probable algal origin.

PLATE 2—FALTA TRADUCCIÓN.



da a bajas tasas de sedimentación podría explicar el deterioro observado en los mismos. Se observan palinomorfos afectados por la presencia de pirita y por moldes relictivos de la misma, lo cual podría deberse a variaciones en las condiciones óxido-reductoras del depósito o removilización de los mismos. Los fitoclastos de pequeño tamaño y con predominio de opacos en forma de tablillas son abundantes, lo que indicaría importante transporte y resedimentación desde el área de aporte terrígeno hasta regímenes sedimentarios costeros.

Formación Lajas-secuencia deposicional JC4.2

Palinofacies C

Contiene una asociación microflorística con: Cheirolepidiaceae, Araucariaceae y *Botryococcus* spp. (algas de agua dulce a salobre) sin la presencia de paleomicroplancton marino de pared orgánica. Las frecuencias absolutas de los grupos de palinomorfos es baja, pero se observa en las frecuencias relativas un neto predominio de Cheirolepidiaceae (93% y 1.995 granos/gr), mientras que las Araucariaceae representan el 5%, con 107 granos/gr. Los fitoclastos opacos (50%) presentan tamaños variables, con predominio de forma de tablillas con bordes redondeados muy corroídos y degradados. Los fitoclastos translúcidos (20%) son de tamaño y forma variable, en general pequeños, con bordes redondeados y muy degradados, de color castaño oscuro. Se observan algunos fitoclastos bioestructurados. La materia orgánica amorfa (30%) es de aspecto granular con inclusiones.

Interpretación. La abundancia de fitoclastos opacos y el estado de preservación de los palinomorfos reflejarían ambientes de moderada a alta energía, con resedimentación de la materia orgánica. La presencia de pirita sugiere condiciones reductoras, probablemente asociada a ambientes marino-marginales. La ausencia de paleomicroplancton probablemente se relacione con la turbidez del medio sedimentario, donde deben de haber prevalecido condiciones óxido-reductoras variables, permitiendo la reducción de sulfatos y la precipitación de pirita dentro de la exina de los palinomorfos.

Palinofacies D

Esta palinofacies presenta un leve incremento en la frecuencia absoluta de los grupos de palinomorfos. La asociación microflorística la presenta Cheirolepidiaceae (64,14% y 10.255 granos/gr), Araucariaceae (16,04% y 2.613 granos/gr), Podocarpaceae (7,51% y 1.278 granos/gr) y esporas trilete (7,4% y 1.241 granos/gr). El paleomicroplancton marino presenta acritarcos

Acanthomorphitae, con frecuencias relativas menores que el 1% y absolutas del orden de 131 individuos/gr de sedimento, siendo *Micrhystridium* spp. y *Baltisphaeridium* spp. los taxones identificados. Esta palinofacies presenta elevada proporción de fitoclastos opacos (60%), en general de pequeño tamaño, con proporciones similares de clastos equidimensionales y con forma de tablillas. Entre los fitoclastos translúcidos se observa alta proporción de bioestructurados (tejidos). La materia amorfa (10%) es del tipo finamente dividido de origen húmico. El nivel estratigráfico asociado a esta palinofacies D presenta restos vegetales macroscópicos, bivalvos y ammonites.

Interpretación. Esta palinofacies presenta, como la anterior, un deterioro generalizado de la materia orgánica, indicativo de ambientes marinos de alta energía, actividad del fondo y resedimentación de los materiales, lo que podría corresponder a ambientes marinos sometidos a la acción de mareas. La naturaleza generalmente efímera de estos depósitos costeros subacuáticos a subaéreos suministra y reintroduce detritos orgánicos degradados y sobremadurados dentro de la columna de agua, que serían depositados en otras partes del régimen costero. La redistribución de estas partículas por corrientes de marea resulta en una alteración de su forma, acompañada por una reducción en el tamaño. La baja tasa de sedimentación en éstos sitios conduciría al intenso deterioro observado en la materia orgánica (corrosión, degradación), concentrando los materiales más resistentes (tejidos cuticulares y fitoclastos opacos) (Gastaldo, 1994).

Palinofacies E

Esta palinofacies contiene abundantes proporciones de Cheirolepidiaceae (57,01% y 16.522 granos/gr), junto a Araucariaceae (17,6% y 5.132 granos/gr), esporas (15,15% y 3.880 granos/gr), y dominancia de una sola especie de quiste de dinoflagelado, *Escharisphaeridium pocockii* (3,01% y 876 individuos/gr). Los fitoclastos de pequeño tamaño (90%) predominan ampliamente sobre el escaso material amorfo (10%) de tipo finamente diseminado. Los fitoclastos opacos (con predominio en forma de tablillas) se presentan en proporciones similares a los fitoclastos translúcidos, que presentan como rasgo general formas variables y color castaño oscuro. Los fitoclastos bioestructurados (tejidos oscurecidos) son abundantes.

Interpretación. Se infiere para esta palinofacies un paleoambiente marino restringido de moderada energía, en posiciones relativamente distales al área de aporte terrígeno. La presencia de materia orgánica resistente (fitoclastos opacos junto a tejidos) evidencia transporte

y resedimentación desde el área de aporte fluvio/deltaica. La abundancia de esporas junto a Araucariaceae sugiere que el acarreo fluvial pudo haber sido el medio de transporte predominante (Martínez *et al.*, 1996). Podrían inferirse paleoambientes distales moderadamente óxicos, donde los constituyentes más delicados han sido eliminados preservándose los más resistentes.

Palinofacies F

Esta palinofacies, ubicada al techo de la secuencia JC4.2, se caracteriza por un dominio casi exclusivo de Cheirolepidiaceae (81,41% y 27.637 granos/gr). Las Araucariaceae le siguen en orden de abundancia con (8,85% y 3.455 granos/gr). En esta asociación se han reconocido acritarcos (*Micrhystridium* spp.) con frecuencias absolutas de 751 individuos/gr (2,21%) y dinoquistes proximales indeterminados con 150 individuos/gr y 0,44%. Los fitoclastos opacos (45%) son abundantes, y presentan tamaño pequeño y en su mayoría con forma de tablillas. La materia orgánica amorfía (45%) es de aspecto granular con inclusiones minerales, de color castaño oscuro y negro.

Interpretación. El depósito contiene abundantes restos vegetales macroscópicos. La materia orgánica amorfía probablemente derive de la acción bacteriana sobre palinomorfos (terrestres y acuáticos) en un paleoambiente marino de aguas calmas al que habrían llegado por vía fluvial, importante cantidad de materiales terrestres removilizados y oxidados.

En la Figura 5 se muestra un modelo deposicional realizado para la secuencia JC4.2 en la localidad de estudio, donde se observa la evolución de una secuencia de plataforma desde canales estuarinos hasta una planicie deltaica. Asimismo se indica la posición de las muestras palinológicas en la sección y la ubicación relativa de las palinofacies en los block diagrama teniendo en cuenta los indicadores próximo/distales al área de aporte terrígeno (Tabla 2).

Formación Lajas-secuencia deposicional JC5

Palinofacies G

Esta palinofacies se ubica en la base de la secuencia JC5. La asociación microflorística contiene Cheiro-

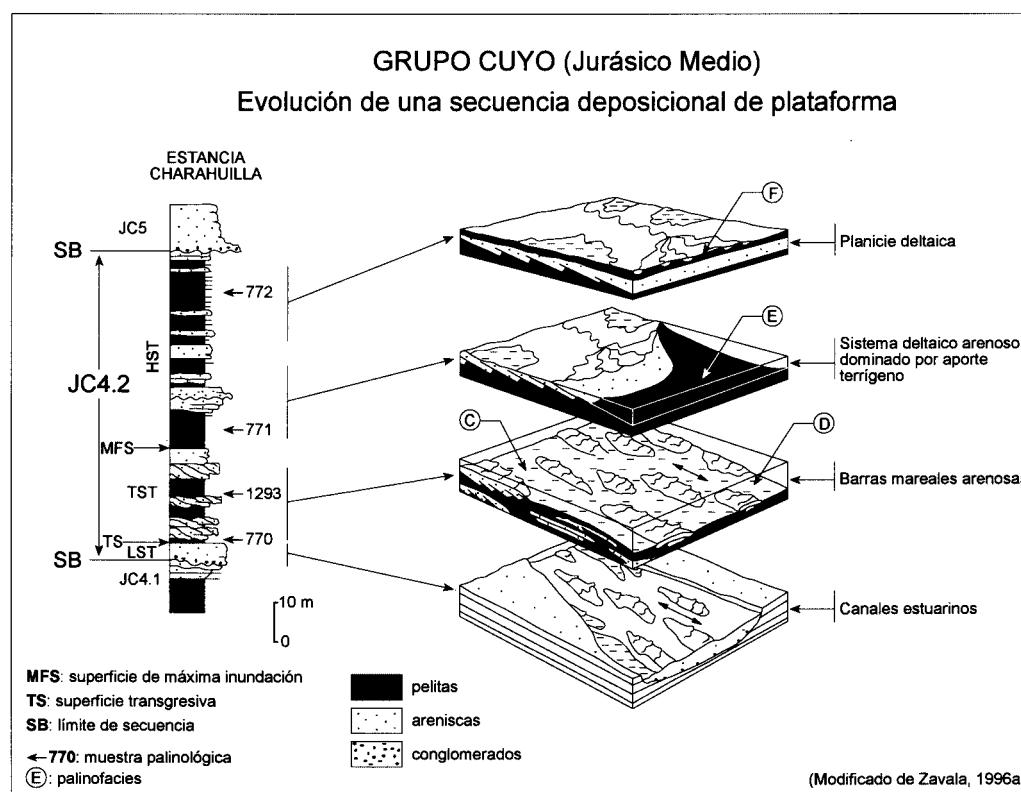


FIGURA 5—Modelo deposicional de evolución de una secuencia de plataforma (JC4.2).
FIGURE 5—Depositional model for a sequence evolution in a platform setting.

	Proximal	Distal
Frecuencias absolutas de los grupos polínicos	>50.000 granos/gr	<50.000 granos/gr
Proporción de palinomorfos de tierras bajas vs. tierras altas	Alta	Baja
Relación palinomorfos terrestres vs. marinos	Alta	Baja
Diversidad de paleomicroplancton	Baja	Alta
Relación fitoclastos translúcidos vs. opacos	Alta	Baja
Relación fitoclastos opacos en tablillas vs. equidimensionales	Baja	Alta
Relación fitoclastos vs. amorfo no-húmico	Alta	Baja

TABLA 2—Criterios seleccionados para convertir las observaciones palinofaciales en interpretaciones paleoambientales relativas.
TABLE 2—Selected criteria used to convert palynofacies observations into relative paleoenvironmental interpretations.

lepidiaceae, que presentan frecuencias absolutas del orden de 1.798 granos/gr (30,96%). Las Araucariaceae le siguen en abundancia, con valores de 1.411 granos/gr (22,06%). Las esporas presentan frecuencias de 1.115 granos/gr (17,08%) y las Caytoniales (*Vitreisporites pallidus*), 1.047 granos/gr (16,02%). Dentro del paleomicroplancton marino (5,34%) se identificaron ejemplares de *Escharisphaeridia pocockii* junto a *Micrhystidium* spp. Los fitoclastos en su mayoría son pequeños y de aristas rectas. Se observaron restos de tejidos y, entre los opacos, la mayor proporción presentan clastos con forma de tablillas. La materia orgánica amorfa es del tipo finamente dividido y gelificado.

Interpretación. Esta palinofacies presenta muy baja concentración de palinomorfos; entre éstos se destacan los grupos polínicos producto del acarreo fluvial (Araucariaceae y esporas) y de la dispersión anemófila. La presencia de paleomicroplancton marino asociado a palinomorfos rotos y la elevada proporción de fitoclastos evidencian un medio de sedimentación marina de moderada a alta energía, relativamente cercano al área de aporte terrestre. Estos ambientes generalmente se asocian a depósitos de carácter efímero (barras) con bajas tasas de sedimentación y muy pobre preservación del contenido orgánico. El nivel estratigráfico muestreado pertenece a la facies 1 (Zavala, 1993), integrado por pelitas de plataforma de la base de las barras mareales de color gris medio.

Palinofacies H

Se caracteriza por la abundancia de Caytoniales, representadas exclusivamente por *Vitreisporites pallidus* (18.778 granos/gr 61,57%), esporas (4.507 granos/gr 14,78%), Cheirolepidiaceae (3.605 granos/gr

11,82%) y *Botryococcus* spp. El paleomicroplancton marino hallado es escaso, únicamente se ha reconocido la presencia de prasinofíceas asignadas a *Pleurozonaria picunensis* cuya frecuencia absoluta es 150 individuos/gr de sedimento (0,49%). La materia orgánica amorfa (60%) presenta aspecto granular con inclusiones minerales y, en menor proporción, finamente dividido. Los fitoclastos translúcidos (30%) presentan formas muy heterogéneas y tamaños variables. Los fitoclastos opacos son de tamaño muy heterogéneo, con mayores proporciones de clastos equidimensionales.

Interpretación. La abundancia de polen bisacado, morfológicamente adaptado a la dispersión por el viento, indicaría que éste fue el principal medio de transporte. La abundancia de materia orgánica amorfa reflejaría ambientes marinos disóxicos y de moderada energía (palinomorfos con daño mecánico).

Las palinofacies G y H tienen en común bajas frecuencias absolutas de los grupos supragenéricos; palinomorfos bien preservados junto a otros degradados, corroídos y con daño mecánico; y elevada proporción de materiales resistentes, como fitoclastos opacos en tablilla y translúcidos, decolorados y/u oscurecidos con aristas muy irregulares, indicativo de actividad química y bioquímica en ambientes marinos de regular a alta energía. La presencia en las muestras de palinomorfos reelaborados permitirían reconocer al ambiente de sedimentación como marino poco profundo de regular energía, con episodios de inundación y destrucción de los medios costeros con remoción de la materia orgánica, a través de corrientes de mareas y olas hacia posiciones más distales del área de aporte terrígeno.

Palinofacies I

Presenta palinomorfos indeterminados junto a algas de agua dulce a salobre del género *Botryococcus* y escaso paleomicroplancton marino (*Escharisphaeridia pocockii*). Los palinomorfos se presentan totalmente degradados. Los granos bisacados reflejan procesos de deterioro sobreimpuestos, esto es oxidación química y acción de bacterias y hongos. La materia orgánica amorfa alcanza el 70%, se observan masas grumosas con inclusiones y también amorfo del tipo finamente dividido. Presencia de geles húmicos. Los fitoclastos en su mayoría son equidimensionales.

Interpretación. Esta palinofacies refleja importante actividad microbiana en ambientes marinos someros de aguas calmas al que llegan importantes proporciones de polen removilizado y algas de agua dulce a salobre.

Palinofacies J

Presenta una asociación microflorística donde las Cheirolepidiaceae constituyen el grupo polínico más abundante: las frecuencias absolutas alcanzan a 4.990 granos/gr (33,77%). El segundo grupo en abundancia lo constituyen las Araucariaceae (3.780 granos/gr; 25,57%). Las Podocarpaceae alcanzan frecuencias de 2.278 granos/gr (15,4%). El paleomicroplancton marino es escaso, 145 individuos/gr de sedimento (0,98%), siendo *Escharisphaeridia pocockii* la única especie hallada. Los palinomorfos en general están muy bien preservados, ocasionalmente algunos presentan daño mecánico y cristalización de pirita dentro de la exina. Esta palinofacies presenta abundante proporción de fitoclastos (80%); los translúcidos son heterogéneos en tamaño y forma, de color castaño oscuro, y dentro de los opacos predominan los de tamaño pequeño y con forma de tablilla. La materia orgánica amorfa es de aspecto granular, con inclusiones minerales y presencia de geles húmicos.

Interpretación. Los grupos polínicos dominantes, junto a la relativamente buena preservación de los palinomorfos y la abundancia de fitoclastos, indicarían sedimentación en ambientes marinos, parcialmente restringidos, donde la materia orgánica ha sufrido relativamente poco transporte y deterioro.

Palinofacies K

Las Cheirolepidiaceae constituyen el 19,52%, con 9.239 granos/gr, mientras las esporas, con 9.014 granos/gr (19,05%), son el segundo grupo en importancia. Las Araucariaceae presentan frecuencias absolutas de 6986 granos/gr (14,76%). Dentro del paleomicroplancton marino, los quistes de dinoflagelados alcanzan fre-

cuencias absolutas de 5.633 individuos/gr, (11,9%), siendo *Escharisphaeridia pocockii* la especie hallada. Dentro de los acritarcos (4.732 individuos/gr; 9,52%) se identificaron especies como: *Micrhystridium recurvatum*, *M. fragile* y *Leiosphaeridia* sp. C. Dentro de los fitoclastos translúcidos (25%) se observaron clastos bioestructurados, pobremente seleccionados y de color castaño oscuro. Los fitoclastos opacos (25%) se presentan con tamaño y forma heterogénea, con proporciones similares de fitoclastos equidimensionales y con forma de tablillas. La materia orgánica amorfa alcanza el 50%, y es del tipo finamente dividida, de probable origen húmico.

Interpretación. En la palinofacies K se observa un incremento en la abundancia y diversidad de paleomicroplancton marino con palinomorfos, que presentan importante daño mecánico y precipitación de cristales de pirita, junto a elevadas proporciones de materia orgánica amorfa. Esta palinofacies sugiere bajos niveles de oxígeno y posiciones relativamente más distales (con respecto a la palinofacies anterior) en ambiente marino de plataforma.

Palinofacies L

Contiene una elevada proporción de esporas trilete (250.127 granos/gr; 61,34%), siendo las especies más frecuentes: *Deltoidospora neddeni*, *Gleicheniidites* spp., *Dictyophyllidites* spp., *Verrucosporites varians* y *Uvaesporites minimus*. Le siguen, en orden de abundancia, las Cheirolepidiaceae con 71.108 granos/gr (17,68%), observándose políadas de *Classopollis*. Las Podocarpaceae y las Cycadales/Bennettiales/Ginkgoales presentan similares valores de abundancia, siendo la frecuencia absoluta de 22.534 granos/gr (5,52%). El paleomicroplancton marino representa 9.013 individuos/gr (2,21%) con ejemplares de *Escharisphaeridia pocockii*. Esta palinofacies presenta una elevada proporción de fitoclastos, dentro de los cuales el 50% son translúcidos. Los mismos contienen fragmentos pequeños oscurecidos con bordes redondeados y degradados, y mientras que los opacos son heterogéneos en tamaño y con bordes redondeados, la mayor proporción son de fragmentos equidimensionales. La materia orgánica amorfa (15%) es del tipo finamente dividido y con inclusiones minerales. Se observan restos gelificados.

Interpretación. Esta palinofacies presenta elevadas frecuencias absolutas de esporas y Cheirolepidiaceae junto a restos vegetales (macroscópicos), por lo que se infiere la proximidad de la vegetación al sitio de sedimentación y/o tiempos de transporte cortos y la influencia del acarreo fluvial en ambientes costeros de moderada energía. La materia orgánica en general se

presenta muy degradada (acción bacteriana), corroída y con daño mecánico. El paleoambiente de sedimentación podría corresponder a áreas de la llanura deltaica (pantanos, planicies de inundación fluvial), esporádicamente conectadas con el mar. El lugar donde los sistemas fluviales desembocan en ambientes costeros contiene gran cantidad de detritos terrestres que se introducen en los regímenes litorales y costeros. Los detritos orgánicos pueden ser distribuidos por las corrientes a lo largo de la línea de costa y ser depositados en *lagoons* o barras de desembocadura de *off-shore* (Gastaldo, 1994).

Palinofacies M

Sin palinomorfos pero con elevadas proporciones de fitoclastos (90%). Se reconoce abundante presencia de fitoclastos bioestructurados (10%). Los fitoclastos opacos son de tamaño variable, con iguales proporciones de equidimensionales y con forma de tablillas con bordes corroídos y degradados. La materia orgánica amorfía alcanza el 10%, siendo del tipo finamente diseminado y grumoso.

Interpretación. La gran abundancia de fitoclastos degradados y corroídos se relacionaría a ambientes oxidantes en los cuales, con la acción conjunta de microorganismos, los demás constituyentes orgánicos habrían sido destruidos. El depósito resulta así en una concentración de los materiales más resistentes, removilizados desde la fuente de aporte fluvio-deltaica. Estas características son destacadas por Tyson (1995), para estadios de nivel de mar alto (HST). Asimismo Habib *et al.* (1994) encuentran que en facies de planicie deltaica inferior las muestras contienen residuo de inertinita no marina y son estériles en palinomorfos.

Formación Challacó-secuencia deposicional JC6

Palinofacies N

Esta palinofacies constituye el único nivel analizado de esta formación en el perfil Charahuilla. Presenta, entre los palinomorfos exclusivamente, algas de agua dulce a salobre del género *Botryococcus*. Las colonias de algas tienen forma subcircular a oval de tamaño variable (hasta 30 μ m) y están moderadamente bien preservadas. Se observa una elevada proporción de materia orgánica amorfía (70%) de aspecto membranoso, fibroso y en parte botroidal. Los fitoclastos alcanzan el 30%, predominando los translúcidos de tamaño pequeño y forma heterogénea; se identificaron fitoclastos bioestructurados (traqueidas y tejidos). Los fitoclastos opacos en su mayoría son pequeños. La elevada proporción de materia orgánica amorfía llevó a la

utilización del método de breve oxidación y ultrasonido (Batten, 1981; Batten y Morrison, 1983) para determinar el origen de la misma. Luego de este proceso se observó que la materia orgánica amorfía persiste en el preparado palinológico, de lo cual se deduce un posible origen algal (*?Botryococcus*).

Interpretación. La presencia de algas de agua dulce a salobre (relativamente bien preservadas) y ausencia de paleomicroplancton marino sugieren el carácter continental del depósito bajo condiciones de baja energía. Ello se asocia a ambientes lacustres someros. La asociación con abundante materia orgánica amorfía indica condiciones deficientes en oxígeno durante el soterramiento. Palinofacies con *Botryococcus* se relacionan frecuentemente con abundante materia orgánica amorfía y con detritos de plantas terrestres, ello estaría indicando una conexión permanente del ambiente lacustre con corrientes fluviales (Batten y Grenfell, 1996; Wood *et al.*, 1997; di Pasquo y Azcuy, 1999). Las litofacies asociadas indican facies de sistema fluvial anastomosado.

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta los criterios de análisis de las palinofacies (Fig. 6), así como los indicadores de tendencias proximales/distales al área de aporte (Tabla 2), se evaluaron las condiciones paleoambientales y paleoclimáticas durante el depósito del Grupo Cuyo (formaciones Los Molles, Lajas y Challacó) en el área de la Sierra de Chacaico, específicamente el perfil Charahuilla. Asimismo, a partir de la caracterización de la materia orgánica (tipo y estado de preservación) y el grado de alteración térmica (IAT), se evaluó el potencial oleogenético de las unidades involucradas.

Paleoambientes del Grupo Cuyo

Formación Los Molles

Las palinofacies analizadas para esta formación muestran asociaciones microflorísticas dominadas por Cheirolepidiaceae y, en forma subordinada, Araucariaceae. La abundancia en la proporción de comunidad de plantas costeras desarrolladas en ambientes con buen drenaje se relacionaría con la fase inicial de las regresiones (HST). El paleomicroplancton marino es escaso (*Escharisphaeridia pocockii*) en asociación con acritarcos del tipo Acanthomorphitae, indicativo de ambientes marinos parcialmente restringidos. La abundancia de fitoclastos de pequeño tamaño indicaría regímenes sedimentarios costeros de moderada a alta energía, con importante resedimentación de los detritos

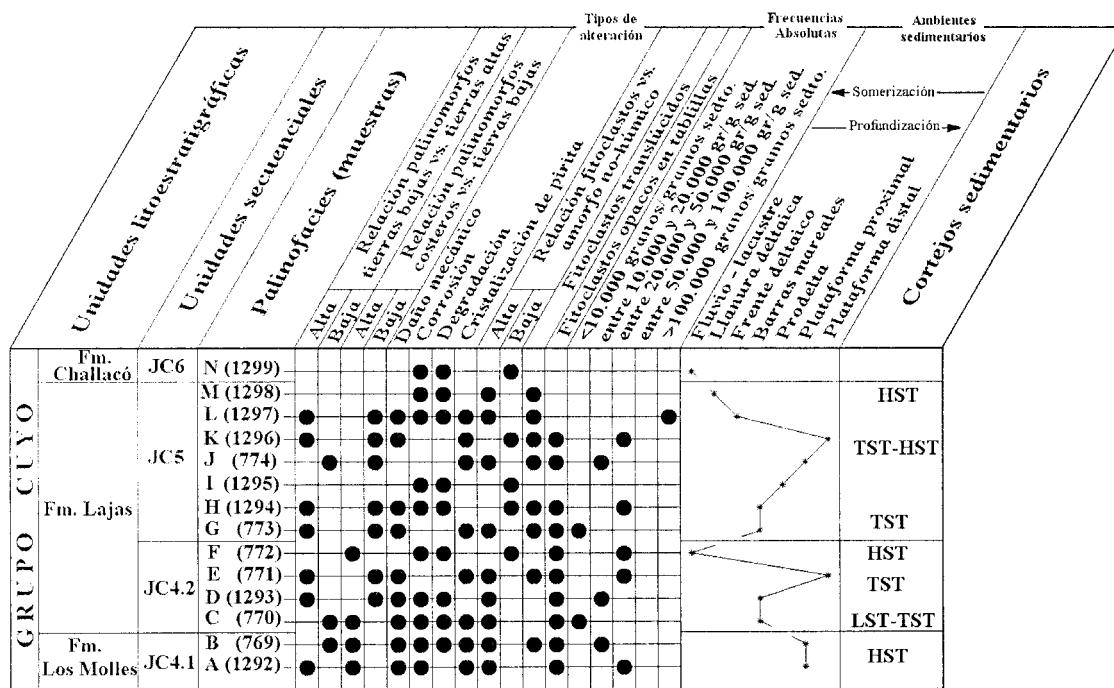


FIGURA 6—Criterios de análisis de las palinofacies, paleoambientes inferidos y cortejos sedimentarios para el perfil Charahuilla.
FIGURE 6—Analysis criteria of the palynofacies, inferred paleoenvironments and system tracts from the Charahuilla section.

(Gastaldo, 1994). La abundancia de fitoclastos opacos (palinofacies A) refleja una gran duración del transporte hacia ambientes deposicionales distales, especialmente característicos de sedimentación en plataforma distal depositados durante episodios de mar alto (Tyson, 1989).

Se infiere para la Formación Los Molles un medio de sedimentación marino y parcialmente restringido, de moderada energía con características óxicas-disóxicas.

Formación Lajas

El predominio de polen costero de Cheirolepidiaceae, para la base de la secuencia JC4.2 (palinofacies C) se corresponde, según determinaciones realizadas a partir del análisis secuencial, con una fase de transición entre cortejos de mar bajo y transgresivos (LST-TST). Hacia la parte media (palinofacies D y E), se incrementa con respecto a los niveles inferiores el polen de tierras altas (anemófilo) junto al polen de tierras bajas, y disminuye el polen costero asociado a condiciones de pobre drenaje como el que ocurre durante las transgresiones (inundación). El tipo de deterioro predominante y las bajas fre-

cuencias absolutas de los grupos polínicos se relacionarían a depósitos de barrasmareales (TST).

La palinofacies F (techo de la secuencia JC4.2) muestra un incremento en polen costero junto a elevadas frecuencias absolutas de los grupos polínicos; esto se asocia a facies progradantes fluvio/deltaicas como los que se desarrollan durante los HST (Fig. 5).

Para la secuencia JC5, las palinofacies inferiores (G y H) muestran un incremento en la paleocomunidad de tierras bajas, y en la palinofacies G va acompañado por un aumento en el polen anemófilo y en la proporción de paleomicroplancton. La mala preservación de los palinomorfos (deterioro) y las bajas frecuencias absolutas de los grupos polínicos se relacionan con ambientesmareales en plataforma durante los TST. Este evento transgresivo se registra en las palinofacies superiores, alcanzando la máxima superficie de inundación al momento del depósito de la palinofacies K, como lo evidencia la elevada proporción de materia orgánica amorfajunto al aumento relativo en la proporción del paleo-microplancton marino. Este paleoambiente se podría asociar a la fase final del evento transgresivo o inicial de mar alto (TST-HST) durante la máxima inundación.

Hacia el techo de la secuencia, la palinofacies L muestra predominio de paleocomunidad de tierras bajas (esporas), junto a elevadas frecuencias absolutas de los grupos polínicos.

Niveles de mar alto (HST) occasionarían condiciones de pobre drenaje, provocando el ascenso de las aguas subterráneas con anegamiento de las áreas costeras y desarrollo de lagos y pantanos. La fuente de aporte fluvio/deltaica quedaría en evidencia por las elevadas frecuencias absolutas de los grupos polínicos.

Formación Challacó

Para esta formación, la palinofacies analizada indica predominio exclusivo de material terrestre derivado de plantas vasculares y algas de agua dulce a salobre. La naturaleza de la materia orgánica palinológica indicaría presencia exclusiva de material terrestre en un medio acuático continental, de aguas calmas, afectado esporádicamente por eventos de mayor energía y condiciones disóxicas-anóxicas. Estas conclusiones coinciden con las propuestas a partir del análisis palinofacial para la Formación Challacó *stricto sensu* en un trabajo más amplio que incluyó el estudio de diez secciones en el sector centro-occidental de la Cuenca Neuquina (Martínez *et al.*, 2005).

Paleoclima

A partir de la presencia en las palinofacies de taxones indicadores de condiciones climáticas (Apéndice B) se realizaron inferencias paleoclimáticas para el área de estudio (Fig. 4).

Para la base de la Formación Los Molles se infieren condiciones cálidas y semiáridas por la composición de las microfloras, las cuales consisten principalmente en polen de Cheirolepidiaceae y sólo unas pocas especies de esporas triletes.

Condiciones climáticas cálidas y áridas prevalecerían al momento del depósito de la Formación Lajas sección inferior (JC4.2) (palinofacies C). El clima para esta secuencia no fue continuamente árido, lo que es apoyado por la relativa abundancia de Araucariaceae y esporas en la sección media de la secuencia JC4.2 (palinofacies D y E).

Para la Formación Lajas sección superior (JC5) se infieren condiciones cálidas y relativamente húmedas por el predominio de esporas de Pteridofitas, Caytoniales y Araucariaceae, con una significativa disminución de las Cheirolepidiaceae.

Evaluación del potencial oleogenético

Formación Los Molles

El índice de alteración térmica (IAT) indica para la palinofacies A (2+) una correspondencia con la fase

de generación de hidrocarburos líquidos, y para la palinofacies B IAT (2), inmadurez térmica. El tipo de materia orgánica que predomina en ambas palinofacies es de origen terrestre (esporomorfos y fitoclastos), por lo que se pone en duda su potencial como generador de hidrocarburos líquidos en este sector de la cuenca.

Formación Lajas (tramo inferior-JC4.2)

El índice de alteración térmica (IAT) indica, para los niveles basales de la Formación Lajas inferior (palinofacies C, D y E), un IAT que varía entre 2 y 2+, correspondiente con la fase de generación de hidrocarburos líquidos. Estas palinofacies presentan asociaciones microflorísticas dominadas por esporomorfos y fitoclastos, por lo cual, su potencial oleogenético sería dudoso. En los niveles superiores donde se analizó la palinofacies F, el IAT (2), indica inmadurez térmica. El tipo de materia orgánica que predomina indicaría cierto potencial oleogenético, ya que se determinó una importante proporción de materia orgánica amorfa de probable origen algal y una presencia de paleomicroplancton marino.

Formación Lajas (tramo superior-JC5)

El índice de alteración térmica (IAT), medido sobre esporas, indica para los niveles estratigráficos inferiores asociados a barras mareales (palinofacies G y H) un IAT de 2 a 2+. Los niveles superiores (palinofacies K y L) también presentan valores de IAT de 2 a 2+. Estos valores de índices se asocian a la ventana de generación de hidrocarburos líquidos; sin embargo, el predominio de materia orgánica derivada de plantas vasculares (esporomorfos y fitoclastos) y materia amorfa de origen húmico ofrece escaso potencial generador de petróleo.

Formación Challacó

Debido a la ausencia de esporomorfos en la palinofacies analizada, no fue posible determinar el IAT. El predominio de materia orgánica amorfa de origen algal (palinofacies N) ofrecería cierto potencial generador de hidrocarburos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur (SeGCyT) por el apoyo económico brindado, así como también a los árbitros y editores por las sugerencias.

cias recibidas oportunamente. Se agradece muy especialmente a Gustavo Azúa por la dedicación en la confección de gráficos.

APÉNDICE A. LISTA DE ESPECIES IDENTIFICADAS

Esporas de Briofitas y Pteridofitas

- Alsophilidites kerguelensis* Cookson 1947.
- Apiculatisporites* spp.
- Baculatisporites* spp.
- Biretisporites* spp.
- Deltoidospora australis* (Couper) Pocock 1970.
- Deltoidospora minor* (Couper) Pocock 1970.
- Deltoidospora neddeni* Pflug 1953 (Lám. 1, Fig. 1).
- Deltoidospora* spp.
- Dictyophyllidites mortoni* (de Jersey) Playford y Dettmann 1965.
- Dictyophyllidites* spp.
- Divisisporites* spp.
- Gleicheniidites argentinus* Volkheimer 1972.
- Gleicheniidites* spp.
- Granulatisporites* sp. A (en Volkheimer, 1968).
- Granulatisporites* spp.
- Interulobites variabilis* Volkheimer y Quattrocchio 1975.
- Ischyosporites* cf. *marburgensis* de Jersey 1963 (Lám. 1, Fig. 2).
- Ischyosporites* spp.
- Klukisporites labiatus* (Volkheimer) Baldoni y Archangelsky 1983.
- Klukisporites* cf. *variegatus* Couper 1958.
- Leptolepidites* spp.
- Nevesisporites* cf. *radiatus* (Chlonova) Srivastava (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).
- Osmundacidites araucanus* Volkheimer 1972.
- Osmundacidites diazii* Volkheimer 1972.
- Osmundacidites* sp. A (en Volkheimer, 1974).
- Punctatosporites scabratus* (Couper) Norris 1965.
- Rugulatisporites neuquensis* Volkheimer 1972.
- Todisporites major* Couper 1958.
- Todisporites minor* Couper 1958.
- Uvaesporites minimus* Volkheimer 1968.
- Verrucosisporites opimus* Manum 1962.
- Verrucosisporites varians* Volkheimer 1972.
- Verrucosisporites* spp.

Granos de polen de Gimnospermas

- Araucariaceae.*
- Araucariacites australis* Cookson 1947 (Lám. 1, Fig. 3).

- Araucariacites fissus* Reiser y Williams 1969.
- Araucariacites pergranulatus* Volkheimer 1968.
- Araucariacites* spp.
- Callialasporites dampieri* (Balme) Dev 1961.
- Callialasporites segmentatus* (Balme) Srivastava 1963 (Lám. 1, Fig. 5).
- Callialasporites trilobatus* (Balme) Dev 1961.
- Callialasporites turbatus* (Balme) Schulz 1967 (Lám. 1, Fig. 4).
- Callialasporites* spp.
- Inaperturopollenites microgranulatus* Volkheimer 1972.
- Inaperturopollenites* spp.

Cheirolepidiaceae

- Classopollis intrareticulatus* Volkheimer 1972.
- Classopollis* cf. *classoides* (Pflug) Pocock y Jansonius 1961 (Lám. 1, Fig. 8).
- Classopollis simplex* (Danzé, Corsin y Laveine) Reiser y Williams 1969 (Lám. 1, Fig. 7).
- Classopollis* spp.

Cycadales/Bennettitales/Ginkgoales

- Cycadopites granulatus* (de Jersey) de Jersey 1964.
- Cycadopites nitidus* (Balme) de Jersey 1964.
- Cycadopites* spp.
- Monosulcites* sp. A. Volkheimer 1972.
- Monosulcites* aff. *M. minimus* Cookson 1947.

Podocarpaceae

- Podocarpidites* cf. *ellipticus* Cookson 1947 (Lám. 1, Fig. 9).
- Podocarpidites* cf. *verrucosus* Volkheimer 1972.

Taxodiaceae

- Perinopollenites elatoides* Couper 1958.

Pteridospermopsida (Corystospermales y Caytoniales)

- Alisporites* sp. A Volkheimer 1968.
- Vitreisporites pallidus* (Reissinger) Nilsson 1958 (Lám. 1, Fig. 6).

Paleomicroplancton de pared orgánica

- Chlorococcales.*
- Botryococcus* spp. (Lám. 1, Fig. 10).

Acritarcos

- Comaspshaeridium?* cf. *debilispinum* (Wall y Downie) Sarjeant y Stancliffe 1994.
- Baltisphaeridium* spp.

Leiosphaeridia sp. C (en Quattrocchio y Volkheimer, 1983).

Micrhystridium fragile Deflandre 1947.

Micrhystridium recurvatum Valensi 1953.

Micrhystridium spp.

Prasinophyceae

Cymatiosphaera spp.

Pleurozonaria picunensis Quattrocchio 1980.

Quistes de dinoflagelados (dinoquistes)

Escharisphaeridia pocockii (Sarjeant) Erkmen y Sarjeant 1980.

APÉNDICE B. INDICADORES PALEOCLIMÁTICOS Y PALEOECOLÓGICOS (MODIFICADO DE ABBINK, 1998)

Taxones de clima cálido y húmedo

Araucariacites.

Inaperturopollenites.

Callialasporites.

Esporas de Pteridofitas.

Vitreisporites.

Taxones de clima templado relativamente húmedo

Podocarpidites.

Taxones de clima cálido y seco

Classopollis.

Tierras altas

Podocarpaceae.

Tierras bajas

Esporas de helechos.

Cycadales/Bennettiales/Ginkgoales.

Caytoniales.

Araucariacites.

Inaperturopollenites.

Callialasporites.

Costeros

Cheirolepidiaceae.

Salobre/marino

Acritarcos.

(Acanthomorphitae).

Dinoquistes.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbink, O. A. 1998. Palynological investigations in the Jurassic of the North Sea region. *Laboratory of Paleobotany and Palynology* (Utrecht). *Contributions Series*, 8, 192 pp.
- Batten, D. J. 1981. Palynofacies, organic maturation and source potential for petroleum. En: *Organic maturation studies and fossil fuel exploration* (Ed. J. Brooks), Academic Press (New York), 201-223.
- . 1996. Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation. En: *Palynology: Principles and applications* (Eds. J. Jansonius and D. C. McGregor). American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, (Salt Lake City), 3, 1011-1064.
- Batten, D. J., and Morrison, L. 1983. Methods of palynological preparation for palaeoenvironmental, source potential and organic maturation studies. En: *Palynology-Micropalaeontology: laboratories, equipment and methods* (Ed. L. I. Costa). *Bulletin of the Norwegian Petroleum Directorate*, 2, 35-53.
- Batten, D. J., and Grenfell, H. R. 1996. 7D. *Botryococcus*. En: *Palynology: Principles and applications* (Eds. J. Jansonius and D. C. McGregor). American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, (Salt Lake City), 1, 205-214.
- Birks, H. J., and Birks, H. H. 1980. *Quaternary Palaeoecology*. Arnold Publishers. Limited London, 289 pp.
- De Ferrari, C. I. C. 1947. Edad del arco o dorsal antigua del Neuquén oriental de acuerdo con la estratigrafía de la zona inmediata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 2, 256-283.
- Di Pasquo, M., y Azcuy, C. 1999. Interpretación paleoambiental del Grupo Mandiyutí (Carbonífero Superior), provincia de Salta, Argentina. Evidencias palinológicas, sedimentológicas y tafonómicas. *Ameghiniana* 36 (4), 453-463.
- Fernández-López, S. R. 2000. *Temas de Tafonomía*. Departamento de Paleontología. Universidad Complutense de Madrid, 167 pp.
- García, V. M. 1998. *Reconstrucción paleoambiental en base a palinofacies de las Formaciones Los Molles, Lajas y Challacó (Jurásico medio) en la Sierra de Chacaico y adyacencias. Cuenca Neuquina. Provincia de Neuquén. Argentina*. Tesis Doctoral, Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, 204 pp. (inédita).
- García, V. M.; Quattrocchio, M. E., y Zavala, C. A. 2000a. Estudio palinofacial del Grupo Cuyo, Jurásico medio en la Sierra de Chacaico. Parte 1. Formación Los Molles. *XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología* (Tucumán), Resúmenes, 32.
- . 2000b. Estudio palinofacial del Grupo Cuyo (Jurásico medio) en la Sierra de Chacaico. Cuenca Neuquina. Parte 2. Formaciones Lajas y Challacó. *XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología* (Tucumán), Resúmenes, 33.

- . 2003. Análisis palinofacial del Aaleniano-Bajociense, Sierra de Chacaico, Cuenca Neuquina. *I Simposio Argentino del Jurásico* (La Plata), Resúmenes, 7.
- García, V. M.; Zavala, C. A., y Quattrocchio, M. E. 1994. Relación entre análisis palinológico y análisis de facies. Aplicación al Grupo Cuyo (Jurásico Medio) en la Cuenca Neuquina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49 (1-2), 184-195.
- Gastaldo, R. A. 1994. B. Palynofacies and palynodebris sedimentation. 7. The genesis and sedimentation of phytoclasts with examples from coastal environments. En: *Sedimentation of organic particles* (Ed. A. Traverse). Cambridge University Press, 103-126.
- Gayoso, A. M. 1988. Variación estacional del fitoplancton del Estuario de Bahía Blanca. *Gayana Botánica*, 45, 241-247.
- Gibson, T. G.; Edwards, L. E., and Frederiksen, N. O. 1980. Biological interpretation of depositional environments in Lower Paleogene strata. *Geological Society of America, Field Trip*, 20, 428-431.
- González-Amicón, O., y Volkheimer, W. 1982a. Datos palinológicos del Bajociense (Formación Cura Niyeu) de la Sierra de Chacaico. Cuenca Neuquina, Argentina. *Paleobotánica e Palinología na América do Sul. Boletim do Instituto de Geociências, USP* (Sao Paulo), 13, 43-134.
- . 1982b. Palinología estratigráfica del Jurásico de la Sierra de Chacay-Co y adyacencias (Cuenca Neuquina). República Argentina. III: Descripciones sistemáticas de los palinomorfos de la Formación Cura Niyeu (Bajociense). *Ameghiniana* 19, 165-178.
- Groeber, P. 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. 1. Hoja Chos Malal. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 1, 117-208.
- Gulisano, C. A.; Gutiérrez Pleimling, A. R., y Digregorio, R. E. 1984. Esquema estratigráfico de la secuencia jurásica del oeste de la provincia del Neuquén. *IX Congreso Geológico Argentino* (S. C. Bariloche), Actas 1, 236-259.
- Habib, D.; Eshet, Y., and Van Pelt, R. 1994. IV. Application of data on palynosedimentation to solution of geological problems. A. Sedimentary cycles. 16. Palynology of sedimentary cycles. En: *Sedimentation of organic particles* (Ed. A. Traverse). Cambridge University Press, 311-336.
- Herrero Ducloux, A. 1946. Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extrandino. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 266, 245-280.
- Martínez, M. A. 1999. *Palinología estratigráfica del Jurásico del centro-oeste de la Cuenca Neuquina*. Tesis Doctoral, Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, 238 pp. (inédita).
- . 2000a. Nueva especie de *Interulobites*, espora trilete del Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Española de Paleontología*, 15 (2), 165-170.
- . 2000b. Nueva especie de espora trilete y palinofacies del Jurásico Medio de Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 32 (3), 363-370.
- . 2002. Palynological zonation of the Lajas Formation (Middle Jurassic) of the Neuquén Basin, Argentina. *Ameghiniana*, 39 (2), 221-240.
- Martínez, M. A.; García, V. M., y Quattrocchio, M. E. 1996. Análisis de Componentes Principales aplicado el estudio palinológico del Jurásico medio de Cuenca Neuquina, Argentina. *XII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires), Actas 5, 171-179.
- . 1999a. Análisis palinofacial aplicado a Cortejos Sedimentarios del Jurásico medio en el sector suroccidental de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Española de Paleontología*, 14 (2), 217-230.
- . 2005. Análisis palinofacial de la Formación Challacó, Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 37 (2), 241-258.
- Martínez, M. A.; Quattrocchio, M. E., y Prámparo, M. B., 2002a. Análisis palinofacial de la Formación Los Molles, Jurásico medio del centro-oeste de la Cuenca Neuquina. *VIII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Corrientes), Resúmenes, 73.
- . 2004. Análisis Palinológico de la Formación Los Molles, Grupo Cuyo, Jurásico medio de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Ameghiniana*, 42 (1), 67-92.
- Martínez, M. A.; Quattrocchio, M. E., and Sarjeant, W. A. S. 1999b. *Jansonia psilata* n. sp., a Middle Jurassic dinoflagellate from the Neuquén Basin, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 31 (2), 255-263.
- . 2001. Análisis Palinoestratigráfico de la Formación Lajas, Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 33 (1), 33-60.
- Martínez, M. A.; Quattrocchio, M. E., y Zavala, C. A. 2002b. Análisis palinofacial de la Formación Lajas (Jurásico Medio), Cuenca Neuquina, Argentina. Significado paleoambiental y paleoclimático. *Revista Española de Micropaleontología*, 34 (1), 81-104.
- Menéndez, C. A. 1968. Estudio palinológico del Jurásico Medio de Picún Leufú, Neuquén. *Ameghiniana*, 5, 379-405.
- Pearson, D. L. 1990. *Pollen/spore color "standard"*. Phillips Petroleum Company, Geology Branch, Bartlesville, OK, versión 2.
- Quattrocchio, M. E., and Sarjeant, W. A. S. 1992. Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Middle and Upper Jurassic of the Neuquén Basin, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 24 (2), 67-118.
- Quattrocchio, M. E., and Volkheimer, W. 1990. Jurassic and Lower Cretaceous dinocysts from Argentina: their biostratigraphic significance. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 65, 319-330.
- Quattrocchio, M. E.; García, V. M.; Martínez, M. A., and Zavala, C. A. 2001. A hypothetic scenario for the Middle Jurassic in the southern part of the Neuquén Basin, Argentina. *VII International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems* (Buenos Aires). Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial, 7, 163-166.
- Quattrocchio, M. E.; Sarjeant, W. A. S., and Volkheimer, W. 1996a. Marine and terrestrial Jurassic microfloras of Neuquén Basin (Argentina): Palynological Zonation. En:

- Advances in Jurassic research* (Ed. A. C. Riccardi). Transtec Publications, Switzerland. *GeoResearch Forum*, 1-2, 167-178.
- Quattrocchio, M. E.; Zavala, C. A.; García, V. M., and Volkheimer, W. 1996b. Paleogeographic changes during the Middle Jurassic in the southern part of the Neuquén Basin, Argentina. En: *Advances in Jurassic research* (Ed. A. C. Riccardi). Transtec Publications, Switzerland. *GeoResearch Forum*, 1-2, 467-484.
- Riccardi, A. C.; Westermann, G. E. G., and Damborenea, S. E. 1990. 3. South America and Antarctic Peninsula, 3.2 Middle Jurassic of South America and Antarctic Peninsula. En: *Jurassic Taxa Ranges and Correlation Charts for the Circum Pacific* (Eds. G. Westermann and A. Riccardi). *Newsletters on Stratigraphy*, 21, 105-128.
- Riccardi, A. C.; Westermann, G. E. G., and Elmi, S. 1991. Biostratigraphy of the upper Bajocian-middle Callovian (Middle Jurassic), South America. *Journal of South American Sciences*, 4 (3), 149-157.
- Staplin, F. L. 1969. Sedimentary organic matter, organic metamorphism, and oil and gas occurrence. *Canadian Petroleum Geology, Bulletin*, 17, 47-66.
- Tyson, R. V. 1989. Late Jurassic palynofacies trends, Piper and Kimmeridge Clay Formations, UK onshore and offshore. En: *Northwest European Micropalaeontology and Palynology* (Eds. D. J. Batten and M. C. Keen). British Micropalaeontological Society Series, Ellis Horwood, Chichester, 135-172.
- . 1995. *Sedimentary organic matter* (Eds. Chapman and Hall), London, 615 pp.
- Volkheimer, W. 1968. Esporas y granos de polen del Jurásico de Neuquén (República Argentina) I: Descripciones sistemáticas. *Ameghiniana*, 5, 330-370.
- . 1969. Esporas y granos de polen del Jurásico de Neuquén (Argentina). II: Asociaciones microflorísticas, aspectos paleocronológicos y paleoclima. *Ameghiniana*, 6, 127-145.
- . 1970. Jurassic microfloras and paleoclimates in Argentina. *II Gondwana Symposium* (Pretoria, South Africa), *Proceedings and Papers*, 543-549.
- . 1971. Algunos adelantos en la microbioestratigrafía del Jurásico en la Argentina y comparación con otras regiones del Hemisferio Austral. *Ameghiniana*, 8, 341-355.
- . 1972. Estudio palinológico de un carbón Calloviense de Neuquén y consideraciones sobre los paleoclimas jurásicos de la Argentina. *Revista del Museo de La Plata*, (nueva serie), *Paleontología*, 6, 101-157.
- . 1973. Palinología estratigráfica del Jurásico de la Sierra de Chacai Co y adyacencias (Cuenca Neuquina, República Argentina). I. Estratigrafía de las Formaciones Sierra Chacai Co (Pliensbachiano), Los Molles (Toarcieno, Aalenieno), Cura Niyeu (Bayociano) y Lajas (Calloviense inferior). *Ameghiniana*, 10, 105-131.
- . 1974. Palinología estratigráfica del Jurásico de la Sierra de Chacai Co y adyacencias (Cuenca Neuquina, República Argentina). II. Descripción de los palinomorfos del Jurásico Inferior y Aalenieno (Formaciones Sierra Chacai Co y Los Molles). *Ameghiniana*, 11, 135-172.
- . 1977. Microfloras del Jurásico Inferior de la Cuenca Neuquina. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología* (Buenos Aires), Actas, 4, 8-10.
- . 1978. Microfloras fósiles. En: Relatorio Geología y Recursos Naturales del Neuquén. *VII Congreso Geológico Argentino* (Buenos Aires), 193-207.
- Volkheimer, W., y Melendi, D. L. 1976. Palinomorfos como fósiles guía (3.ª parte). Técnicas del laboratorio palinológico. *Revista minera de Geología y Mineralogía, Sociedad Argentina de Minería y Geología*, 34, 19-30.
- Volkheimer, W., y Quattrocchio, M. E. 1981. Distribución estratigráfica de los palinomorfos jurásicos y cretácicos en la faja andina y áreas adyacentes de América del Sur Austral con especial consideración de la Cuenca Neuquina. En: *Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur* (Eds. W. Volkheimer y E. A. Musacchio). Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico, 2, 407-444.
- Weaver, C. E. 1931. Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of West-Central Argentina. *Memoir of the University of Washington*, 1, 1-469.
- Westermann, G. E. G., and Riccardi, A. C. 1979. Middle Jurassic ammonoid fauna and biochronology of the Argentine-Chilean Andes. II.- Bajocian Stephanocerataceae. *Palaeontographica A*, 164, 85-118.
- Wood, G. D.; Miller, M. A.; Sofer, Z.; Krebs, W. N., and Hedlund, R. W. 1997. Palynology, palynofacies, paleoenvironments and geochemistry of the Lower Cretaceous (pre-salt) Cocobeach Group, North Gabon Subbasin, Gabon. *Africa Geoscience Review*, 4, 481-497.
- Zavala, C. A. 1993. *Estratigrafía y análisis de facies de la Formación Lajas (Jurásico medio) en el sector suroccidental de la Cuenca Neuquina. Provincia del Neuquén. República Argentina*. Tesis Doctoral, Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, 259 pp. (inédita).
- . 1996a. Sequence Stratigraphy in Continental to Marine Transitions. An Example from the Middle Jurassic Cuyo Group, South Neuquén Basin, Argentina. En: *Advances in Jurassic research* (Ed. A. C. Riccardi). Transtec Publications, Switzerland. *GeoResearch Forum*, 1-2, 285-294.
- . 1996b. High-Resolution Sequence Stratigraphy in the Middle Jurassic Cuyo Group, South Neuquén Basin, Argentina. En: *Advances in Jurassic research* (Ed. A. C. Riccardi). Transtec Publications, Switzerland. *GeoResearch Forum*, 1-2, 295-304.
- Zavala, C. A.; García, V. M.; Martínez, M. A., y Quattrocchio, M. E. 1999. Significado estratigráfico y palinofacies de la Formación Challacó (Jurásico medio). Cuenca Neuquina. Argentina. *XIV Congreso Geológico Argentino* (Salta), Actas 1, 78.
- Zavala, C. A., y González, R. 2001. Estratigrafía del Grupo Cuyo (Jurásico Inferior-Medio) en la Sierra de la Vaca Muerta, Cuenca Neuquina. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 65, 40-54.

MANUSCRITO RECIBIDO: 30 octubre, 2006

MANUSCRITO ACEPTADO: 22 noviembre, 2006