

## ANÁLISIS PALINOFACIAL DE LA FORMACIÓN LAJAS (JURÁSICO MEDIO), CUENCA NEUQUINA, ARGENTINA. SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL Y PALEOCLIMÁTICO

M. A. MARTÍNEZ<sup>1, 2</sup>, M. E. QUATTROCCHIO<sup>1, 2</sup> Y C. A. ZAVALA<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geología. San Juan 670. 8000 Bahía Blanca, Argentina

<sup>2</sup> CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas)

E-mail: martinez@criba.edu.ar, mquattro@criba.edu.ar, czavala@criba.edu.ar

---

### Resumen

El análisis palinofacial aplicado a muestras de afloramiento de la Formación Lajas (Jurásico medio) de Cuenca Neuquina permitió inferir para esta formación un medio de depositación marino marginal, bien oxigenado, de elevada energía (acción de mareas y olas) y proximal al área de aporte terrígeno. Estas características son similares a las determinadas a partir del análisis litofacial en un contexto estratigráfico secuencial. A partir de las variaciones porcentuales de las familias vegetales, se infieren condiciones de clima cálido y humedad variable, con dos momentos de relativo deterioro climático bajo condiciones templadas y sub-húmedas: Bajociano temprano (JC4.2-TST hasta JC4.4-TST, con el máximo deterioro en JC4.3-TST) y en el límite Bathoniano - Caloviano (JC5-TST). El estudio cuali/cuantitativo de la materia orgánica palinológica (mediante microscopía de luz transmitida) y la determinación del índice de alteración térmica (IAT), permitió determinar en general para esta formación un escaso potencial oleogénico (querógeno tipo III), siendo las muestras correspondientes a sistemas deltaicos las que mejores perspectivas de generación de hidrocarburos poseen.

*Palabras clave:* Palinofacies, Paleoambientes, Paleoclima, Potencial oleogénico, Formación Lajas, Jurásico medio, Cuenca Neuquina, Argentina.

### Abstract

[*Palynofacies analysis of the Lajas Formation (Middle Jurassic), Neuquén Basin, Argentina. Palaeoenvironmental and paleoclimatic significance*]. Palynofacies analysis of outcrops samples of the Lajas Formation (Middle Jurassic) allowed to determinate a nearshore environment, well oxygenated and of high energy (tide and wave action) proximal to the sediment (continental) influx for this formation. These characteristics are similar to those determined by lithofacial analysis in a sequence stratigraphic context. From the relative frequencies fluctuations of the vegetal families warm and humid conditions with a relative deterioration (temple and sub-humic conditions) are inferred. These pulses corresponds to the Early Bajocian (JC4.2-TST until JC4.4-TST, with a maximum deterioration in JC4.3-TST) and in the Bathonian - Callovian limit (JC5-TST). The cuali/cuantitative studies of the palynological organic matter (with transmitted light microscopy) and the thermal alteration index (TAI) allowed to determinate a scarce oleogenetic potential for all the formation (kerogen type III), with better perspective for the samples from deltaic systems.

*Key words:* Palynofacies, Palaeoenvironment, Paleoclimate, Oleogenetic potential, Lajas Formation, Middle Jurassic, Neuquén Basin, Argentina.

---

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se exponen los resultados del análisis palinofacial efectuado sobre muestras prove-

nientes de afloramientos del Jurásico medio, correspondientes a la Formación Lajas en el sector centro-occidental de la Cuenca Neuquina, Argentina (Martínez, 1999). El ordenamiento del mismo se reali-

za caracterizando palinofacialmente cada secuencia deposicional (JC4.1, JC4.2, JC4.3, JC4.4, JC4.5, JC5 y JC6), con sus respectivos ambientes asociados, en los distintos perfiles estudiados. De esta forma, se pretende limitar en el tiempo la discusión de las diferentes palinofacies analizadas. Aunque se da el paleoambiente inferido a partir del trabajo de campo, el presente análisis es una caracterización y evolución en el tiempo de las distintas palinofacies.

A partir del estudio conjunto de las palinofacies y litofacies en un marco estratigráfico secuencial, se propone un modelo que explica la evolución paleogeográfica y paleoclimática durante la deposición de la Formación Lajas.

### ÁREA DE ESTUDIO, ESTRATIGRAFÍA, EDAD Y ANTECEDENTES

La Cuenca Neuquina es una cuenca de retroarco localizada en el sector centro-occidental de Argentina. Se originó durante el Triásico tardío y constituyó una importante área de sedimentación durante el Jurásico y Cretácico temprano (Fig. 1). La Formación Lajas está integrada por areniscas y en menor medida conglomerados, depositados principalmente en un medio marino marginal a plataforma, durante gran parte del Jurásico temprano y medio. Dicha unidad alcanza, en el sector sur de la cuenca, espesores máximos aflorantes de unos 500 metros estratigráficos, pasando hacia zonas internas a una espesa sucesión de pelitas de plataforma asignadas a la Formación Los Molles. Estudios de terreno (Gulisano *et al.*, 1984, Zavala, 1993, 1996 a y b, Martínez, 1999, Zavala y González, 2001) permiten reconocer en la Formación Lajas al menos 13 secuencias deposicionales, internamente subdivididas en unidades estratales menores denominadas 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). El análisis estratigráfico secuencial detallado del área de estudio, para la Formación Lajas, puede recogerse en Zavala (1993, 1996 a y b) y Zavala y González (2001).

El área de estudio (Fig. 2) se ubica en el sector centro-occidental de la Cuenca Neuquina entre los 38° 48'-39° 16' latitud sur y 70° 03'-70° 26' longitud oeste, cercana a la localidad de Zapala. En este trabajo se analizan 4 secciones estratigráficas denominadas: Lohan Mahuida (708 metros de espesor estratigráfico), Puente Picún Leufú (836 metros), Puesto Bascuñán

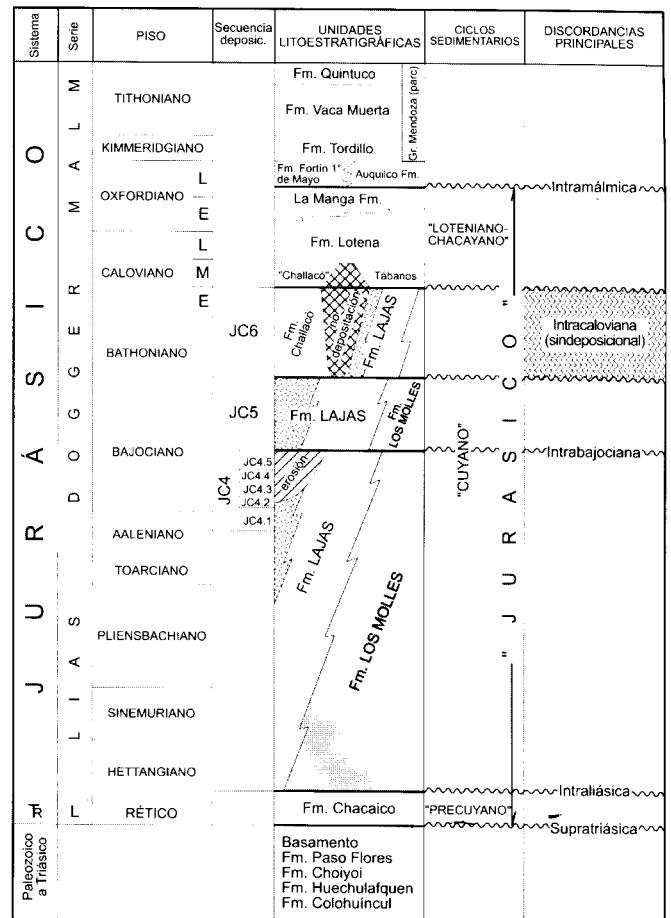


FIGURA 1—Columna estratigráfica de la Cuenca Neuquina, válida para el área de estudio.

FIGURE 1—Stratigraphic scheme of the Neuquén Basin, valid to the study area.

(321 metros) y Portada Covunco (785 metros). Los perfiles completos, con detalle de litofacies, ambientes deposicionales y ubicación de las muestras palinológicas estudiadas han sido presentados en Zavala (1993) y Martínez *et al.* (2001).

Los hallazgos de fauna de amonites indicarían que la Formación Lajas (en el área de estudio) se habría depositado entre el Aaleniano tardío y el Caloviano temprano. Los trabajos de síntesis de Legarreta y Gulisano (1989) y Gulisano y Gutierrez Pleimling (1994) introducen al lector en los aspectos estratigráficos generales de esta cuenca.

Las microfloras analizadas se correlacionan con la Zona de *Callialasporites dampieri* (Toarciano tardío-Oxfordiano)-Subzona de *Callialasporites turbatus* (Toarciano tardío-Bajociano temprano) y Subzona de *Ischyosporites marburgensis* (Bajociano temprano-alto-Bajociano tardío), de la biozonación propuesta para la

Cuenca Neuquina por Quattrocchio *et al.* (1996a). El estudio sistemático y estadístico detallado de las presentes asociaciones microflorísticas se recoge en Martínez (1999, 2000a y b) y Martínez *et al.* (1999b y 2001).

Existen escasos antecedentes de estudios palinofaciales realizados en sedimentitas de edad jurásica en Argentina. Las únicas contribuciones corresponden a trabajos realizados en distintas áreas de la Cuenca Neuquina. En García *et al.* (1994), se muestra la relación entre el análisis palinológico y el análisis de facies aplicado a depósitos del Grupo Cuyo, en la Sierra de Chacaico. Estudios palinofaciales realizados en Cuenca Neuquina, corresponden a Quattrocchio *et al.* (1996b), García (1998), Martínez (1999), Martínez *et al.* (1999a) y Zavala *et al.* (1999).

## METODOLOGÍA

Las tareas de campo consistieron en la descripción de cuatro secciones estratigráficas de detalle del total de la sucesión, con un espesor acumulado de 2081 metros. Dichas secciones fueron medidas banco a banco mediante el uso de báculo de Jacob y muestreadas para estudios macro y microplaeontológicos. Durante el levantamiento de las secciones se puso especial atención a la descripción de estructuras sedimentarias primarias, tipos de contacto, geometría, contenido fosilífero, y otras características primarias de

los cuerpos de roca, relevantes para un análisis de facies y determinación paleoambiental.

La extracción físico-química de las muestras palinológicas (37 niveles) se efectuó sometiendo el material al ataque con ácido clorhídrico y fluorhídrico. A partir de este residuo, se realizaron preparados para estudiar el contenido orgánico palinológico total (análisis palinofacial). Batten (1981) y Batten y Morrison (1983), aconsejan un breve tratamiento del residuo orgánico (2 minutos) con oxidación y/o ultrasonido, para determinar el origen de la materia orgánica amorfa. El material amorfo derivado de plantas vasculares es más fácilmente removido que el de origen algal tras la oxidación y/o ultrasonido.

Del total de muestras estudiadas, 21 resultaron palinológicamente fértiles, lo que permitió el análisis de las asociaciones microflorísticas así como el tratamiento estadístico de los resultados. En algunos casos, el estudio de tales asociaciones requirió mayores tiempos de oxidación (ácido nítrico), remoción de compuestos húmicos (hidróxido de amonio), filtrado y/o tratamiento con líquidos pesados (cloruro de cinc). Los preparados definitivos se montaron en glicerina gelatina y el residuo palinológico fue preservado agregando solución de formol. Las muestras están archivadas en el Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur, bajo la denominación UNSP, seguido de las siglas correspondientes a cada perfil estudiado: LM (Lohan Mahuida), PL (Puente Picún Leufú), PB (Puesto Bascuñán) y PC (Portada Covunco).

El estudio de las muestras se realizó mediante técnicas de microscopía de luz transmitida, utilizando un microscopio Olympus BH 2 N.º 100786.

El análisis palinofacial se realizó distinguiendo cuatro tipos de materia orgánica palinológica, según Tyson (1995): palinomorfos, fitoclastos translúcidos, fitoclastos opacos y materia orgánica amorfa (m.o.a.).

Los palinomorfos se clasificaron en 10 grupos supragenéricos (esporas, Pteridospermopsida, Podocarpaceae, Araucariaceae, Cheirolepidiaceae, Cycadales/Bennettitales, Chlorococcales, acritarcos, dinoflagelados y Prasinophyceae), teniendo en cuenta sus afinidades botánicas (Tabla 1). El análisis estadístico de las asociaciones microflorísticas se realizó a partir de recuentos polínicos (200 palinomorfos), obteniéndose valores de frecuencias relativas para cada grupo taxonómico. El contenido de fitoclastos translúcidos, fitoclastos opacos y materia orgánica amorfa, se determinó mediante valoraciones visuales realizadas en cinco puntos del preparado con un objetivo x 40; y se expresó como frecuencias relativas independientemente del contenido de palinomorfos, según Batten (1987).

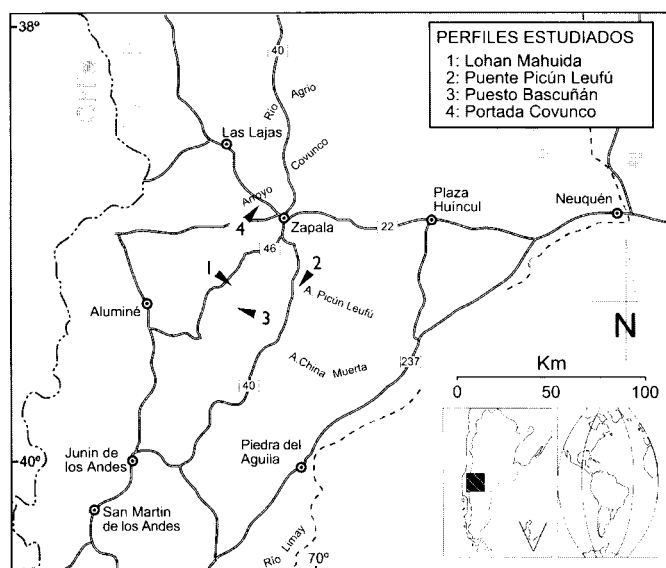


FIGURA 2—Mapa de ubicación de la provincia de Neuquén y localidades de estudio.

FIGURE 2—Location map of the Neuquén Province and studied localities.

TAXONES	AFINIDADES BOTANICAS
<i>Deltoidospora</i> – <i>Biretisporites</i>	Cyatheaceae, Dicksoniaceae
<i>Todisporites</i> – <i>Rugulatisporites</i> – <i>Osmundacidites</i> – <i>Baculatisporites</i>	Osmundaceae
<i>Leptolepidites</i> – <i>Retitriteles</i> – <i>Uvaesporites</i> – <i>Cirratriradites</i> – <i>Antulsporites</i> – <i>Neoraistrickia</i>	Lycopodiaceae, Selaginellaceae
<i>Punctatosporites</i>	Marattiaceae
<i>Dictyophyllidites</i>	Dipteridaceae, Matoniaceae
<i>Ischyosporites</i> – <i>Klukisporites</i>	Schizaeaceae
<i>Gleicheniidites</i> – <i>Divisisporites</i>	Gleicheniaceae
<i>Nevesisporites</i>	Anthocerotaceae
<i>Aequitriradites</i>	Hepaticaeae
<i>Camptozonotriletes</i>	Ricciaceae
<i>Podocarpidites</i> – <i>Microcachryidites</i> – <i>Callialasporites</i> – <i>Cerebropollenites</i>	Podocarpaceae
<i>Vitreisporites</i> – <i>Alisporites</i>	Pteridospermopsida (Caytoniales, Corystospermales)
<i>Inaperturopollenites</i> (pars.) – <i>Araucariacites</i>	Araucariaceae
<i>Cycadopites</i> – <i>Monosulcites</i>	Cycadales, Bennettitales
<i>Equisetosporites</i>	?Ephedraceae
<i>Classopollis</i>	Cheirolepidiaceae

TABLA 1—Equivalentes modernos y familias fósiles de taxones determinados para la Formación Lajas.

TABLE 1—Modern equivalent and fossil families of fossil taxa presents in the Lajas Formation.

La diversidad específica o número de especies identificadas para cada asociación microflorística ha sido considerada según sean especies de origen continental o marino. El estado de conservación del contenido orgánico (corrosión, degradación, daño mecánico y cristalización de piritita dentro de la exina), se determinó siguiendo a Delcourt y Delcourt (1980).

Para determinar el potencial oleogenético de la unidad en estudio, se utilizó, además de la naturaleza del contenido orgánico, el índice de alteración térmica (IAT), según la escala de color de los palinomorfos (Staplin, 1969), generalmente sobre esporas trilete lisas y bien preservadas. En las muestras estériles o sólo con presencia de palinomorfos en muy mal estado de preservación, no se determinó IAT.

En las tablas 2, 3, 4 y 5 se representan las palinofacies para cada perfil, según las proporciones relativas de sus constituyentes orgánicos, diversidad (marina y continental), tipos de alteración reconocidos e índice de alteración térmica. A partir de estas tablas, se realizaron las figuras 3, 4, 5 y 6, donde se representan las palinofacies como diagramas de barras.

Con el objeto de realizar inferencias de tipo paleoambiental y paleoclimático, los distintos taxones determinados fueron comparados con análogos modernos o bien asignados a familias fósiles (Tabla 1). Debido a que los grupos supragenéricos utilizados en este traba-

jo presentan diferentes significados paleoecológicos, se considera necesario presentarlos brevemente:

- Las Cheirolepidiaceae productoras de *Classopollis* tuvieron un comportamiento termófilo, alcanzando su máximo desarrollo en bajas latitudes y climas áridos (Vakhrameev, 1981, 1987). Un bajo contenido de *Classopollis* (1-10%) sugiere condiciones climáticas templadas, mientras que un porcentaje de 20-50% revela uno subtropical cálido. Contenidos superiores al 50% sugieren clima cálido de naturaleza semiárida a árida. Contenidos de *Classopollis* entre 60-75% y 90% indican un clima árido.

- Bajo condiciones de clima cálido pero relativamente húmedo, las Araucariaceae podrían haber crecido junto a Cheirolepidiaceae (Vakhrameev, 1981).

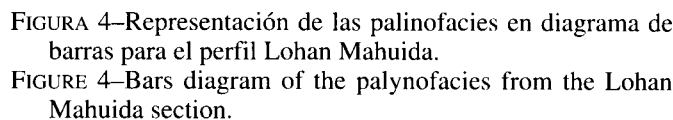
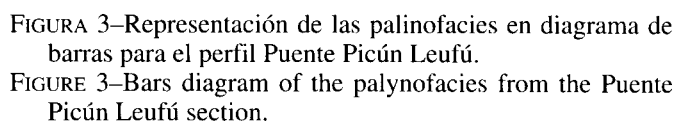
- Las Cheirolepidiaceae no sólo se desarrollaron a lo largo de márgenes marinos, sino también en zonas más elevadas con suelos bien drenados, evitando zonas pantanosas y marismas de las tierras bajas (Harris, 1979, Vakhrameev, 1981, 1987, Batten y MacLennan, 1984).

- Las plantas productoras de los granos monosulcados (Cycadales y Bennettitales) habrían sido arbustivas y su polen no habría sido transportado por grandes distancias (Frederiksen, 1980). Esta vegetación habría alcanzado su máximo desarrollo bajo condiciones de clima húmedo subtropical a tropical (Vakhrameev,

- Dentro del microplancton marino, Prauss (1989), en su estudio del Lías-Dogger del noroeste de Alemania, relaciona la concentración de dinoflagela-

## ANÁLISIS PALINOFACIAL

El término *palinofacies* fue introducido originalmente por Combaz (1964), para referirse a la asociación de constituyentes orgánicos microscópicos presentes en una roca, que pueden ser extraídos mediante técnicas de procesamiento palinológico usando HCl y HF.



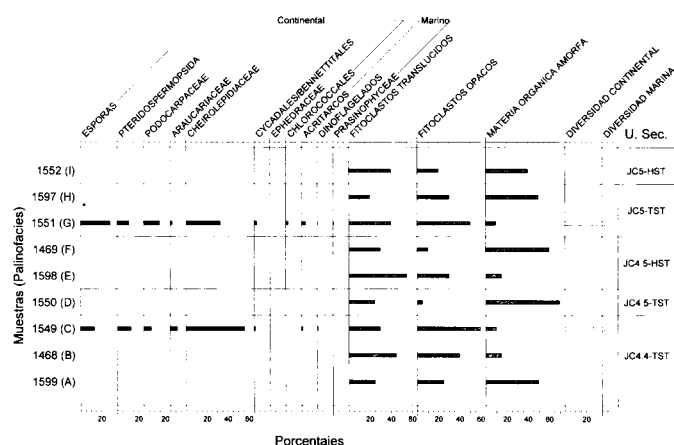


FIGURA 5—Representación de las palinofacies en diagrama de barras para el perfil Puesto Bascuñán.

FIGURE 5—Bars diagram of the palynofacies from the Puesto Bascuñán section.

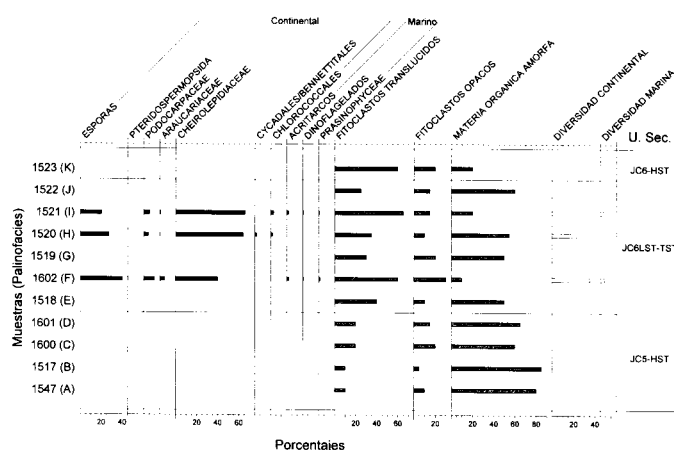


FIGURA 6—Representación de las palinofacies en diagrama de barras para el perfil Portada Covunco.

FIGURE 6—Bars diagram of the palynofacies from the Portada Covunco section.

En contraste con el análisis palinoestratigráfico, que sólo utiliza el contenido de palinomorfos de una muestra de roca para determinar su edad, el análisis palinofacial utiliza el contenido orgánico palinológico total (Van der Zwan, 1990). Según Whitaker *et al.* (1992), las palinofacies representan una interpretación geológica de la materia orgánica sedimentaria dispersa, la cual, junto al estudio de las litofacies, puede proveer una herramienta para la identificación de ambientes deposicionales. Traverse (1994) distingue tres conceptos diferentes dentro del análisis palinofacial: *palinolitofacies* (tendiente a determinar características propias de la roca sedimentaria portadora del contenido orgánico, tal como ambiente deposicional), *palinobiofacies* (se basa

en la aplicación de estudios palinológicos para determinar las relaciones entre concentración de palinomorfos y asociación de biosfera, tal como tipo de vegetación) y *palino-biolitofacies* (realizado para obtener información tanto del ambiente deposicional como de los elementos de la biosfera productores).

En el presente trabajo se utiliza el término palinofacies en el sentido de Tyson (1995), como “el cuerpo roca sedimentaria que contiene asociaciones diferenciadas de materia orgánica palinológica, que reflejan el conjunto de condiciones ambientales y su potencial como generador de hidrocarburos”. Trazando un paralelismo con los conceptos introducidos por Traverse *op.cit.*, el análisis palinofacial aquí realizado se corresponde con el estudio de palino-biolitofacies.

## SECUENCIAS DEPOSICIONALES Y PALINOFACIES ASOCIADAS

Cada secuencia deposicional identificada en el área de estudio es caracterizada mediante su contenido palinofacial, siguiendo las tablas 2, 3, 4 y 5 y las figuras 3, 4, 5 y 6:

### Secuencia JC4.1 (Aaleniano tardío-Bajociano temprano bajo)

La secuencia JC4.1 ha sido identificada sólo en el perfil Puente Picún Leufú, asociada a ambientes de barras de desembocadura dominadas por ola a llanura deltaica inferior. En la palinofacies estudiada (Palinofacies A), las Cheirolepidiaceae constituyen el principal grupo (54,11%) con *Classopollis* cf. *classoides* (31,88%), seguido por las pteridospermas (*Vitreisporites pallidus*) con 15,94% y Araucariaceae (*Araucariacites pergranulatus*, *Inaperturopollenites indicus*), con 9,18%. El microplancton marino es escaso (2,41%), identificándose *Escharisphaeridia pocockii* (dinoflagelado) y *Leiosphaeridia* sp. C (acritarco). Los fitoclastos superan ampliamente a la materia orgánica amorfa (m.o.a.) 90% y 10% respectivamente. Dentro de los primeros, los fitoclastos opacos (60%) dominan sobre los translúcidos, con un leve predominio de tablillas sobre fitoclastos opacos equidimensionales. El daño mecánico de los palinomorfos es el tipo de alteración identificado.

### Secuencias JC4.2, JC4.3, JC4.4 y JC4.5 (Bajociano temprano)

#### Secuencia JC4.2

Esta secuencia ha sido identificada en los perfiles Puente Picún Leufú y Lohan Mahuida.

				Perfil PUENTE PICÚN LEUFÚ			
UNIDADES SECUENCIALES		Miosintema	JC4.1	JC4.2	JC5		
		Cortejos sedim.	HST	TST	HST		
MUESTRAS-PALINOFACIES			1430-A	1431-B	1467-C	1432-D	
AMBIENTES SEDIMENTARIOS			barras de desemboc. dominadas por ola a llanura deltaica inf.	barras dominadas por ola a fluvio-dominadas	Plataforma a barras fluvio-dominadas		
Materia Orgánica Palinológica	PALINOMORFO	Continental	Esporas	8,70	3,86	14,52	-
			Pteridosperm.	16,43	0,48	0,81	-
			Podocarpaceae	6,28	2,90	12,10	-
			Araucariaceae	9,18	2,41	8,87	-
			Cheirolepidiaceae	54,11	89,37	39,52	-
			Cycad./Bennettit.	1,45	0,48	10,48	-
			Chlorococcales	1,45	-	9,68	-
	R.F.	Marino	Acrítarcos	0,48	0,48	0,81	-
			Dinoflagelados	1,93	-	2,42	-
			Prasinophyceae	-	-	0,81	-
	FITOCLASTOS			30	40	45	30
			Translúcidos	NB	NB	NB»B(C-V-H)	NB»B (H)
			Opacos	60	20	50	20
MATERIA ORGÁNICA AMORFA			T≥E	E <sup>1</sup>	T=E	T=E	
			10	40	5	50 P	
			FD	J=FD	FD	FD	
DIVERSIDAD ESPECÍFICA		Continental	26	17	22	-	
		Marina	2	1	3	-	
Relación Continental vs. Marino			40:1	206:1	24:1	-	
TIPOS de ALTERACIÓN	Corrosión		-	-	-	-	
	Degradación		-	□	□	-	
	Daño mecánico		●	●	●	-	
	Cristalización de pirita		-	□	-	-	
Índice de alteración térmica (I.A.T.)			2 a 2+	2	2+ a 3	-	

## Referencias de las tablas

- Predominante
- Subordinado
- \* Presencia
- ≥ levemente mayor
- ≤ levemente menor
- > mayor
- < menor
- » mucho mayor
- « mucho menor
- ~ aproximadamente igual
- = igual
- A: amorfo algal
- P: amorfo derivado de plantas vasculares terrestres

- NB: fitoclastos translúcidos no-bioestructurados
- B: fit. transl. bioestructurados
- C: cutículas
- V: tejidos de plantas vasculares terrestres
- H: hifas de hongos
- T: fitoclastos opacos en forma de tablillas
- E: fitoclastos opacos equidimensionales
- E<sup>1</sup>: angulosos y pobremente seleccionados
- E<sup>2</sup>: subangulosos a subredondeados y moderadamente seleccionados
- FD: amorfo finamente dividido
- J: amorfo esponjoso
- R: resinas

TABLA 2—Representación de las palinofacies según las frecuencias relativas de los constituyentes orgánicos, diversidad específica, tipos de alteración e índice de alteración térmica para el perfil Puente Picún Leufú.

TABLE 2—Palynofacies representation according to the relative frequencies of the organic constituents, specific diversity, types of palynomorphs alteration and thermal alteration index of the Puente Picún Leufú section.

La palinofacies B del perfil Puente Picún Leufú está dominada ampliamente por Cheirolepidiaceae con frecuencias relativas cercanas al 90%, siendo *Classopollis* cf. *classoides* (52,66%) el taxón más fre-

cuenta. Con frecuencias inferiores al 4%, respectivamente se presentan esporas (*Deltoidospora minor*, *Antulsporites saevus*, *Nevesisporites* cf. *radiatus*), Podocarpaceae (*Callialasporites turbatus*, *C. dampie-*

UNIDADES		Miosintema	Perfil LOHAN MAHUIDA												JC5
SECUENCIALES		Cortejos sedim.	JC4.2	JC4.3	JC4.4				JC4.5				HST		
MUESTRAS-PALINOFACIES			HST	TST	TST		HST		HST		HST				
			1350-A	1274-B	1275-C	1277-D	1278-E	1279-F	1280-G	1310-H	1311-I	1353-J	1313-K	1312-L	
AMBIENTES SEDIMENTARIOS			llanura de marea	plata-forma	barras mareales		lóbulos deltaicos			plata-forma	llanura de marea			barras desemb. domin. por ola a fluvio-dominadas	
P		Esporas	4,81	7,69	8,26	8,89	15,15	7,69	13,69	8,53	11	10,19	12,46	10,62	
A		Pteridosperm.	4,28	10,10	10,55	2,78	3,03	1,54	12,86	5,21	2,87	3,88	2,14	5,31	
L		Podocarpaceae	16,58	33,66	15,60	8,33	8,59	7,18	7,88	8,53	8,61	12,62	7,47	4,42	
I	Continental	Araucariaceae	9,09	7,69	5,50	10	8,59	1,54	2,49	4,74	6,22	5,34	2,14	3,54	
N		Cheirolepidiaceae	62,57	36,54	54,13	68,89	58,59	78,46	58,09	62,09	66,99	63,59	68,33	29,65	
O		Cycad./Bennettit.	1,07	0,96	2,75	1,11	6,06	3,08	1,24	9	3,35	4,37	4,27	0,44	
M		Chlorococcales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,85	0,88	
O		Acriticos	0,53	1,92	0,92	-	-	0,51	2,90	1,42	-	-	-	6,19	
R	Marino	Dinoflagelados	1,07	0,48	2,29	-	-	-	0,83	0,47	0,96	-	0,36	38,94	
F.		Prasinophyceae	-	0,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,49	
FITOCLASTOS		Translucidos	45	40	35	45	45	35	30	35	45	60	40	70 NB	
		Opacos	NB	NB>B	NB>B	NB>B	NB>B	NB	NB	NB>B	NB	NB	NB>B-C	* B (C-V)	
			30	10	30	15	15	25	40	25	35	10	35	10	
			E <sup>2</sup>	E>T	E <sup>1</sup> =T	E <sup>1</sup> -E <sup>2</sup>	E <sup>2</sup> >T	E <sup>1</sup> >T	T>E <sup>2</sup>	E <sup>2</sup>	E <sup>1</sup> -E <sup>2</sup>	E	T>E <sup>1</sup>	E	
			25	50	35	40	40	40	30	40	20	30	25	20	
MATERIA ORGÁNICA AMORFA		FD	FD=J	FD	FD>J	FD>J	FD>J	FD	FD	FD>J	FD	FD	FD>J	FD	
DIVERSIDAD		17	16	24	16	16	25	19	25	22	25	24	27	29	
ESPECÍFICA		2	3	3	3	-	-	1	3	3	1	-	1	12	
Relación Continental vs. Marino		61:1	29:1	30:1	Continental	Continental	194:1	194:1	26:1	52:1	104:1	Cont.	280:1	~1:1	
Corrosión		-	□	●	●	●	□	□	□	●	□	-	●	-	
Degradación		●	●	-	□	□	●	-	□	□	●	□	-	□	
Daño mecánico		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Cristalización de pirita		□	□	●	□	□	●	●	●	-	□	●	-	-	
Índice de alteración térmica (I.A.T.)		2-	2+ a 3-	2 a 2+	2+ a 3-	2	2+ a 3-	2	2+ a 3-	2 a 2+	2	2+ a 3-	2+	2 a 2+	
														3- a 3	



ri, *C. microvelatus*, *C. segmentatus*) y Araucariaceae (*Araucariacites australis*, *A. pergranulatus*). El microplancton marino es escaso (0,48%) correspondiente a acritarcos (*Leiosphaeridia* sp. cf. *L. hyalina*). Los fitoclastos dominan levemente sobre la m.o.a., 60% y 40% respectivamente. Dentro de los fitoclastos, los de tipo translúcido y no-bioestructurado (40%) son más abundantes que los de tipo opaco (20%). Los fitoclastos equidimensionales, angulosos y pobremente seleccionados, constituyen las formas predominantes en los opacos. En la m.o.a. se reconoce en similares proporciones amorfo de tipo finamente dividido y esponjoso. Los tipos de alteración identificados son: daño mecánico (predominante) y en forma subordinada degradación y cristalización de pirita dentro de la exina. Esta palinofacies se asocia a barras dominadas por ola a fluvio-dominadas.

En la palinofacies A del perfil Lohan Mahuida, las Cheirolepidiaceae (62,57%), predominan sobre los restantes grupos, pero con frecuencias relativas menores a las evidenciadas en la palinofacies anterior. Siguen en importancia Podocarpaceae (16,58%), (*Podocarpidites* cf. *ellipticus*, *Callialasporites dampieri*, *C. turbatus*) y Araucariaceae (9,09%), (*Inaperturopollenites indicus*, *Araucariacites fissus*). Con frecuencias del orden del 5%, se presentan esporas (*Antulsporites saevus*, *Klukisporites labiatus*) y Pteridospermopsida (*Vitreisporites pallidus*). El microplancton marino es escaso (1,6%), identificándose *Acanthaulax* sp. (dinoflagelado) y *Micrhystridium* spp. (acritarco). Los fitoclastos dominan sobre la m.o.a., 75% y 25% respectivamente. Dentro de los fitoclastos, los de tipo translúcido (45%) dominan sobre los opacos (30%). Los fitoclastos translúcidos más frecuentes son los no-bioestructurados en parte gelificados, las cutículas son escasas. Los fitoclastos opacos dominantes son los equidimensionales subredondeados a subangulosos y pobre a moderadamente seleccionados. La m.o.a. identificada es del tipo finamente dividido. Los tipos de alteración identificados son daño mecánico y degradación en forma predominante, mientras que la cristalización de pirita dentro de la exina se presenta en forma subordinada. Esta palinofacies se presenta asociada a llanura de marea.

#### Secuencia JC4.3

La secuencia JC4.3 ha sido identificada en el perfil Lohan Mahuida. Esta palinofacies (Palinofacies B del mencionado perfil) muestra similares proporciones de Cheirolepidiaceae (36,54%) y Podocarpaceae (33,66%). Dentro de los granos monoporados predomina *Classopollis simplex* (10,58%), mientras que en

las podocarpáceas, las formas bisacadas son ampliamente predominantes, con una importante proporción de granos indeterminados debido al mal estado de conservación. Las pteridospermas representan el 10,10% (*Vitreisporites pallidus*, *Alisporites* spp.). Con 7,69% respectivamente se presentan esporas (*Verrucosisporites varians*, *Interulobites variabilis*, *Retitriletes austroclavatidites*) y Araucariaceae (*Araucariacites australis*, *Inaperturopollenites microgranulatus*). El microplancton marino representa 3,36% del espectro polínico total, con *Micrhystridium fragile* (acritarco), *Pleurozonaria picunensis* (Prasinophyceae) y dinoflagelados indeterminados. La m.o.a. alcanza el 50%, con similares proporciones de masas esponjosas y material finamente dividido. Los fitoclastos translúcidos (40%) superan ampliamente a los opacos (10%). Dentro de los translúcidos, los bioestructurados y no-bioestructurados se presentan en similares proporciones. En los opacos predominan los de tipo equidimensional subangulosos a subredondeados y pobre a moderadamente seleccionados. Daño mecánico y degradación son los tipos de alteración más frecuentes, mientras que en forma subordinada se mencionan cristalización de pirita dentro de la exina y corrosión. Esta palinofacies se asocia a ambiente de plataforma.

#### Secuencia JC4.4

En el área de estudio esta secuencia ha sido identificada en los perfiles Lohan Mahuida (asociada a ambientes de barras mareales y lóbulos deltaicos) y Puesto Bascuñán (barras mareales y fluvio-dominadas).

En el perfil Lohan Mahuida, esta secuencia se inicia con depósitos correspondientes a barras mareales. Las palinofacies (C y D) evidencian predominio de Cheirolepidiaceae (54,13-68,89%), con proporciones superiores al 22% de *Classopollis* spp. Las podocarpáceas (8,33-15,6%) y esporas (8,26-8,89%) constituyen los dos grupos que siguen en importancia. Dentro de las primeras, una elevada proporción ha sido contabilizada como granos bisacados indeterminados y *Podocarpidites* spp., mientras que en las esporas, las formas levigadas (*Deltoidospora neddeni* y *D. minor*) y apiculadas (*Verrucosisporites varians*, *Clavatisporites* spp., *Uvaesporites minimus*, etc.) son las más frecuentes. El microplancton marino es escaso o ausente, superando escasamente el 3%. Dentro de los dinoflagelados puede mencionarse *Nannoceratopsis pellucida*. Los fitoclastos (60-65%) superan a la m.o.a. (35-40%), siendo esta última principalmente de tipo finamente dividido. Dentro de los fitoclastos dominan

			Perfil PUESTO BASCUÑÁN										
UNIDADES SECUENCIALES			Miosintema	JC4.4			JC4.5			JC5			
			Cortejos sedim.	TST			TST		HST		TST		HST
MUESTRAS-PALINOFACIES				1599-A	1468-B	1549-C	1550-D	1598-E	1469-F	1551-G	1597-H	1552-I	
AMBIENTES SEDIMENTARIOS				barras mareales		barras domin. por mareas y fluvio-domin.	sistem. deltaicos dom.por mareas y fluvio-domin.	sistema deltaico fluvio-dominado		barras de desembocadura de sistema deltaico fluvio-dominado		Plataforma	
Materia orgánica palinológica	PALINÓMORFOLOGÍA	Continental	Esporas	-	*	13,53	-	-	*	28,29	-	-	
			Pteridosperm.	-	-	13,04	-	-	-	11,22	-	-	
			Podocarpaceae	*	-	7,25	-	-	-	15,12	-	-	
			Araucariaceae	-	-	6,98	-	-	-	1,95	-	-	
			Cheirolepidiaceae	-	*	56,04	*	-	*	33,17	-	-	
			Cycad./Bennettit.	-	*	1,45	-	-	-	2,93	-	-	
			Ephedraceae	-	-	-	-	*	-	-	-	-	
			Chlorococcales	*	*	-	*	*	*	2,44	-	*	
	MARINO		Acritarcos	*	-	1,45	-	-	-	3,90	-	-	
			Dinoflagelados	-	-	0,97	-	-	-	0,49	-	-	
			Prasinophyceae	-	-	-	-	-	-	0,49	-	-	
	FITOCLASTOS		Translúcidos	25 NB *B - C	45 NB	30 NB *B (C-V)	25 NB *B (C-V-H)	55 B»NB	30 NB>B(V)	40 B(C-V) » NB	20 NB *B (C-H)	40NB *B (V)	
			Opacos	25 E <sup>1</sup>	40 E	60 E <sup>1</sup> =T	5 E <sup>1</sup>	30 E <sup>1</sup> =T	10 E	50 E <sup>1</sup>	30 E <sup>1</sup> ≥T	20 E <sup>1</sup>	
	MATERIA ORGÁNICA AMORFA			50 P FD-J	15 FD	10 FD	70 P FD>J	15 P FD	60 P FD	10 FD-J-R	50 P FD	40 P FD	
DIVERSIDAD ESPECÍFICA			Continental	-	-	27	-	-	-	30	-	-	
			Marina	-	-	2	-	-	-	3	-	-	
Relación Continental vs. Marino			-	-	-	40:1	-	-	-	20:1	-	-	
TIPOS de ALTERACIÓN	Corrosión		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Degradación		-	-	□	-	-	-	-	□	-	-	
	Daño mecánico		-	-	●	-	-	-	-	●	-	-	
	Cristalización de pirita		-	-	□	-	-	-	-	-	-	-	
Índice de alteración térmica (I.A.T.)			-	2- a 2	2+ a 3-	-	-	1+ a 2-	2	2+ a 3-	-	-	

TABLA 4—Representación de las palinofacies según las frecuencias relativas de los constituyentes orgánicos, diversidad específica, tipos de alteración e índice de alteración térmica, para el perfil Puesto Bascuñán.

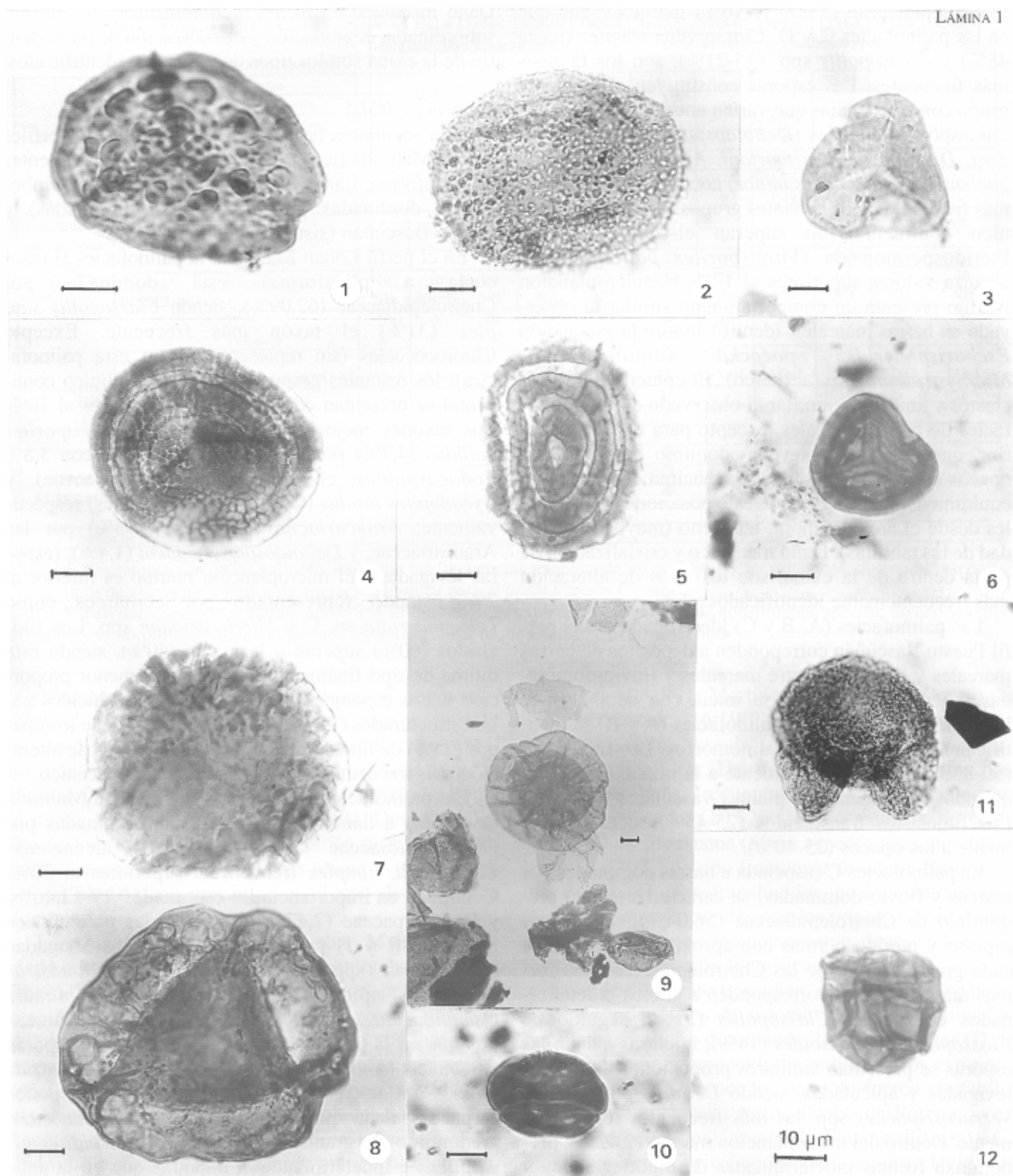
TABLE 4—Palynofacies representation according to the relative frequencies of the organic constituents, specific diversity, types of palynomorphs alteration and thermal alteration index of the Puesto Bascuñán section.

los translúcidos (35-45%) del tipo no-bioestructurado. Dentro de los fitoclastos opacos (15-30%), los equidimensionales angulosos a subredondeados igualan o superan al contenido de tablillas. Corrosión y daño mecánico son los tipos de alteración más frecuentemente encontrados.

LÁMINA 1—(Todas las figuras están ampliadas x1000, excepto la figura 9 ampliada x400). 1. *Nevesisporites* cf. *radiatus* (Chlonova) Srivastava, 1972. Cara distal, UNSP PC 1602 e: 3,6/139,9. 2. *Verrucosporites varians* Volkheimer, 1972. UNSP LM 1312 c: 13,9/109,3. 3. *Deltoidospora minor* (Couper) Pocock, 1970. Cara proximal, UNSP LM 1353 a: 1/123,9. 4-5. *Taurocusporites quattrocchiensis* Martínez 2000b. 4, paratipo, cara proximal, UNSP PC 1520 d: 15,5/159,6. 5, cara distal, UNSP PC 1520 d: 7,4/140,4. 6. *Interulobites variabilis* Volkheimer y Quattrocchio, 1975. Cara distal, UNSP LM 1274 a: 8,3/137,3. 7. *Callialasporites segmentatus* (Balme) Srivastava, 1963. UNSP LM 1313 b: 22,3/147,9. 8. *Callialasporites trilobatus* (Balme) Dev, 1961. UNSP LM 1353 a: 22,4/131,7. 9. *Callialasporites dampieri* (Balme) Dev, 1961. UNSP LM 1312 f: 11,9/138,8. 10. *Classopollis* cf. *classoides* (Pflug) Pocock y Jansonius, 1961. Vista ecuatorial, UNSP PC 1520 b: 7/142,9. 11. *Microcachrydites castellanosi* Menéndez, 1968. Vista ecuatorial, UNSP PL 1467 c: 20,4/ 158,5. 12. *Jansonia psilata* Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 1999b. UNSP LM 1312 d: 15,6/142,3.

PLATE 1—(Figure 9 is x400, all others x1000. Scale bar equals 10µm). 1. *Nevesisporites* cf. *radiatus* (Chlonova) Srivastava, 1972. Distal surface, UNSP PC 1602 e: 3,6/139,9. 2. *Verrucosporites varians* Volkheimer, 1972. UNSP LM 1312 c: 13,9/109,3. 3. *Deltoidospora minor* (Couper) Pocock, 1970. Proximal surface, UNSP LM 1353 a: 1/123,9. 4-5. *Taurocusporites quattrocchiensis* Martínez 2000b. 4, paratype, proximal surface, UNSP PC 1520 d: 15,5/159,6. 5, distal surface, UNSP PC 1520 d: 7,4/140,4. 6. *Interulobites variabilis* Volkheimer y Quattrocchio, 1975. Distal surface, UNSP LM 1274 a: 8,3/137,3. 7. *Callialasporites segmentatus* (Balme) Srivastava, 1963. UNSP LM 1313 b: 22,3/147,9. 8. *Callialasporites trilobatus* (Balme) Dev, 1961. UNSP LM 1353 a: 22,4/131,7. 9. *Callialasporites dampieri* (Balme) Dev, 1961. UNSP LM 1312 f: 11,9/138,8. 10. *Classopollis* cf. *classoides* (Pflug) Pocock y Jansonius, 1961. Equatorial view, UNSP PC 1520 b: 7/142,9. 11. *Microcachrydites castellanosi* Menéndez, 1968. Equatorial view, UNSP PL 1467 c: 20,4/ 158,5. 12. *Jansonia psilata* Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 1999b. UNSP LM 1312 d: 15,6/142,3.

LÁMINA 1



Las palinofacies E, F y G del perfil Lohan Mahuida (asociadas a lóbulos deltaicos) muestran valores de Cheirolepidiaceae (58,09-78,46%) más elevados que en las palinofacies C y D. *Classopollis simplex* (hasta 48%) y *Classopollis* spp. (15-21%), son los taxones más frecuentes. Las esporas constituyen el siguiente grupo con frecuencias que varían entre 7,69 y 15,15%. Las esporas levigadas (*Deltoidospora minor*, *D. neddeni*, *Dictyophyllidites mortoni*, *Alsophyllidites kerguelensis* y *Todisporites minor*) constituyen las formas más frecuentes. Los restantes grupos del espectro polínico continental no superan el 10%, excepto Pteridospermopsida (*Vitreisporites pallidus*), que alcanza valores superiores al 12%. El microplancton marino presenta un comportamiento similar al observado en barras mareales, identificándose la asociación *Escharisphaeridia pocockii* (dinoflagelado)-*Micrhystridium* spp. (acritarco). El contenido de fitoclastos y amorfo es similar al observado en las palinofacies de barras mareales, excepto para el nivel superior, que muestra un leve predominio de fitoclastos opacos en forma de tablillas por encima de los de tipo equidimensional, sugiriendo esto posiciones más distales desde el área de aporte terrígeno (mayor flotabilidad de las tablillas). Daño mecánico y cristalización de pirita dentro de la exina, son los tipos de alteración más frecuentemente identificados.

Las palinofacies (A, B y C) identificadas en el perfil Puesto Bascuñán corresponden a depósitos de barras mareales y transición entre mareales y fluvio-dominadas. La secuencia JC4.4 se inicia con depósitos de barras mareales en cuyas palinofacies (A y B) se identifican sólo presencia de palinomorfos. Los fitoclastos (50-85%) superan ampliamente a la m.o.a. (15-50%); estando ésta asociada a plantas vasculares terrestres. Los fitoclastos translúcidos (25-45%) superan levemente a los opacos (25-40%).

La palinofacies C (asociada a barras dominadas por mareas y fluvio-dominadas) se caracteriza por el predominio de Cheirolepidiaceae (56,04%), seguido de esporas y pteridospermas con aproximadamente 13% cada grupo. Dentro de las Cheirolepidiaceae, las formas más frecuentes corresponden a granos indeterminados del género *Classopollis* (31%), seguido de *Classopollis* cf. *classoides* (14%); mientras que en las esporas se presentan similares proporciones de formas levigadas y apiculadas, siendo *Deltoidospora* spp. y *Verrucosporites* spp. las más frecuentes respectivamente. Dentro del microplancton marino (2,42%), predominan formas indeterminadas de dinoflagelados y acritarcos. Los fitoclastos (90%) superan ampliamente a la m.o.a. (10%). Dentro de los primeros, los fitoclas-

tos opacos (60%) son los más frecuentes, con similares proporciones de formas equidimensionales y tablillas. Daño mecánico en forma predominante y de manera subordinada: degradación y cristalización de pirita dentro de la exina son los tipos de alteración identificados.

#### Secuencia JC4.5

Esta secuencia ha sido identificada en los perfiles Lohan Mahuida (asociada de base a techo a ambientes de plataforma, llanura de marea y barras de desembocadura dominadas por ola a fluvio-dominadas) y Puesto Bascuñán (sistemas deltaicos).

En el perfil Lohan Mahuida, la palinofacies H (asociada a plataforma) está dominada por Cheirolepidiaceae (62,09%), siendo *Classopollis simplex* (31%) el taxón más frecuente. Excepto Chlorococcales (sin representación en esta palinofacies), los restantes grupos del espectro polínico continental se presentan con frecuencias inferiores al 10%. Los taxones mejor representados son: *Vitreisporites pallidus* (4,7%) por Pteridospermopsida; con 3,8% *Podocarpidites* cf. *ellipticus* (Podocarpaceae) y *Cycadopites nitidus* (Cycadales/Bennettitales) respectivamente; *Araucariacites australis* (0,95%) por las Araucariaceae, y *Deltoidospora neddeni* (1,4%), (esporas levigadas). El microplancton marino es inferior al 2%, estando representado por acritarcos como *Leiosphaeridia* sp. C y *Micrhystridium* spp. Los fitoclastos (60%) superan a la m.o.a. (40%), siendo esta última de tipo finamente dividido y en menor proporción masas esponjosas. Los fitoclastos translúcidos nobioestructurados (35%) son más frecuentes que los opacos (25%) de tipo equidimensional. Los tipos de alteración más frecuentes son corrosión y daño mecánico.

Las palinofacies I, J y K del perfil Lohan Mahuida (asociadas a llanura de marea) están dominadas por Cheirolepidiaceae (63,59-68,33%), alcanzando *Classopollis simplex* frecuencias superiores al 30%. Continúan en importancia las esporas (10,19-12,46%) y Podocarpaceae (7,47-12,62%). En las palinofacies inferiores (I y J) predominan las esporas levigadas (*Biretisporites* spp., *Deltoidospora neddeni*, *D. australis*) y/o apiculadas (*Uvaesporites minimus*, *Osmundacidites diazii*, *Verrucosporites* sp. C), mientras que en la palinofacies K, predominan las esporas cinguladas (*Antulsporites saevus*, *Interulobites variabilis*). Similar comportamiento evidencian las podocarpaceas, dado que las palinofacies I y J muestran predominio de granos bisacados (*Podocarpidites* cf. *ellipticus* e indeterminados), mientras que en la palinofacies K adquieren importancia esporomorfos correspondientes al "complejo *Callialasporites*"

			Perfil PORTADA COVUNCO											
UNIDADES SECUENCIALES		Miosintema	JC5				JC6							
		Cortejos sedim.	HST				LST – TST						HST	
MUESTRAS- PALINOFACIES			1547-A	1517-B	1600-C	1601-D	1518-E	1602-F	1519-G	1520-H	1521-I	1522-J	1523-K	
AMBIENTES SEDIMENTARIOS			frente deltaico a prodelta (sist. deltaic. modif. por mareas)				sistemas deltaicos modificados por ola							
Materia orgánica palinológica	P A L I N O M O R F.	Continental	Esporas	-	-	-	-	*	40	-	27,35	20,95	-	-
			Pteridosperm.	-	-	-	-	-	0,43	-	-	-	-	-
			Podocarpaceae	-	-	-	-	*	10	-	4,48	5,71	*	-
			Araucariaceae	-	-	-	-	*	4,78	-	0,45	0,95	-	-
			Cheirolepidiaceae	-	-	-	*	*	40	*	64,13	65,71	*	-
			Cycad./Bennettit.	-	-	-	-	-	-	-	1,79	-	-	-
	Marino	Chlorococcales	*	-	-	*	-	0,43	*	1,79	2,86	-	-	
		Acritarcos	-	-	-	-	-	2,15	-	-	1,90	-	--	
		Dinoflagelados	-	-	-	-	-	0,87	-	-	0,95	-	-	
		Prasinophyceae	-	-	-	-	-	1,32	-	-	0,95	-	-	
	FITOCLASTOS		Translúcidos	10 NB	10 NB=B	20 NB	20 NB	40 NB	60 NB *B - C	30 NB	35 NB	65 NB	25 NB	60 NB
			Opacos	10 E <sup>1</sup>	5 E <sup>1</sup>	20 E»T	15 E <sup>1</sup>	10 E <sup>1</sup>	30 E <sup>1</sup>	20 E	10 E=T	15 E <sup>2</sup>	15 T>E	20 E=T
	MATERIA ORGÁNICA AMORFA			80 A FD»J	85 A FD»J	60P»A FD	65 P FD»J	50 P FD	10 FD	50 A FD=J	55 P»A FD»J	20 FD>J	60 A FD>J	20 FD»J
	DIVERSIDAD ESPECÍFICA		Continental	-	-	-	-	-	35	-	23	14	-	-
		Marina	-	-	-	-	-	4	-	-	3	-	-	
Relación Continental vs. Marino			-	-	-	-	-	22:1	-	Cont.	25:1	-	-	
TIPOS de ALTERACIÓN	Corrosión		-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	
	Degradación		-	-	-	-	-	□	-	-	□	-	-	
	Daño mecánico		-	-	-	-	-	●	-	●	●	-	-	
	Cristalización de pirita		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Índice de alteración térmica (I.A.T.)			-	-	-	-	3- a 3	2 a 3-	3 a 3+	2+ a 3-	1+ a 2	-	-	

TABLA 5—Representación de las palinofacies según las frecuencias relativas de los constituyentes orgánicos, diversidad específica, tipos de alteración e índice de alteración térmica para el perfil Portada Covunco.

TABLE 5—Palynofacies representation according to the relative frequencies of the organic constituents, specific diversity, types of palynomorphs alteration and thermal alteration index of the Portada Covunco section.

(*Callialasporites dampieri*, *C. trilobatus*, *C. segmentatus* y *C. turbatus*). El microplancton marino es muy escaso o ausente (inferior al 1%), estando representado por dinoflagelados (*Escharisphaeridia* spp. y *Endoscrinium* sp.). Los fitoclastos (70-80%) superan a la m.o.a. (20-30%) finamente dividida. Dentro de los fitoclastos, los translúcidos (40-60%) no-bioestructurados presentan frecuencias más altas que los opacos (10-35%). El daño mecánico es el tipo de alteración dominante.

La palinofacies L del perfil Lohan Mahuida (asociada a barras de desembocadura dominadas por ola a fluvio-dominadas) se caracteriza por presentar un espectro polínico marcadamente diferente al observado para otras palinofacies. El microplancton marino se presenta con las frecuencias más elevadas registradas (45,13%), así como también la mayor diversidad de especies (12), siendo los dinoflagelados los más frecuentes (38,9%). La presencia casi exclusiva de *Jansonias psilata* en la asociación marina ha sido relacionada al carácter oportunista de este taxón prevaleciendo bajo condiciones de aguas salobres (Pocock, 1972;

Riding *et al.*, 1991; Martínez *et al.*, 1999). Dentro de los acritarcos (6,19%) pueden mencionarse: *Micrhystridium brevispinosum*, *M. echinoides*, *Polygonium* sp., etc. Dentro de los esporomorfos, los dos grupos más frecuentes son Cheirolepidiaceae (29,65%) y esporas (10,62%), mayormente de tipo apiculadas. Los fitoclastos (80%) superan ampliamente a la m.o.a. (20%) de tipo finamente dividido. Dentro de los fitoclastos, los translúcidos no-bioestructurados (70%) son más frecuentes que los opacos (10%). Daño mecánico y menos frecuentemente degradación son los tipos de alteración identificados.

En el perfil Puesto Bascuñán, esta secuencia se halla asociada a depósitos de sistemas deltaicos dominados por mareas y fluvio-dominados. Las palinofacies (D, E y F) muestran un contenido de palinomorfos extremadamente bajo, razón por lo cual sólo fueron contabilizados como presencias restos algales de *Botryococcus* spp. (Chlorococcales), granos de *Classopollis* spp. y *C. cf. classoides* (Cheirolepidiaceae), esporas levigadas (*Deltoidospora* spp.) y *Equisetosporites caicigüensis* (Ephedraceae). La proporción de fitoclastos y m.o.a. es

variable, predominando en la palinofacies inferior y superior el contenido amorfo (60-70%) asociado a plantas vasculares terrestres, mientras que en la palinofacies intermedia los fitoclastos translúcidos (85%) principalmente de tipo bioestructurados (cutículas, traqueidas, etc.) son dominantes.

### **Secuencia JC5 (Bajociano temprano alto a Bathoniano temprano)**

La secuencia JC5 ha sido identificada en todos los perfiles presentados en este trabajo.

En el perfil Lohan Mahuida, se asocia a depósitos de plataforma. La palinofacies estudiada (Palinofacies LL) muestra elevadas frecuencias relativas de granos de polen sacados. Las podocarpáceas (38,73%) constituyen el grupo dominante con *Podocarpidites* cf. *ellipticus*, *P.* cf. *otagoensis* y *Callialasporites dampieri* entre otros. Una elevada proporción ha sido contabilizada como indeterminados debido al importante grado de alteración observado en los palinomorfos. Siguen en importancia Pteridospermopsida (25,98%) y Cheirolepidiaceae (13,73%). Los restantes grupos se presentan con frecuencias inferiores al 10%. El microplancton marino se presenta con 6,86%, siendo los más frecuentes los acritarcos (*Leiosphaeridia* sp. C y formas indeterminadas). Los fitoclastos translúcidos (55%), principalmente de tipo no-bioestructurados, son más frecuentes que la m.o.a. (40%) finamente dividida, asociada a plantas vasculares terrestres. Daño mecánico y corrosión son los tipos de alteración más frecuentemente encontrados.

En el perfil Puente Picún Leufú, la secuencia JC5 se asocia a depósitos transicionales entre plataforma y barras fluvio-dominadas. La palinofacies C muestra frecuencias de Cheirolepidiaceae cercanas al 40%. Excepto las pteridospermas (escasamente representadas con 0,81%), los restantes grupos del espectro polínico continental se hallan presentes con frecuencias que varían entre el 9 y 15 %. Los taxones más frecuentes son *Classopollis* spp., 18,6% (Cheirolepidiaceae), *Botryococcus* spp., 9,7% (Chlorococcales), *Podocarpidites* cf. *ellipticus*, 6,45% (Podocarpaceae), *Cycadopites nitidus*, 6,45% (Cycadales/Bennettitales) y *Araucariacites pergranulatus*, 4,03% (Araucariaceae). Dentro de las esporas, las formas apiculadas son las más frecuentemente encontradas. El microplancton marino está representado por el 4,04%, pudiendo mencionarse *Escharisphaeridia pocockii* (dinoflagelado), *Micrhystridium* spp. (acritarco) y *Cymatiosphaera* spp. (Prasinophyceae). Los fitoclastos representan el 95% (con similares proporciones de opacos y translúcidos), mientras que la m.o.a. está escasamente representada con un 5%. En la palinofacies D este comportamiento se revierte, alcanzando la materia amorfa hasta un 50%, asociada a plantas vasculares terrestres. El daño mecánico en forma predominante y la degradación de manera subordinada constituyen los tipos de alteración identificados.

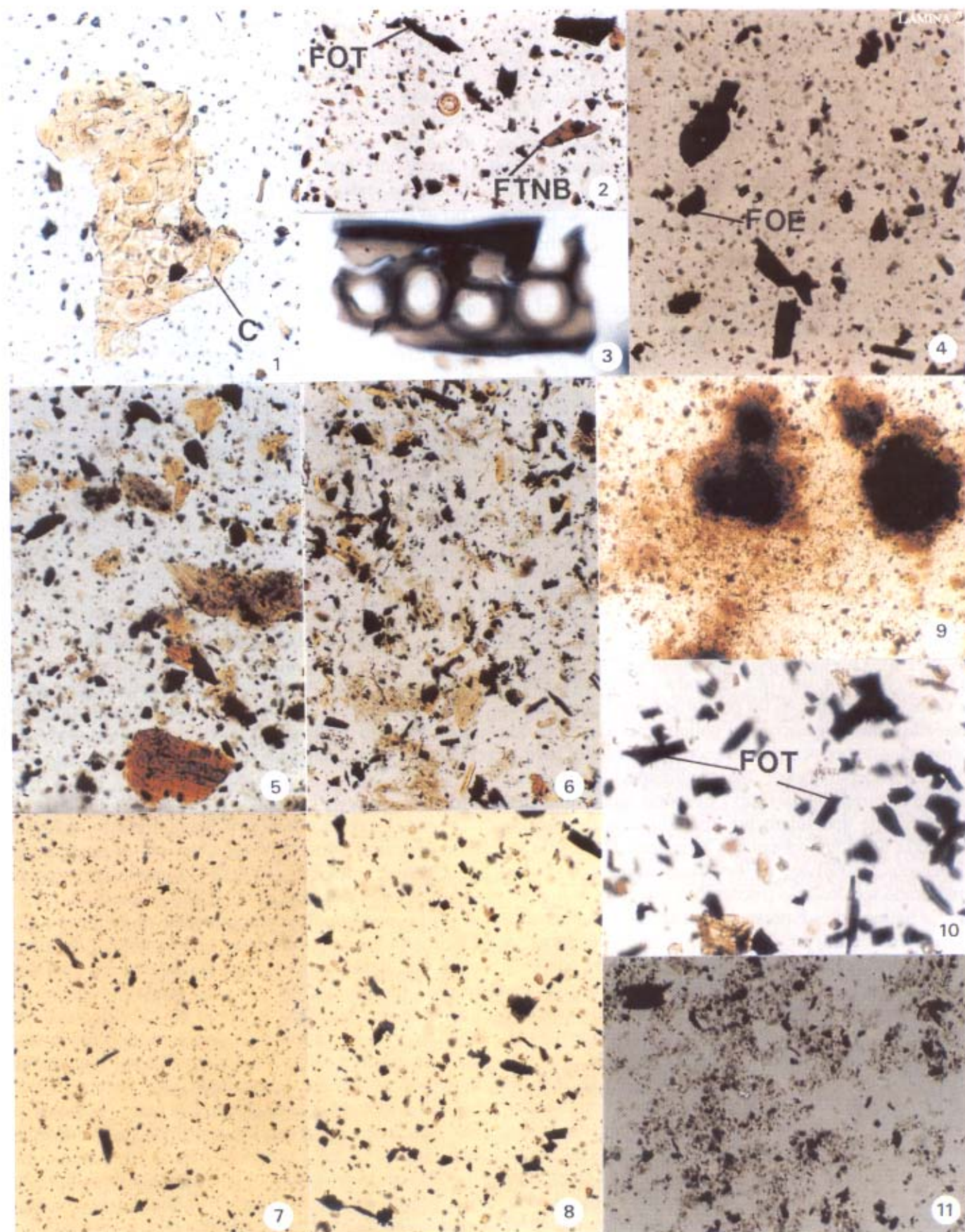
En el perfil Puesto Bascuñán, esta secuencia se asocia a depósitos de plataforma. La palinofacies estudiada (Palinofacies I) no permitió realizar recuentos polínicos ni tratamiento estadístico de los mismos debido a que sólo se determinó presencia de algas pertene-

→

LÁMINA 2—(Todas las figuras están ampliadas x200, excepto la figura 3 ampliada x1000). 1. Palinofacies A-perfil Lohan Mahuida, C: cutícula (fitoclasto translúcido bioestructurado). 2. Palinofacies F-perfil Portada Covunco, FOT: fitoclasto opaco con forma de tablilla, FTNB: fitoclasto translúcido no-bioestructurado. 3. Detalle de fitoclasto translúcido bioestructurado (FTB): traqueida (Palinofacies I-perfil Lohan Mahuida). 4. Palinofacies H - perfil Puesto Bascuñán, FOE: fitoclasto opaco equidimensional. 5-6. Palinofacies E-perfil Puesto Bascuñán, se observa el predominio de fitoclastos translúcidos bioestructurados. 5. Palinofacies E sin oxidación. 6. Palinofacies E, tras breve oxidación (2 minutos con ácido nítrico) y remoción de compuestos húmicos (hidróxido de amonio). 7-8. Palinofacies D-perfil Puente Picún Leufú. 7. Palinofacies D sin oxidación. 8, tras breve oxidación y remoción de compuestos húmicos. 9. Palinofacies LL-perfil Lohan Mahuida, nótese el predominio de materia orgánica amorfa finamente dividida y esponjosa derivada de plantas vasculares terrestres. 10. Palinofacies A-perfil Puente Picún Leufú, con predominio de fitoclastos opacos en tablilla (FOT). 11. Palinofacies D-perfil Portada Covunco.

PLATE 2—(Figure 3 is x1000, all others x200). 1. Palynofacies A-Lohan Mahuida section, C: cuticle (no-biostructured translucent phytoclast). 2. Palynofacies F - Portada Covunco section, FOT: lath-shaped opaque phytoclasts, FTNB: no-biostructured translucent phytoclasts. 3. Detail of an biostructured translucent phytoclast (FTB): tracheid (Palynofacies I- Lohan Mahuida section). 4. Palynofacies H-Puesto Bascuñán section, FOE: equidimensional opaque phytoclasts. 5-6. Palynofacies E-Puesto Bascuñán section, note the predominance of the biostructured translucent phytoclasts. 5. Palynofacies E, without oxidation. 6. Palynofacies E, after a brief oxidation (two minutes with nitric acid) and removing of humic compounds (ammonium hydroxide). 7-8. Palynofacies D-Puerto Picún Leufú section. 7. Palynofacies D, without oxidation. 8, after a brief oxidation and removing of humic compounds. 9. Palynofacies LL-Lohan Mahuida section, note the predominance of the amorphous organic matter (finely dispersed and spongy derived from vascular land plants). 10. Palynofacies A-Puerto Picún Leufú section, note the predominance of the lath-shaped opaque phytoclasts (FOT). 11. Palynofacies D-Portada Covunco section.





cientes a *Botryococcus* spp. El contenido de m.o.a. de tipo finamente dividida alcanza el 40%, asociada a plantas vasculares terrestres. Dentro de los fitoclastos (60%), los de tipo translúcido no-bioestructurado son los más frecuentes (40%).

En el perfil Portada Covunco, la secuencia JC5 se asocia a sistemas deltaicos modificados por mareas. Las palinofacies identificadas (Palinofacies A, B, C y D) resultaron estériles o con escaso contenido de palinomorfos, razón por la cual sólo fueron contabilizados como presencias de *Botryococcus* spp. y granos de polen de cheirolepidiáceas (*Classopollis* spp. y *C. cf. classoides*). Como rasgo más notorio la materia amorfa es dominante (60-85%), estando en las palinofacies inferiores (A y B) asociada a origen algal, mientras que en las restantes (C y D) a plantas vasculares terrestres. Los fitoclastos translúcidos (10-20%) y los opacos (5-20%) se presentan con similares proporciones.

#### Secuencia JC6 (Bathoniano medio a Caloviano temprano)

Esta secuencia ha sido identificada sólo en el perfil Portada Covunco, asociada a sistemas deltaicos modificados por olas. De las 7 palinofacies estudiadas (Palinofacies E, F, G, H, I, J y K), solamente 3 resultaron fértiles en palinomorfos (F, H e I). Debido a la dinámica propia del ambiente sedimentario, y a la diversidad de litologías muestreadas, las palinofacies no obedecen a un único patrón, sino que se producen modificaciones, a veces sustanciales, en las proporciones relativas de sus constituyentes orgánicos. La palinofacies E cuenta con presencias de podocarpáceas (*Podocarpidites* cf. *ellipticus*), cheirolepidiáceas (*Classopollis* spp.), araucariáceas (*Inaperturopollenites* spp.) y esporas indeterminadas. La m.o.a. de tipo finamente dividido alcanza un 50%, asociada a plantas vasculares terrestres. Dentro de los fitoclastos, (50%) los de tipo translúcido y no-bioestructurado son los más frecuentes (40%).

La palinofacies F presenta una asociación microfiorística de carácter bimodal, siendo esporas y Cheirolepidiaceae los dos grupos dominantes con 40% respectivamente. Dentro de las esporas, las formas cinguladas son las más frecuentes (23,6%), con especies como *Interulobites lajensis* (8,7%), *Nevesisporites* cf. *radiatus* (7,83%) y *Taurocusporites quattrocchiensis* (6,09%), entre otras. *Classopollis simplex* (18,26%) es el taxón más frecuente en las cheirolepidiáceas. Podocarpaceae se presenta con 10%, reconociéndose *Microcachrydites castellanosii*, *Callialasporites dampieri* y *Cerebropollenites macroverrucosus* entre otras formas. El microplancton marino representa 4,34%, pudiendo mencionarse *Cymatiosphaera eupeplos*

(Prasinophyceae), *Escharisphaeridia pocockii* (dino-flagelado) y acritarcos como *Micrhystridium* spp. y *Leiosphaeridia* sp. cf. *L. hyalina*.

Hacia los niveles superiores de esta secuencia, se observa una alternancia de palinofacies estériles en palinomorfos o con presencia de Cheirolepidiaceae (*Classopollis* spp, *C. cf. classoides*), Podocarpaceae (bisacados indeterminados) y Chlorococcales (*Botryococcus* spp.) y otras fértiles. Estas (Palinofacies H e I) se caracterizan por el predominio de Cheirolepidiaceae (64,13-65,71%) y, en segundo término, esporas (20,95-27,35%) con formas cinguladas como *Taurocusporites quattrocchiensis* (2,86-4,93%) y *Nevesisporites* cf. *radiatus* (3,59-5,71%) y apiculadas como *Leptolepidites major* (1,90-2,69%). El microplancton marino está ausente o es escaso (3,8%). En los restantes constituyentes orgánicos también se da una alternancia de palinofacies donde la m.o.a. alcanza valores de hasta 60%, asociado tanto a plantas vasculares terrestres como a un origen algal, y otras donde los fitoclastos constituyen el grupo mayoritario (hasta 65%). El tipo de alteración observado en los palinomorfos es daño mecánico y/o corrosión y, en forma subordinada, degradación.

#### CARACTERIZACIÓN PALINOFACIAL DE LA FORMACIÓN LAJAS

El reconocimiento y estudio de 37 palinofacies y 21 asociaciones microfiorísticas permitió caracterizar palinofacialmente (palinolitofacies en el sentido de Traverse, 1994) la Formación Lajas de la siguiente manera:

##### Palinomorfos:

- Asociaciones microfiorísticas (promedio del total de muestras fértiles) caracterizadas por el predominio de Cheirolepidiaceae (55,40%), seguido de esporas (13,40%) y Podocarpaceae (11,52%), (Tabla 6).
- El espectro polínico continental es dominado por Cheirolepidiaceae, indicando esto la amplia distribución de dicha familia vegetal durante el Jurásico medio. Su asociación con las esporas sugiere un ambiente de tipo costero, donde las cheirolepidiáceas habrían ocupado extensas áreas con suelos bien drenados. En torno a sitios más anegadizos y localmente húmedos se habría desarrollado una vegetación de helechos, briofitas y cicadáceas. Las áreas vecinas más elevadas habrían constituido el hábitat de podocarpáceas, araucariáceas y pteridospermas.
- Presencia de acritarcos del tipo Acanthomorphae (del género *Micrhystridium*), indicativo de ambientes costeros parcialmente restringidos (Wall, 1965).



Grupos supragenéricos	Mínimo (%)	Promedio (%)	Máximo (%)
<b>Esporas</b>	3,86	13,40	40
<b>Pteridospermopsida</b>	0	6,32	25,98
<b>Podocarpaceae</b>	2,90	11,52	38,73
<b>Araucariaceae</b>	0,45	5,27	10
<b>Cheirolepidiaceae</b>	13,73	55,40	89,37
<b>Cycadales/Bennettitales</b>	0	2,73	10,48
<b>Ephedraceae</b>	0	-	presencia
<b>Chlorococcales</b>	0	1,07	9,68
<b>Acritarcos</b>	0	1,45	6,19
<b>Dinoflagelados</b>	0	2,55	38,94
<b>Prasinophyceae</b>	0	0,29	1,47

TABLA 6—Frecuencias relativas de los grupos supragenéricos identificados en la Formación Lajas.

TABLE 6—Relative frequencies of the suprageneric groups identified in the Lajas Formation.

- En las asociaciones marinas dominan los dinoflagelados proximales (*Escharisphaeridia pocockii*) asociado a acritarcos del género *Micrhystridium*. Esta asociación es indicativa de ambientes marino marginales (Zavala *et al.*, 1992, García *et al.*, 1994, García, 1998).

- Presencia del dinoflagelado *Nannoceratopsis pellucida* en la palinofacies C del perfil Lohan Mahuida, citado para la misma secuencia (JC4.4-TST) por García (1998), en el área de estudio, sugiere condiciones euryhalinas (Riding, 1983).

- La presencia del dinoflagelado *Jansoniaspsilata*, como especie dominante en la palinofacies L del perfil Lohan Mahuida, asociada a barras de desembocadura, sugiere que el mismo fue un taxón oportunista que proliferó cuando prevalecieron condiciones ambientales inestables de agua salobre, (Martínez *et al.*, 1999b). Condiciones ambientales similares han sido citadas por otros autores para otras especies del mismo género (Pocock, 1972, Riding *et al.*, 1991 y Tykoezinski *et al.*, 2000).

- En las palinofacies D (asociada a barras mareales), E (lóbulos deltaicos) y J (llanura de marea fangosa) del perfil Lohan Mahuida y palinofacies H (sistemas deltaicos modificados por olas) del perfil Portada Covunco, no se registró microplancton marino. La ausencia de microplancton marino en depósitos que presentan fauna marina normal, podría relacionarse al grado de turbidez local del medio sedimentario (en García *et al.*, 1994).

- El tipo de alteración predominante es el daño mecánico, seguidos de degradación y corrosión; en forma muy subordinada se presenta la cristalización de pirita dentro de la exina. Independientemente del ambiente sedimentario, al cual se asocian las distintas palinofacies estudiadas, la cristalización de pirita constituye el mecanismo de alteración por excelencia en los

granos de polen sacados (Podocarpaceae y Pteridospermopsida). Esto, probablemente, esté vinculado más a características propias de los palinomorfos que a los procesos tafonómicos sufridos durante la etapa de transporte y, posteriormente, durante la deposición. Bajo condiciones reductoras, presencia de bacterias reductoras de sulfatos y disponibilidad de hierro disuelto en el agua, la estructura alveolar de los sacos aéreos de las podocarpaceas y pteridospermas no ofrecería tanta resistencia a la penetración de fluidos y posterior cristalización de pirita en comparación con otro tipo de palinomorfos.

#### *Relación continental:marino:*

- Elevada relación continental:marino, que varía desde 14:1, palinofacies LL (plataforma) del perfil Lohan Mahuida, hasta 100% continental como en las palinofacies D (barras mareales), E (lóbulos deltaicos) y J (llanura de marea) del mismo perfil o palinofacies H (sistemas deltaicos) del perfil Portada Covunco.

- La palinofacies L (barras de desembocadura dominadas por ola a fluvio-dominadas) del perfil Lohan Mahuida, constituye una excepción en la relación continental:marino (~1:1); dado que se presenta una asociación dominada por microplancton marino 38,95%, con una asociación prácticamente monoespecífica (*Jansoniaspsilata* representa el 36,28%) e indicativa de aguas salobres. Se sugiere un ambiente costero anegadizo, con suelos escasamente drenados, lo que justificaría la escasa presencia de *Classopollis*.

#### *Diversidad específica:*

- Diversidad de especies continentales (14-35), diversidad de especies marinas (hasta 12 especies). Ambientes marinos restringidos están caracterizados por una baja diversidad de especies (menos del 10%) y alta dominancia de especies (más del 80%), (Gibson *et al.*, 1980).

#### *Fitoclastos y materia amorfa:*

- En términos generales, los fitoclastos superan ampliamente el contenido de materia orgánica amorfa, sugiriendo condiciones bien oxigenadas.

- Los fitoclastos translúcidos (no-bioestructurados) dominan ampliamente sobre los opacos, indicando distancias y/o tiempos de transporte relativamente cortos desde el área de aporte proximal (Tyson, 1995). Los fitoclastos opacos dominan sobre los translúcidos (Palinofacies A y C-Puente Picún Leufú y C, G y H-Lohan Mahuida) en ambientes de barras de desembocadura.

- Dentro de los fitoclastos opacos dominan los de tipo equidimensional, subangulosos a angulosos y

moderada a pobremente seleccionados, indicando una rápida depositación en un medio de alta energía. El tamaño, selección y redondeamiento de las partículas equidimensionales está en función de la energía del ambiente deposicional, mientras el tamaño decrece, la selección y el redondeamiento se incrementan costa afuera (Tyson, 1987, Tyson, 1995, Van der Zwan, 1990). La proporción de tabillitas iguala a los fitoclastos equidimensionales, asociado a sistemas deltaicos fluvio-dominados y modificados por ola (Palinofacies H y K-Portada Covunco y E-Puesto Basculán) y barras mareales y fluvio-dominadas (Palinofacies C y D-Puerto Picún Leufú y C-Lohan Mahuida y Puerto Basculán).

- En las palinofacies A, B, C, D y J del perfil Portada Covunco y palinofacies D y F del perfil Puerto Basculán, entre otras, se registran elevados porcentajes de materia orgánica amorfa (hasta 90%). En estas palinofacies, dicha materia amorfa está principalmente asociada a plantas vasculares terrestres, o en los casos que se considera de origen algal, probablemente sea derivada de algas de agua dulce hasta salobre, dada la presencia de *Botryococcus* spp. en tales asociaciones microflorísticas.

## ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS Y PALEOCLIMÁTICOS

El estudio de las asociaciones microflorísticas, sus porcentajes relativos y diversidad, permite evaluar las paleocomunidades vegetales (regionales y locales) como un sistema que ha sufrido procesos evolutivos y migracionales. Cambios ocurridos en los factores externos (ambientales y/o climáticos) producirán modificaciones en las paleocomunidades y, por consiguiente, en las tafocenosis en estudio.

A partir de la comparación entre las distintas familias vegetales determinadas y sus análogos modernos (Tabla 1), se realizaron inferencias de tipo paleoambiental y paleoclimático. Esta comparación presenta limitaciones, ya que muchas de las especies registradas no tienen representantes actuales o son difíciles de asignar a una familia determinada.

Diversos autores han evaluado la evolución del clima durante el Jurásico en la Cuenca Neuquina. Volkheimer (1969, 1970) muestra que la evidencia microflorística complementa y corrobora la información paleoclimática obtenida por indicadores paleobotánicos, paleozoológicos y litológicos, y sugiere que este período estuvo caracterizado, en Argentina, por cambios frecuentes entre condiciones húmedas y secas

en el espacio y el tiempo. Como regla general, propone que el Jurásico inferior fue templado cálido y húmedo, el Jurásico medio fue cálido y árido con condiciones locales de humedad. Mientras que durante el Jurásico superior prevalecieron condiciones extremadamente áridas y muy cálidas. Condiciones similares son inferidas en estudios más recientes por Martínez *et al.* (1996), Quattrocchio *et al.* (1996b), García (1998) y Martínez (1999). Para el área de estudio Quattrocchio *et al.* (2001) proponen un escenario hipotético durante el Jurásico medio, caracterizado por plateaus de efusivos ácidos con una vegetación de Cheirolepidiaceae, helechos y cycadáceas en torno a zonas costeras y, en áreas más elevadas, podocarpáceas y arucariáceas, las condiciones climáticas habrían sido templado/cálido, con tasas de precipitación variable.

Tomando como base estos estudios previos y con el apoyo de las consideraciones paleoecológicas expuestas en el apartado de metodología, pueden desprenderse de este trabajo las siguientes inferencias paleoclimáticas (Fig. 7):

- Durante la depositación de JC4.1, la presencia de *Classopollis* supera el 50%, indicando esto condiciones de clima cálido de naturaleza semiárida, sin embargo, aproximadamente el 36% de la microflora acompañan-

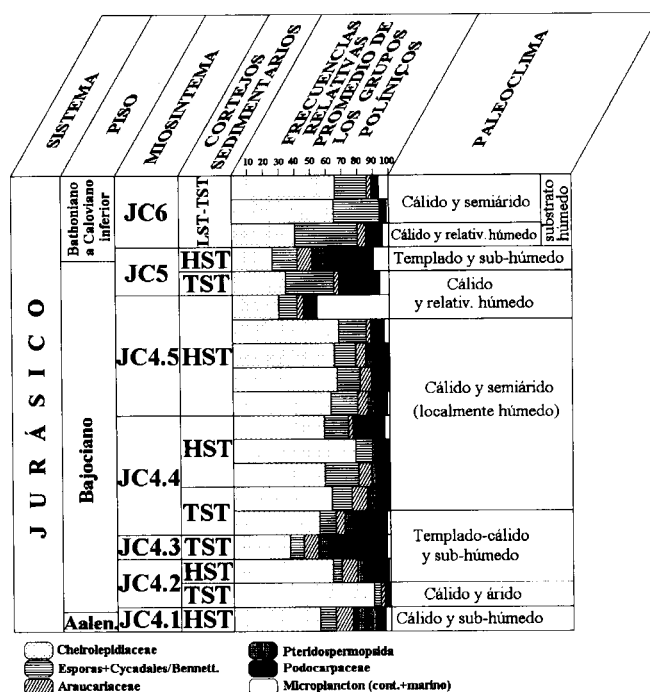


FIGURA 7—Frecuencias relativas promedio de grupos polínicos y paleoclima del Jurásico medio de la Cuenca Neuquina.

FIGURE 7—Average relative frequencies of polinic groups and paleoclimate from the Middle Jurassic of the Neuquén Basin.

te está representada por grupos vegetales cuyo requerimiento de humedad es mayor (esporas, pteridospermas, Araucariaceae y Cycadales/Bennettitales). Se sugieren condiciones de clima subtropical, cálido y sub-húmedo.

- El inicio de la secuencia JC4.2 sugiere un deterioro climático, a juzgar por las elevadas proporciones de *Classopollis* ~90%. La disminución en el número de especies continentales (diversidad de especies continentales) de 26 en JC4.1 a 17 en JC4.2, sugiere condiciones climáticas más rigurosas (Volkheimer, 1969), asociado a una disminución de humedad, con clima cálido y árido. Si bien proporciones tan elevadas de *Classopollis* han sido ampliamente citadas por diversos autores (Vakhrameev, 1970, 1981, Watson, 1988, Frakes, *et al.*, 1992) vinculadas con pulsos transgresivos disturbando el significado paleoclimático inferido (condiciones de extrema aridez), en ninguna de las palinofacies asociadas a los restantes cortejos transgresivos de este trabajo se han observado frecuencias relativas tan elevadas de este taxón, razón por la cual se asume un control de tipo paleoclimático.

- La mitad superior de JC4.2 (Palinofacies A-Lohan Mahuida) muestra una correlación negativa entre Cheirolepidiaceae (de 90 a 63%) y Podocarpaceae (de 3 a 17%), sugiriendo el advenimiento de condiciones climáticas más frías. Durante la depositación de JC4.3, se profundizan las condiciones climáticas antes indicadas, evidenciadas por el marcado incremento de Podocarpaceae ~34%, a expensas de la disminución de Cheirolepidiaceae ~37%, sugiriendo condiciones de menor temperatura y humedad (templado-cálido) y sub-húmedo. Durante el depósito de la porción basal de JC4.4 (Palinofacies C-Lohan Mahuida) las condiciones climáticas son similares a las de la segunda mitad de JC4.2.

- Durante el resto de JC4.4 y casi la totalidad de JC4.5, se observa el retraimiento de los bosques de Podocarpaceae hacia un hábitat de mayor altura y se desarrolla una vegetación de Cheirolepidiaceae junto a helechos (esporas), Araucariaceae, Cycadales/Bennettitales y pteridospermas, indicadoras de condiciones climáticas más cálidas y humedad variable. El contenido de *Classopollis* varía entre 58 y 78%, sugiriendo un clima cálido semiárido a árido. Frecuencias relativas de Araucariaceae de hasta 10%, esporas: 8-15% y granos monosulcados (Cycadales/Bennettitales) de hasta 9%, evidencian condiciones locales de humedad.

- El tránsito de JC4.5 (Palinofacies L-Lohan Mahuida) y la basal de JC5 (Palinofacies G-Puerto Bascuñán) muestra contenidos de *Classopollis* que varían entre 33 y 54%, asociado a proporciones de esporas de hasta el 28%, (los porcentajes relativos en la Palinofacies

L fueron recalculados sin considerar la elevada proporción de microplancton). Se sugiere la presencia de un clima subtropical (cálido y relativamente húmedo).

- El tránsito de JC5 (Palinofacies LL-Lohan Mahuida y Palinofacies C-Puerto Picún Leufú) muestra las proporciones de *Classopollis* más bajas (~14%), asociadas a las mayores frecuencias de Podocarpaceae (~39%) y Pteridospermopsida (~26%) registradas. Se infiere un relativo deterioro climático, con condiciones de clima templado y sub-húmedo, durante las cuales se produjo el máximo avance de los bosques templados de podocarpaceas, pteridospermas y araucariáceas.

- Por último, durante JC6, se observa la retracción del bosque templado hacia hábitats de mayor altura. Inicialmente (Palinofacies F-Portada Covunco) se observan los máximos valores de diversidad de especies continentales registrados (35 especies), sugiriendo condiciones climáticas más favorables, *Classopollis* se presenta con 40% indicando un clima subtropical, su asociación con esporas (40%), principalmente de tipo cinguladas asignadas a briofitas, sugiere la presencia de un substrato húmedo. Las palinofacies superiores (H e I del citado perfil) muestran predominio de Cheirolepidiaceae (hasta 66%) indicando condiciones cálidas y semiáridas, asociado a esporas (hasta 27%) de briofitas, lo que sugiere nuevamente la presencia de un substrato húmedo.

## POTENCIAL OLEOGENÉTICO

Teniendo en cuenta la naturaleza de la materia orgánica palinológica presente y el índice de alteración térmica (IAT), se evalúa el potencial de generación de hidrocarburos líquidos para la Formación Lajas. El contenido orgánico de la mayoría de las palinofacies se correspondería con el querógeno tipo III (Tissot y Welte, 1984, Tyson 1987 entre otros), derivado fundamentalmente de plantas vasculares terrestres, con una importancia casi nula en cuanto a su potencial de generación de petróleo, sin embargo, en condiciones adecuadas podría constituir la materia orgánica de rocas madres de gas (Villar y Archangelsky, 1980). Del total de palinofacies estudiadas, las asociadas a sistemas deltaicos son las que mejores perspectivas de generación de hidrocarburos ofrecen, dado que poseen:

- Los más altos porcentajes de materia orgánica amorfa, en algunos casos asociada a un origen algal.

- Valores de IAT, principalmente correspondientes a la ventana de generación de hidrocarburos líquidos (2+ a 3+).

- Buena preservación de las asociaciones microfloreísticas.

- Predominio de daño mecánico y cristalización de pirita dentro de la exina y, en forma subordinada, la oxidación química (degradación) y bioquímica (corrosión), lo cual es consistente con la dinámica sedimentaria de los sistemas deltaicos, que origina un rápido enterramiento del contenido orgánico asegurando una mejor preservación del mismo.

## CONCLUSIONES

- A partir del análisis combinado de las palinofacies y litofacies en un marco estratigráfico secuencial, se propone para la Formación Lajas un medio de deposición marino marginal, bien oxigenado, de elevada energía (acción de mareas y olas) y próximo al área de aporte terrígeno. Zavala (1993) menciona para esta formación (en los perfiles Lohan Mahuida, Puente Picún Leufú, Puesto Bascuñán y Portada Covunco) ambientes de canales estuarinos, llanuras de marea, barras mareales de plataforma y sistemas deltaicos fluvio-dominados, los que gradan a facies predominantemente pelíticas de plataforma somera.

- A partir del estudio de las variaciones porcentuales de las asociaciones microflorísticas y por comparación con análogos modernos, se sugieren, durante la deposición de la Formación Lajas, condiciones de clima cálido y humedad variable (árido, semiárido y relativamente húmedo). Se registran dos momentos (durante el Jurásico medio) de relativo deterioro climático bajo condiciones templadas y sub-húmedas: durante el Bajociano temprano (JC4.2-TST hasta JC4.4-TST), con el máximo deterioro en JC4.3-TST, y en el límite entre el Bathoniano - Caloviano (JC5-TST).

- En términos generales, esta formación muestra escaso potencial oleogénico (querógeno tipo III), siendo las muestras correspondientes a sistemas deltaicos las que mejores perspectivas de generación de hidrocarburos poseen.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), al Departamento de Geología y a la Secretaría General de Ciencia y Técnica (SGCyT) de la Universidad Nacional del Sur, por el apoyo brindado; así como también a los árbitros (Dres. B. Ruiz Zapata y C. Azcoy) y editores por la lectura y sugerencias recibidas oportunamente.

## REFERENCIAS

- Baldoni, A. M. y Archangelsky, S. 1983. Palinología de la Formación Springhill (Cretácico inferior), subsuelo de Argentina y Chile austral. *Revista Española de Micropaleontología*, 15 (1), 47-101.
- Batten, D. J. 1981. Palynofacies, organic maturation and source potential for petroleum. In: *Organic maturation studies and fossil fuel exploration* (Ed. J. Brooks). Academic Press, New York, 201-223.
- . 1987. Application of palynofacies analysis to interpretation of palaeoenvironments and source potential for hydrocarbons. *Notas de curso*, 35 pp. (Informe inédito).
- Batten, D. J. and MacLennan, A. M. 1984. The paleoenvironmental significance of the conifer family Cheirolepidiaceae in the Cretaceous of Portugal. *III Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems. Short Papers* (Eds. W. E. Reif and F. Westphal), Tübingen, 7-12.
- Batten, D. J. and Morrison, L. 1983. Methods of palynological preparation for palaeoenvironmental, source potential and organic maturation studies. In: *Palynology-Micropalaeontology: laboratories, equipment and methods* (Ed. L.I. Costa). Norwegian Petroleum Directorate, Bull. 2, 35-53.
- Combaz, A. 1964. Les palynofaciès. *Revue de Micropaléontologie*, 7, 205-218.
- Delcourt, P. A. and Delcourt, H. R. 1980. Pollen preservation and Quaternary environmental history in the southeastern United States. *Palynology*, 4, 215-231.
- Frakes, L. A.; Francis, J. E. and Syktus, J. I. 1992. *Climate Modes of the Phanerozoic*. Cambridge University Press, 286 pp.
- Frederiksen, N. O. 1980. Significance on monosulcate pollen abundance in Mesozoic sediments. *Lethaia*, 13, 1-20.
- 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, 204 pp. (inédita).
- 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.
- Gibson, T. G.; Edwards, L. E., and Frederiksen, N. O. 1980. Biological interpretation of depositional environments in Lower Paleogene strata. *Geological Society of America, Atlanta, Field Trip*, 20, 428-431.
- 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 I, 236-259.
- Gulisano, C. A. y Gutiérrez Pleimling, A. R. 1994. The Jurassic of the Neuquén Basin. a) Neuquén Province.

- Field guide. Secretaría de Minería de la Nación y Asociación Geológica Argentina*, Buenos Aires, 158 (E) 2, 111 pp.
- Harris, T. M. 1979. *The Yorkshire Jurassic Flora*, V. Coniferales. British Museum (Nat. Hist.), London, 166 pp.
- Legarreta, L. y Gulisano, C. A. 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior-Terciario inferior), Argentina. En: *Cuencas sedimentarias argentinas*. (Eds. G. A. Chebli y L. A. Spalletti), Instituto Superior de Correlaciones Geológicas. Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica, 6, 221-243.
- 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, 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 la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 32 (3), 363-370.
- Martínez, M. A.; García, V. M. y Quattrocchio, M. E. 1996. Análisis de componentes principales aplicado al estudio palinológico del Jurásico medio de Cuenca Neuquina, Argentina. *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, Buenos Aires, Actas V, 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.
- Martínez, M. A.; Quattrocchio, M. E. and Sarjeant, W. A. S. 1999b. *Jansonias 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.
- Pocock, S. A. 1972. Palynology of the Jurassic sediments of western Canada. *Palaeontographica*, Ser. B, 137, 85-153.
- Prámparo, M. B. y Volkheimer, W. 1999. Palinología del Miembro Avilé (Formación Agrio, Cretácico Inferior) en el cerro del la Parva, Neuquén. *Ameghiniana*, 36 (2), 217-227.
- Prauss, M. 1989. Dinozysten-Stratigraphie und Palynofazies im oberen Lias und Dogger von NW-Deutschland. *Palaeontographica*, Abteilung B, 214, 1-124.
- 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 de Palinólogos de Lengua Española*, 6, 17-37.
- Quattrocchio, M. E.; Sarjeant, W. A. S. and Volkheimer, W. 1996a. Marine and terrestrial Jurassic microfloras of Neuquén Basin (Argentina): Palynological Zonation. *GeoResearch Forum*, 1-2, 167-178.
- Quattrocchio, M.; Zavala, C.; García, V. and Volkheimer, W. 1996b. Paleogeographic changes during the Middle Jurassic in the southern part of the Neuquén Basin, Argentina. *GeoResearch Forum*, 1-2, 467-484.
- Quattrocchio, M.; García, V.; Martínez, M. and Zavala, C. 2001. A hypothetic scenario for the Middle Jurassic in the southern part of the Neuquén Basin, Argentina. *VII International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems*, Publicación Especial 7, 163-166. Buenos Aires.
- Riding, J. B. 1983. The palynology of the Aalenian (Middle Jurassic) sediments of Jackdaw Quarry, Gloucestershire, England. *Mercian Geologist*, 9, 111-120.
- Riding, J. B.; Walton, W. and Shaw, D. 1991. Toarcian to Bathonian (Jurassic) palynology of the Inner Hebrides, northwest Scotland. *Palynology*, 15, 115-179.
- Staplin, F. L. 1969. Sedimentary organic matter, organic metamorphism, and oil and gas occurrence. *Canadian Petroleum Geology*, 17 (1), 47-66.
- Tissot, B. P. and Welte, D. H. 1984. *Petroleum Formation and Occurrence*, 2<sup>nd</sup> edn, Springer-Verlag, Berlín, 699 pp.
- Traverse, A. 1994. *Sedimentation of organic particles*. (Ed. A. Traverse), Cambridge University Press, 544 pp.
- Tykoezinski, H. R. G.; Smith, S. W.; Hogg, N. M. and Bailey, D. A. 2000. Three new dinoflagellate cyst species from the Bathonian and Callovian of England. *Palynology*, 24, 79-93.
- Tyson, R. V. 1987. The genesis and palynofacies characteristics of marine petroleum source rocks. In: *Marine Petroleum Source Rocks* (Eds. J. Brooks and A. J. Fleet). *Geological Society Special Publication*, 26, 47-67.
- . 1995. *Sedimentary organic matter*. (Eds. Chapman and Hall), London, 615 pp.
- Vakhrameev, V. A. 1970. Range and palaeoecology of Mesozoic conifers, the Cheirolepidiaceae. *Palaeontol. Zh.* (1), 19-34.
- . 1981. Pollen Classopollis: indicator of Jurassic and Cretaceous climates. *The Palaeobotanist*, 28-29, 301-307.
- . 1987. Climates and the distribution of some gymnosperms in Asia during the Jurassic and Cretaceous. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 51, 205-212.
- Van der Zwan, C. J. 1990. Palynostratigraphy and palynofacies reconstruction of the Upper Jurassic to lowermost Cretaceous of the Draugen Field, offshore Mid Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 62, 157-186.
- Villar, H. y Archangelsky, S. 1980. Recientes enfoques de la geoquímica orgánica y la palinología aplicados a estudios sobre génesis y exploración de petróleo y carbón. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología*, 7, 1-21.
- Volkheimer, W. 1969. Esporas y granos de polen del Jurásico de Neuquén. República Argentina. II: Asociaciones microflorísticas, aspectos paleoecológicos y paleoclima. *Ameghiniana*. *Revista de la Asociación Paleontológica Argentina*, 6 (2), 127-145.
- . 1970. Jurassic microfloras and paleoclimates in Argentina. *II Gondwana Symposium*, South Africa, 1970, Proceedings and Papers: 543-549, Pretoria.

- Wall, D. 1965. Microplankton, pollen and spores from the Lower Jurassic in Britain. *Micropaleontology*, 5 (11), 151-190.
- Watson, J. 1988. The Cheirolepidiaceae. In: *Origin and Evolution of Gymnosperms* (Ed. Ch.B. Beck), Columbia University Press, New York, 504 pp.
- Whitaker, M. F.; Giles, M. R. and Cannon, S. J. C. 1992. Palynological review of the Brent Group, UK sector, north sea. *Geological Society Special Publication*, 61, 169-202.
- 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, 259 pp. (inédita).
- . 1996a. Sequence Stratigraphy in Continental to Marine Transitions. An Example from the Middle Jurassic Cuyo Group, South Neuquén Basin, Argentina. *GeoResearch Forum*, 1-2, 285-294.
- . 1996b. High-Resolution Sequence Stratigraphy in the Middle Jurassic Cuyo Group, South Neuquén Basin, Argentina. *GeoResearch Forum*, 1-2, 295-304.
- Zavala, C.; García, V.; Martínez, M. y Quattrocchio, M. 1999. Significado estratigráfico y palinofacies de la Formación Challacó (Jurásico medio). Cuenca Neuquina. Argentina. XIV Congreso Geológico Argentino, Actas 1, 78.
- Zavala, C. A.; Grill, S. C.; Martínez, D.; Ortiz, H. O. y González, R. 1992. Análisis paleoambiental de depósitos cuaternarios. Sitio paleoicnológico Monte Hermoso I, Provincia de Buenos aires. III Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas, 31-37.
- Zavala, C. 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, 52-64.
- Baculatisporites tenuis* Volkheimer, 1968.
- Baculatisporites* cf. *tenuis* Volkheimer, 1968.
- Baculatisporites* spp.
- Biretisporites* sp. (en Volkheimer y Quattrocchio, 1975).
- Biretisporites* sp. 1 (en Zavattieri, 1986).
- Biretisporites* spp.
- Cirratriradites minor* Volkheimer, 1968.
- ? *Camptozonotriletes* sp. 1 (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).
- Clavatisporites bagualensis* (Volkheimer) Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001.
- Clavatisporites* spp.
- Concavisporites* sp. (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).
- Converrucosisporites* sp. A (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).
- Deltoidospora australis* (Couper) Pocock, 1970.
- Deltoidospora minor* (Couper) Pocock, 1970 (Lám. 1, Fig. 3).
- Deltoidospora neddeni* Pflug, 1953.
- Deltoidospora* spp.
- Dictyophyllidites mortoni* (de Jersey) Playford y Dettmann, 1965.
- Dictyophyllidites* spp.
- Divisisporites* sp. A (in Volkheimer, 1972).
- Duplexisporites* (?) sp. B (en Volkheimer y Quattrocchio, 1975).
- ? *Duplexisporites* spp.
- Duplexisporites* spp.
- Gleicheniidites* cf. *argentinus* Volkheimer, 1972.
- Gleicheniidites* sp. B (en Arguijo y Volkheimer, 1985).
- Gleicheniidites* sp. 1 (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).
- Gleicheniidites* sp. 2 (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).
- Gleicheniidites* sp. 3 (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).
- Granulatisporites* sp. A (en Volkheimer, 1968).
- Granulatisporites* sp. D (en Volkheimer, 1972).
- Granulatisporites* spp.
- Interulobites variabilis* Volkheimer y Quattrocchio, 1975 (Lám. 1, Fig. 6).
- Interulobites* cf. *triangularis* (Brenner) Phillips y Felix, 1971.
- Interulobites lajensis* Martínez, 2000a.
- Ischyosporites* spp.
- Klukisporites labiatus* (Volkheimer) Baldoni y Archangelsky, 1983
- Klukisporites* spp.
- Leptolepidites macroverrucosus* Schulz, 1967.

## APÉNDICE

### LISTA SISTEMÁTICA DE ESPECIES

#### Esporas trilete y monolete

- Aequitriradites* sp. A (en Volkheimer and Moroni, 1981).
- Alsophilidites kerguelensis* Cookson, 1947.
- Antulsporites saevus* (Balme) Archangelsky and Gamero, 1966b.
- Antulsporites varigranulatus* (Levet-Carette) Reiser y Williams, 1969.
- Antulsporites* sp. (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).
- Auritulasporites* sp.
- Baculatisporites comaumensis* (Cookson) Potonié, 1956.

- Leptolepidites major* Couper, 1958.  
*Leptolepidites* spp.  
*Neoraistrickia* sp. cf. *N. truncata* (Cookson) Potonié, 1956.  
*Neoraistrickia truncata* (Cookson) Potonié, 1956.  
*Nevesisporites* cf. *radiatus* (Chlonova) Srivastava, 1972 (Lám. 1, Fig. 1).  
*Osmundacidites araucanus* Volkheimer, 1972.  
*Osmundacidites diazii* Volkheimer, 1972.  
*Pilosisporites* sp. 1 (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).  
*Pilosisporites* sp. 2 (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).  
*Punctatosporites scabratus* (Couper) Norris, 1965.  
*Retitriteles austroclavatidites* (Cookson) Döring, Krutzsch, Mai y Schulz, 1963.  
*Retitriteles semimuris* (Danzé-Corsin y Laveine) McKellar, 1974.  
*Retitriteles* spp.  
*Rugulatisporites neuquenensis* Volkheimer, 1972.  
*Staplinisporites caminus* (Balme) Pocock, 1962.  
 cf. *Staplinisporites caminus* (Balme) Pocock, 1962.  
*Taurocusporites* cf. *segmentatus* Stover, 1962.  
*Taurocusporites quattrocchiensis* Martínez, 2000b (Lám. 1, Figs. 4-5).  
*Todisporites major* Couper, 1958.  
*Todisporites minor* Couper, 1958.  
 cf. *Trilites densiverrucosus* Menéndez, 1968.  
 ? *Trilobosporites* sp. (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).  
*Uvaesporites minimus* Volkheimer, 1968.  
*Verrucosisporites varians* Volkheimer, 1972 (Lám. 1, Fig. 2).  
*Verrucosisporites* sp. C (en Volkheimer, 1972).  
 cf. *Verrucosisporites opimus* Manum, 1962.  
*Verrucosisporites* spp.
- Polen**  
*Alisporites robustus* Nilsson, 1958.  
*Alisporites* sp. A (en Volkheimer, 1968).  
*Alisporites* spp.  
*Araucariacites australis* Cookson, 1947.  
*Araucariacites fissus* Reiser y Williams, 1969.  
*Araucariacites pergranulatus* Volkheimer, 1968.  
*Araucariacites* spp.  
*Callialasporites dampieri* (Balme) Dev, 1961 (Lám. 1, Fig. 9).  
*Callialasporites microvelatus* Schulz, 1966.  
*Callialasporites segmentatus* (Balme) Srivastava, 1963 (Lám. 1, Fig. 7).  
*Callialasporites trilobatus* (Balme) Dev, 1961 (Lám. 1, Fig. 8).  
*Callialasporites turbatus* (Balme) Schulz, 1967.  
*Callialasporites* spp.  
*Cerebropollenites macroverrucosus* (Thiergart) Schulz, 1967.  
*Classopollis simplex* (Danzé-Corsin y Laveine) Reiser y Williams, 1969.  
*Classopollis* cf. *classoides* (Pflug) Pocock y Jansonius, 1961 (Lám. 1, Fig. 10).  
*Classopollis major* Groot y Groot, 1962.  
*Classopollis* spp.  
*Cycadopites adjunctus* (de Jersey) Volkheimer y Quattrocchio, 1975.  
*Cycadopites granulatus* (de Jersey) de Jersey, 1964.  
*Cycadopites nitidus* (Balme) de Jersey, 1964.  
*Cycadopites* spp.  
*Dacrycarpites* spp.  
*Equisetosporites caichigüensis* Volkheimer y Quattrocchio, 1975.  
*Inaperturopollenites indicus* Srivastava, 1966.  
*Inaperturopollenites microgranulatus* Volkheimer, 1972.  
*Inaperturopollenites* sp. A (en Volkheimer, 1972).  
*Inaperturopollenites* sp. B (en Volkheimer, 1972).  
*Inaperturopollenites* spp.  
*Microcachrydites castellanosi* Menéndez, 1968 (Lám. 1, Fig. 11).  
*Microcachrydites* spp.  
*Monosulcites* sp. B (en Volkheimer y Quattrocchio, 1975).  
*Monosulcites* sp. (en Quattrocchio, 1980).  
*Monosulcites* spp.  
*Phrixipollenites* spp.  
*Podocarpidites* cf. *ellipticus* Cookson, 1947.  
*Podocarpidites* cf. *otagoensis* Couper, 1953.  
*Podocarpidites* sp. cf. *P. verrucosus* (en Volkheimer y Quattrocchio, 1975).  
*Podocarpidites* spp.  
 ? *Podosporites* spp.  
*Trisaccites microsaccatus* (Couper) Couper, 1960.  
*Vitreisporites pallidus* (Reissinger) Nilsson, 1958.  
*Vitreisporites* sp. (en Volkheimer, 1968).  
*Vitreisporites* spp.
- Chlorococcales**  
*Botryococcus* spp.
- Acritarcos**  
*Leiosphaeridia* sp. C (en Quattrocchio y Volkheimer, 1983).  
*Leiosphaeridia* cf. *L.* sp. B (en Volkheimer et al., 1977).

*Leiosphaeridia* sp. cf. *L. hyalina* (Deflandre) Downie, 1957.

*Leiosphaeridia* spp.

*Michrhystridium brevispinosum* (Sarjeant) Sarjeant y Stancliffe, 1994.

*Michrhystridium echinoides* Valensi, 1953.

*Michrhystridium fragile* Deflandre, 1947b.

*Michrhystridium inconspicuum* (Deflandre) Deflandre, 1937; emend. Deflandre and Sarjeant, 1970.

*Michrhystridium nannacanthum* Deflandre, 1945.

*Michrhystridium placophorum* Valensi, 1948.

*Michrhystridium recurvatum* forma *recurvatum* Valensi, 1953.

*Michrhystridium* spp.

*Polygonium* sp. (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 2001).

*Acanthaulax* sp.

*Endoscrinium* sp.

*Escharisphaeridia pocockii* (Sarjeant) Erkmen y Sarjeant, 1980.

*Escharisphaeridia* spp.

*Jansonía psilata* Martínez, Quattrocchio y Sarjeant, 1999b (Lám. 1, Fig. 12).

*Nannoceratopsis pellucida* (Deflandre) emend. Evitt, 1961b.

### **Prasinophyceae**

*Cymatiosphaera eupeplos* (Valensi) Deflandre, 1954.

*Cymatiosphaera* spp.

*Pleurozonaria picunensis* Quattrocchio, 1980.

*Pterosphaeridia* spp.

### **Dinoflagelados**

? *Acanthaulax downiei* (Sarjeant) Sarjeant, 1976.

MANUSCRITO RECIBIDO: 14 junio, 2001

MANUSCRITO ACEPTADO: 10 septiembre, 2001