



## PALINOBIOTAS FÓSILES

Wolfgang Volkheimer<sup>1</sup>, Mirta Quattrocchio<sup>2</sup>, Marcelo Martínez<sup>2</sup>, Mercedes Prámparo<sup>1</sup>,  
Laura Scafati<sup>3</sup> y Daniel Melendi<sup>3</sup>

1. IANIGLA, CCT - CONICET, Mendoza. volkheim@mendoza-conicet.gov.ar; mprampar@mendoza-conicet.gov.ar  
2. INGEOSUR, CONICET. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geología. mquattro@criba.edu.ar;  
martinez@criba.edu.ar 3. Museo Argentino de Ciencias Naturales «B. Rivadavia» - CONICET. División Paleobotánica.  
lscafati@macn.gov.ar, dlmelendi@macn.gov.ar

### RESUMEN

Se presenta una síntesis del conocimiento de las palinobiotas jurásicas, cretácicas y paleógenas de la Cuenca Neuquina, en Neuquén. Para caracterizar la palinoflora liásica, se eligen las muy diversas asociaciones palinológicas terrestres (con la primera aparición de *Callialasporites*) y costeras (con *Nannoceratopsis*) de la Fm. Nestares (Toarciano Tardío) de Alicura (Río Limay), depositadas cerca de los bordes de una bahía parálisis interdistributaria. Las formaciones mesojurásicas Los Molles y Lajas de la parte centro-austral de la cuenca, representan ambientes marinos someros y deltaicos con acritarcos acantomorfos (*Micrhystridium*) y esferomorfos (*Leiosphaeridia*). Entre las especies terrestres predominan las familias de coníferas Cheirolepidiaceae, Araucariaceae y Podocarpaceae, acompañadas por helechos. Durante una nueva transgresión en el Calloviano Medio y Tardío (Fm. Lotena) los quistes de dinoflagelados son más abundantes y diversos. El intervalo Tithoniano-Berriasiano presenta una continuidad palinoestratigráfica, si bien los dinoflagelados permiten subdivisiones. El gran cambio microflorístico se produce en el límite Berriasiano-Valanginiano, con la aparición y abundancia del polen de coníferas *Cyclusphaera psilata*, que tiene su máxima frecuencia en la Fm. Agrio (Valanginiano Tardío - Barremiano). En el Mb. Quili Malal (Fm. Rayoso) aparecen granos de primitivas angiospermas del complejo *Huitrinipollenites-Stephanocolpites* del Aptiano-Albiano. La ingresión marina atlántica del K/T estudiada en la cuenca de Añelo, esta caracterizada por la presencia de una diversa asociación de dinoquistes y un pico de abundancia de coníferas por encima del intervalo. En una microflora del Eoceno Medio a Tardío en Confluencia (Río Limay), intercalada en sedimentos de un arco volcánico, predomina *Nothofagidites* (grupos *fusca* y *brassii*), asociado con otras angiospermas que caracterizan un bosque templado húmedo.

**Palabras clave:** palinobiotas, Jurásico, Cretácico, Paleógeno, Cuenca Neuquina

### ABSTRACT

*Fossil palynobiotas.*- This paper presents a synthesis of the knowledge on Jurassic, Cretaceous and Paleogene palynobiotas of the Neuquén province. For the characterization of the Liassic microfloras, the very diverse Late Toarcian terrestrial (with the incoming of *Callialasporites*) and coastal assemblages (with *Nannoceratopsis*) of the Nestares Formation at Alicura (Limay river) are selected. The Middle Jurassic Los Molles and Lajas formations of the central southern part of the basin represent shallow marine and deltaic environments with acanthomorph acritarchs (*Micrhystridium*) and sphaeromorphs (*Leiosphaeridia*). Among the terrestrial species are prevailing the pollen grains of the families Cheirolepidiaceae, Araucariaceae and Podocarpaceae, accompanied by ferns. During a new transgression in the middle and late Callovian (Lotena Formation) dinoflagellate cysts are getting more diverse and endemic. The interval Tithonian-Berriasian presents a palynostratigraphic uniformity, even if dinoflagellates allow subdivisions. The great microfloristic change occurs at the Berriasian-Valanginian boundary, with the first and abundant occurrence of *Cyclusphaera psilata*, whose maximal frequency is observed throughout the Agrio Formation (Late Valanginian to Barremian). In the Quili Malal Member (Rayoso Formation) appear grains of primitive angiosperms of the *Huitrinipollenites-Stephanocolpites* complex of Aptian-Albian age. The marine Atlantic ingression (K/T) recorded at the Añelo locality is characterized by a great diversity of dinocysts and a peak of abundance of conifers just above the boundary. In a Middle to Late Eocene microflora at Confluencia (Río Limay), intercalated in sediments of a volcanic arc, is dominating *Nothofagidites* (*fusca* and *brassii* groups), associated with other angiosperms which characterize a temperate and humid forest.

**Key words:** palynobiotas, Jurassic, Cretaceous, Paleogene, Neuquén Basin

### INTRODUCCIÓN

Este trabajo actualiza la síntesis sobre «Microfloras fósiles» (Volkheimer 1978), expuesta en el Relatorio del 7º Congreso Geológico Argentino, realizado en 1978 en Neuquén.

En la provincia de Neuquén se han hallado y estudiado asociaciones de palinomorfos (palinobiotas) del Jurásico, Cretácico y Paleógeno. Las palinobiotas son asociaciones de esporas y granos de polen del Reino Plantae, que pueden estar asociadas con representantes del Reino Protocista, que com-

prende la mayoría de las formas acuáticas, como quistes de dinoflagelados y algas verdes. También pueden estar presentes, con relativa frecuencia, los restos fúngicos (Reino Mycota).

Los cambios en la vegetación a través de la historia geológica de la cuenca, han estado relacionados a la paleogeografía, tectónica y a cambios climáticos que afectaron la Cuenca Neuquina. La evolución de la vegetación se conoce mediante el análisis de las asociaciones de palinomorfos (esporas, granos de polen y microplancton de pared orgánica) presentes en las diferentes unidades estratigráficas de la cuenca.

## Jurásico Inferior

En el extremo sur de la Cuenca Neuquina, en el valle del río Limay, localidad Alicura, se hallaron, varias décadas atrás (Volkheimer *et al.* 1981), asociaciones de palinomorfos continentales y marinos del Jurásico Inferior (Fm. Nestares). Nuevos estudios de la taxonomía, palinoestratigrafía y paleoecología de las especies terrestres de la palinoflora (Zavattieri & Volkheimer 2003), de las palinofacies y el ambiente sedimentario (Zavattieri, *et al.* 2008) completaron el conocimiento de esta unidad, depositada en las proximidades de una bahía parálida interdistributaria. La gran diversidad específica (48 especies de esporas de briofitas/pteridofitas; 23 especies de granos de polen de gimnospermas, 7 especies de algas de agua dulce y 16 morfotipos de palinomorfos marinos, pertenecientes a las algas prasinofíceas, acritarcos y dinoflagelados) y la presencia de formas guía permite asignar a la Fm. Nestares al Toarciano Tardío. De este modo, queda establecido que en esta parte más austral de la Cuenca Neuquina la secuencia de la Fm. Nestares representa la unidad estratigráfica basal del Grupo Cuyo y que la transgresión marina llegó a esta región recién en el Toarciano Tardío. La primera aparición de *Callialasporites* spp., la presencia de la suite de *Parvocysta*, junto con *Phallocysta*, *Nannoceratopsis* y (*?*) *Suessiaceae*, sugieren una edad toarciana.

Los primeros estudios sobre la palinología del Jurásico Inferior y Medio de Neuquén se realizaron al sur de la Dorsal de la Cuenca Neuquina, en la sierra de Chacai Có y en las cercanías del codo del arroyo Picún Leufú (Volkheimer 1968, 1969, 1971, 1972, 1973, 1974, 1977; Menéndez 1968; González Amicón & Volkheimer 1982a, 1982b; Quattrocchio 1984a, 1984b). Más hacia el este, los palinomorfos del Lías de la Fm. Piedra Pintada han sido objeto de un estudio taxonómico por Arguijo & Volkheimer (1985). Cuadros de distribución estratigráfica de los palinomorfos jurásicos y cretácicos de la faja andina fueron presentados por Volkheimer & Quattrocchio (1981a). En el marco de un estudio integral del Jurásico circumpacífico, Sarjeant *et al.* (1992) resumieron los conocimientos sobre los palinomorfos jurásicos de la región.

## Jurásico Medio

El Grupo Cuyo (Jurásico Inferior a Medio) representa el primer episodio importante de sedimentación marina después de la configuración de la cuenca. En el centro-sur de Neuquén, este Grupo evidencia un arreglo regresivo debido a la progradación de unidades clásticas someras desde el sudeste. En este contexto el depósito se habría iniciado con pelitas negras de interior de cuenca a plataforma externa denominada Fm. Los Molles, que pasan a areniscas blanquecinas marino-someras deltaicas asignadas a la Fm. Lajas, cubiertas a su vez por depósitos continentales de la Fm. Challacó.

Estudios taxonómicos de la palinoflora terrestre de la Fm. Lajas son los de Menéndez (1968), Volkheimer (1972), Scafati & Morbelli (1984) y Martínez *et al.* (2001). Volkheimer *et al.* (1984) ensayaron una caracterización palinológica y sedimentológica de una secuencia regresiva y transgresiva en el Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina al sur de la Dorsal.

La Fm. Lajas se caracteriza por una escasa presencia y baja diversidad de microplancton marino de pared orgánica. Son predominantes los acritarcos Acanthomorphytae (*Michrhystridium*) y subordinadamente los Sphaeromorphytae (*Leiosphaeridia*), las prasinofíceas se presentan de manera esporádica y dentro de los dinoflagelados dominan las formas proximadas (*Escharisphaeridia pocockii*) y taxones de condiciones eurihalinas (*Nannoceratopsis pellucida*) y oportunistas (*Jansonia psilata*). Se sugieren condiciones marino-marginales y salinidad sub-normal (Martínez & Quattrocchio 2005). Las asociaciones palinológicas continentales evidencian el predominio de algunos grupos de gimnospermas: Cheirolepidiaceae, Araucariaceae y Podocarpaceae, con una flora de helechos acompañante: Cyatheaceae, Osmundaceae, Marattiaceae, Dipteridaceae y Schizaeaceae. La influencia de efusivos ácidos durante el Jurásico condicionó el bajo pH de los suelos y la vegetación resultante. De esta manera, las riolitas del Grupo Choiyoi (Permo-Triásico) así como otras rocas ácidas del basamento, podrían haber actuado como sustrato de las primitivas araucariáceas. Estas condiciones permiten sugerir un escenario de *plateaus* bajo condiciones climáticas cálido-templadas y tasas variables de precipitación durante el Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina (Quattrocchio *et al.* 2001).

Para el rango Aaleniano Tardío - Calloviano Temprano, Martínez (2002) definió dos biozonas y ocho subbiozonas basadas en el contenido de esporomorfos de la Fm. Lajas en el centro-oeste de la cuenca, calibradas con amonites y en un marco estratigráfico secuencial, sugiriendo para este sector de la cuenca y para esta unidad una edad comprendida entre el Bajociano Temprano y el Calloviano Temprano (Fig. 1).

El Grupo Lotena registra el segundo episodio de inundación marina generalizada de la Cuenca Neuquina. Constituye una unidad clástico evaporítica desarrollada en amplios sectores de la misma durante el Calloviano Medio - Oxfordiano.

En la Fm. Lotena la presencia de paleomicroplancton adquiere mayor importancia, con un índice continental vs. marino que varía entre 1:1 y 1:5. La diversidad de especies puede alcanzar hasta 40 taxa, siendo los dinoflagelados quienes presentan mayor abundancia y diversidad (23 especies), (Martínez & Quattrocchio 2004). Durante el Calloviano Medio-Tardío abundantes y diversas asociaciones de quistes de dinoflagelados emergen en la cuenca. Las mismas están caracterizadas por un importante endemismo y la presencia de dinoquistes corados. La distribución de especies varía considerablemente según las localidades de estudio, registrándose un mayor grado de endemismo hacia posiciones más australes y marginales (Puente Arroyo Picún Leufú; Volkheimer & Quattrocchio 1981b), pudiendo mencionarse: *Dissilodinium volkheimeri*, *Lithodinia jurassica* subsp. *reburrosa* y *Diacanthum argentinum*, mientras que hacia el norte (Portada Covunco) se hace notoria la participación de taxones cosmopolitas (*Gonyaulacysta jurassica* y *Scriniodinium crystallinum*), sugiriendo condiciones de mar abierto (no-restringidas). La Zona de *Endoscrinium galeritum reticulatum* (Quattrocchio & Sarjeant 1992) fue definida para la Fm. Lotena y está asociada a la presencia de amonites del Horizonte de *Rehmannia patagoniensis* correspondientes al Calloviano Medio (Riccardi & Westermann 1991a, 1991b)

### Jurásico Superior

El «Yeso Principal» o Fm. Auquilco (Oxfordiano) es una sucesión evaporítica blanquecina de hasta 400 m de espesor que constituye uno de los miembros más distintivos de la sucesión jurásica de Neuquén y Mendoza (Legarreta & Gulisano 1989; Legarreta & Uliana 1999).

Las Fms. Tordillo y Quebrada del Sapo corresponden a unidades clásticas acumuladas en un medio continental dentro de la Cuenca Neuquina durante el Kimmeridgiaco. Estas unidades se disponen en contacto neto sobre depósitos marinos a continentales del Grupo Lotena y son a su vez cubiertas por los depósitos marinos de la Fm. Vaca Muerta (Tithoniano) (Zavala *et al.* 2008).

Esta depositación continental ha sido vinculada a una desconexión temporaria de la Cuenca Neuquina del océano Pacífico la cual culminaría con una inundación catastrófica durante el Tithoniano, representado por las lutitas de *offshore* asignadas a la Fm. Vaca Muerta (tomado de Zavala *et al.* 2008 y bibliografía ahí citada). La reconstrucción sísmo-estratigráfica del intervalo Tithoniano sugiere un episodio de inundación regional, seguido por el desarrollo de un embancamiento carbonático con geometría de rampa (tomado de Legarreta & Uliana 1999).

Los primeros estudios palinológicos del Tithoniano han sido los de Volkheimer & Quattrocchio (1975a, 1975b, 1981b), Volkheimer *et al.* (1976), Quattrocchio (1980) y Quattrocchio & Volkheimer (1990).

Los depósitos del Jurásico terminal corresponden a una cuenca marina con fondo euxínico (Fm. Vaca Muerta), circundada por un cinturón nerítico sometido a sedimentación carbonática (Fm. Quintuco=Calcárea, Fm. Picún Leufú,) y terrígena (tomado de Legarreta & Uliana 1999). El Tithoniano es ampliamente transgresivo sobre depósitos de distinta edad, y está estrechamente relacionado con el suprayacente Neocomiano al cual pasa transicionalmente tanto desde el punto de vista sedimentológico como faunístico. Durante el Berriasiano se mantuvo el carácter general de los sistemas depositacionales instaurados en el Tithoniano. En el pasaje Berriasiano-Valanginiano se verifica, en cambio, un neto corte faunístico (Leanza 1981, Quattrocchio *et al.* 2002).

En los afloramientos más australes de la Fm. Auquilco, en la localidad Portada Covunco (Neuquén) se reconocieron palinomorfos continentales y acritarcos. El predominio de Cheirolepidiaceae y de acritarcos indicaría un ambiente cercano a la costa. Se reconocieron helechos y Caytoniales. La palinoflora refleja condiciones climáticas

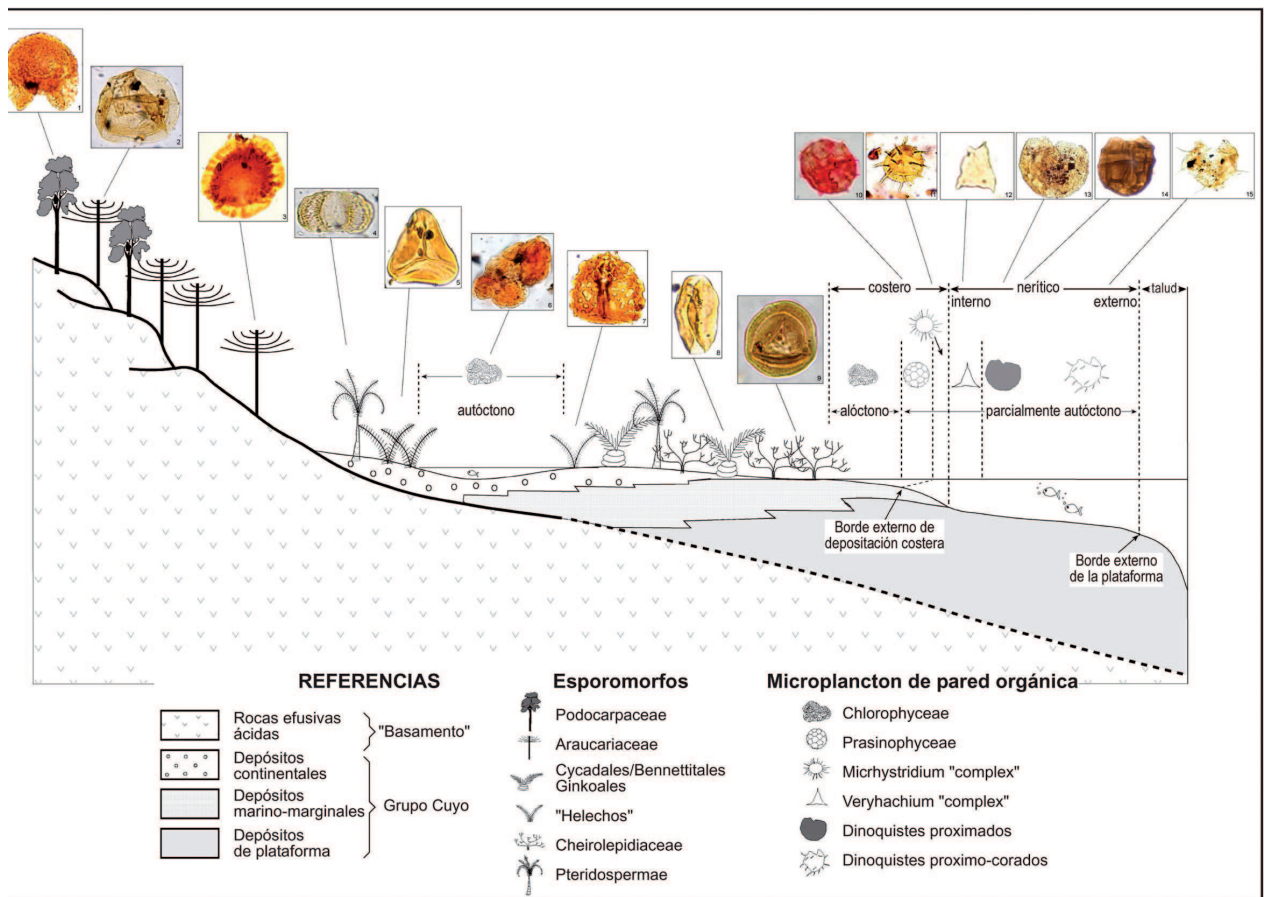


Figura 1: Reconstrucción generalizada de la paleogeografía y paleovegetación del Grupo Cuyo, Fms. Los Molles y Lajas (autores Quattrocchio y Martínez). 1.- *Microcachryidites castellanosii* Menéndez. Fm. Lajas. 2.- *Araucariacites australis* Cookson. Fm. Lajas. 3.- *Callialasporites trilobatus* (Balme) Dev. Fm. Lajas. 4.- *Vitreisporites pallidus* (Reissinger) Nilsson. Fm. Lajas. 5.- *Gleicheniidites* sp. 1 (en Martínez, Quattrocchio y Sarjeant). Fm. Lajas. 6.- *Botryococcus* sp. Fm. Los Molles. 7.- *Klukisporites labiatus* (Volkheimer) Baldoni y Archangelsky. Fm. Lajas. 8.- *Cycadopites adjunctus* (de Jersey) Volkheimer y Quattrocchio. Fm. Lajas. 9.- *Classopollis simplex* (Danzé, Corsin y Laveine) Reiser y Williams. Fm. Lajas. 10.- *Cymatiosphaera* cf. *C. volkheimerii* (Quattrocchio) Martínez, Quattrocchio y Prámparo. Fm. Los Molles. 11.- *Micrhystridium brevispinosum* (Sarjeant) Sarjeant y Stancliffe. Fm. Lajas. 12.- *Veryhachium valensii* (Valensi) Downie y Sarjeant 1965, *emend.* Sarjeant. Fm. Los Molles. 13.- *Escharisphaeridia pocockii* (Sarjeant) Erkmen y Sarjeant. Fm. Los Molles. 14.- *Jansonia psilata* Martínez, Quattrocchio y Sarjeant. Fm. Lajas. 15.- *Cleistosphaeridium* sp. Fm. Los Molles

semiáridas con ambientes húmedos locales de pantanos costeros con vegetación de helechos (Volkheimer & Moroni 1981). Corresponde a la Subzona de *Stereisporites pandoi* de edad oxfordiana tardía dentro de la Zona de *Callialasporites dampieri* (Quattrocchio *et al.* 1996).

La vegetación costera durante el Tithoniano habitó en pantanos ubicados en las márgenes externas de un delta y estaba compuesta principalmente por varias especies de Cheirolepidiaceae (coníferas), productoras de

*Classopollis simplex*, *C. cf. classoides*, *C. torosus* y *C. itunensis*. En las fases regresivas los elementos locales predominan, dominando los pantanos con helechos y en menor proporción por las Caytoniales. En zonas alejadas y relativamente elevadas, habitaban las araucariáceas (*Araucariacites*, y *Callialasporites*) y podocarpáceas (*Podocarpidites*, *Microcachrydites* y *Trisaccites*). Los eventos regresivos están marcados por la diversificación de acritarcos y escasa diversidad de quistes de dinoflagelados (Fig. 2).

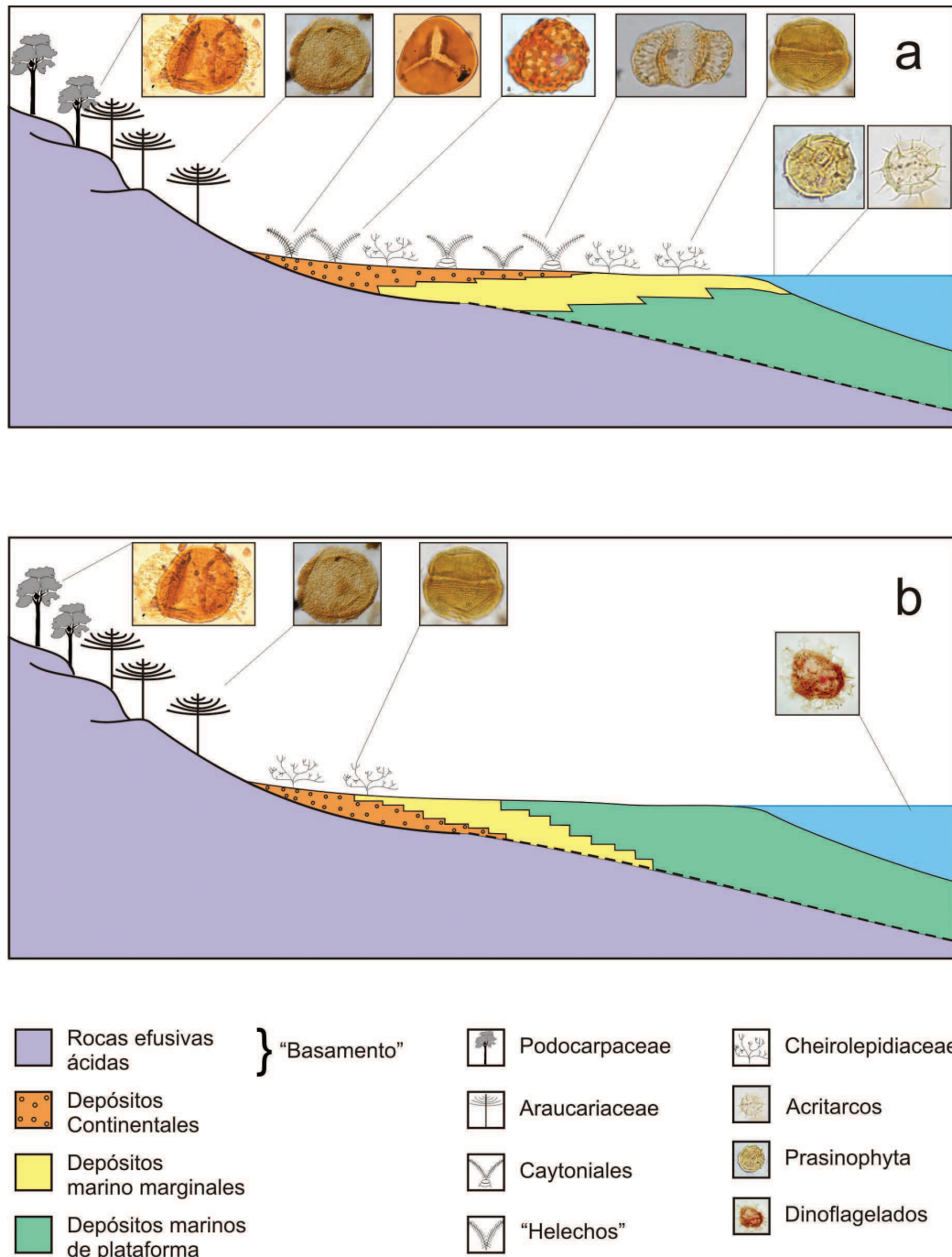
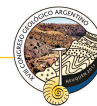


Figura 2: Reconstrucción generalizada de la paleogeografía y paleovegetación de la secuencia transgresiva (b) y regresiva (a) correspondiente a la Fm. Vaca Muerta (Tithoniano-Berriasiano) de la Cuenca Neuquina (autores Quattrocchio & Martínez). 1.- *Podocarpidites ellipticus* Cookson 2.- *Araucariacites australis* Cookson. 3.- *Deltoidospora neddeni* Pflug. 4.- *Vitreisporites pallidus* (Reissinger) Nilsson. 5.- *Classopollis classoides* (Pflug) Pocock y Jansonius. 6.- *Pleurozonaria picunensis* Quattrocchio. 7.- *Micrhystridium recurvatum* Valensi. 8.- *Hystrichosphaerina neuquina* Quattrocchio y Volkheimer, *emend.* Quattrocchio y Sarjeant.



En los eventos transgresivos disminuyen los elementos locales y domina el paleomicroplancton de pared orgánica, especialmente quistes de dinoflagelados. Estos últimos más abundantes y diversos durante la parte alta del Tithoniano Medio - Tithoniano Tardío (Fm. Picún Leufú), entre otros *Dichadogonyaulax culmula* var. *curtospina*, *Aptea notialis*, *Hystrichosphaerina neuquina* etc. *H. neuquina* es especialmente abundante durante los eventos transgresivos.

Durante el Berriasiano Tardío (Quattrocchio & Volkheimer 1985) se observa una tendencia regresiva en la localidad Mallín Quemado expresada por la gradual disminución de la participación de los quistes de dinoflagelados, aumento de Cheirolepidiaceae junto con las esporas triletes y monoletes que representan la vegetación de los pantanos costeros. El Berriasiano Tardío se caracteriza por la presencia de los quistes de dinoflagelados: *Cribopteridinium reticulatum* y *H. neuquina* entre otros.

En la localidad de Tres Esquinas (Kietzmann *et al.* 2010), el Berriasiano Tardío - Valanginiano Temprano, se presenta en facies de rampa externa; por la presencia de *Lenticulina*, la abundancia de dinoquistes y microcoprolitos de crustáceos, los autores sugieren condiciones abiertas con salinidad normal y fondos bien oxigenados. Las coníferas dominaron ampliamente el panorama vegetacional en los tiempos tithonianos. Estas condiciones aproximadamente imperaron durante el resto del Tithoniano-Berriasiano.

Las microfloras del Tithoniano-Berriasiano son muy similares y corresponden a la Palinozona de *Equisetosporites* - *Trisaccites* (Volkheimer & Pöthe de Baldi 1982). La única diferencia entre las microfloras tithonianas-berriasianas es la menor diversidad de estas últimas (Volkheimer 1980, Quattrocchio *et al.* 2003). El cambio microflorístico marcado se presenta en el límite Berriasiano/Valanginiano, debido a la presencia conspicua y abundante de *Cyclusphaera psilata* (Riccardi *et al.* 1990).

En base a quistes de dinoflagelados se reconocen la Palinozona de *Acanthaulax downiei* (Tithoniano Temprano a Medio) y la Palinozona de *Millioudodinium nuciforme* (Tithoniano Medio tardío). Para el Tithoniano Tardío temprano la Palinozona de *Dichadogonyaulax culmula* var. *curtospina* y para el Tithoniano Tardío tardío - Berriasiano la Palinozona de *Aptea notialis* (Quattrocchio *et al.* 1996, Quattrocchio *et al.* 2003).

La similitud de los componentes microflorísticos hallados tanto en Patagonia Austral como en Cuenca Neuquina, indicarían que los cambios paleogeográficos ocurridos no solo estarían provocados por fluctuaciones eustáticas, tectónicas y/o sedimentológicas, sino también climáticas. Una gran región del sur de Sud America estuvo sujeta a condiciones semiáridas durante el Jurásico Tardío y parte del Cretácico Temprano.

### Cretácico Inferior

Durante el Valanginiano Temprano tuvo lugar en la cuenca una regresión marina evidenciada por los depósitos marinos someros, continentales, volcánoclasticos, correspondientes a la Fm. Mulichinco. En la localidad de Chacay Melehue se recuperó una microflora de origen continental con predominio de *Classopollis* asociado a esporas de helechos y briofitas y otra marina marginal (acritarcos y quistes proximales de dinoflagelados) previamente con-

siderada como correspondiente a la Fm. Tordillo (Volkheimer & Prámparo 1993).

Hacia finales del Valanginiano Temprano comienza nuevamente una fase regresiva con la depositación de lutitas negras, calizas y areniscas, correspondientes a la Fm. Agrio (Valanginiano Temprano - Barremiano Temprano), que junto a la Fm. Huitrín representan el final del ciclo de depósitos marinos relacionados al océano Pacífico en la Cuenca Neuquina. Tanto el Mb. Pilmatué como en el Mb. Agua de la Mula (Fm. Agrio), son de origen marino y presentan quistes de dinoflagelados en su mayoría cosmopolitas, con biocrones extensos y sin una biozonación propuesta. Se destacan *Dingodinium cerviculum*, *Cribopteridinium orthoceras*, *Oligosphaeridium complex*, *Systematophora rosenfeldii* (Volkheimer & Sarjeant 1993), *Muderongia* spp, *Cyclonephelium* spp También se registra la presencia de especies terrestres (Volkheimer & Prámparo 1984), principalmente representadas por la asociación *Classopollis-Cyclusphaera-Arauciacites-Callialasporites, Balmeiopsis* (Aguirre Urreta *et al.* 1999; 2005; Ottone 2009; Prámparo & Volkheimer 1996; Peralta 1996, 2000; Peralta & Volkheimer 1997, 2000; Volkheimer & Sepúlveda 1976, Volkheimer *et al.* 1976.). El miembro medio (Mb. Avilé) de la Fm. Agrio corresponde a areniscas de ambiente marginal y continental producto de un marcado descenso relativo del nivel del mar, donde se ha reportado una asociación microflorística obtenida en el cerro de la Parva, integrada por granos de polen de coníferas y en menor proporción esporas de hepáticas y helechos (Prámparo & Volkheimer 1999).

Al sur de la dorsal de Huincul, entre la Fm. Agrio y la suprayacente Lohan Cura, aflora la Fm. La Amarga de edad hauteriviana tardía a barremiana. Se menciona para el miembro medio de esta unidad (Mb. Bañados de Caichigüe) una asociación microflorística bien preservada dominada por algas clorofíceas (*Scenedesmus, Botryococcus*) indicadoras de un cuerpo de agua dulce con alta disponibilidad de nutrientes; entre las formas terrestres dominan las coníferas (*Cyclusphaera, Classopollis, Callialasporites, Podocarpidites, Microcachrydites*) (Volkheimer *et al.* 1977; Dellapé *et al.* 1978; Prámparo & Volkheimer 2002).

Desde gran parte del Barremiano al Aptiano-Albiano la sedimentación de la cuenca se caracterizó por depósitos correspondientes a sistemas de sabkas y evaporitas asociados a sedimentitas rojas continentales (Grupo Bajada del Agrio). Se reconoció para la parte inferior del grupo en la localidad de Bajada del Agrio la Subzona de *Klukisporites foveolatus* (Barremiano Tardío - Aptiano) caracterizada por la presencia dominante de gimnospermas (principalmente coníferas) junto a esporas de licofitas y pteridofitas asociadas a briofitas y gran variedad de gnetofitas. En el Mb. Quili Malal (Fm. Rayoso), parte superior del grupo, se reporta la Zona asociación de *Afropollis zonatus* dominada por coníferas (*Cyclusphaera psilata, Balmeiopsis limbatus, Classopollis, Callialasporites*) asociadas a gnetales (*Gnetaceapollenites, Ephedripites*) y granos de primitivas angiospermas referidos al complejo *Huitrinipollenites-Stephanocolpites* (Grupo *Asteropollis*) sumado a la presencia de *Afropollis* y a granos tricolpados (Volkheimer & Salas 1975, 1976; Vallati 2006).

En suma, las asociaciones de microplancton de pared orgánica se distribuyen dentro de la cuenca según su ubicación con respecto a las líneas de costa. En cuanto a la vegetación terrestre se evidencia en general en las diferentes

SIST.	PISO	Fm.						
PALEÓGENO	DANIANO	GRUPO MALARGÜE	JAGÜEL	 26	 27	 28		
				 23	 24	 25		
CRETÁCICO SUPERIOR (parís)	MAASTRICHTIANO	ALLEN		s i n d a t o s p a l i n o l ó g i c o s				
CRETÁCICO INFERIOR	ALBIANO	GRUPO BAJADA DEL AGRIO		 18	 19	 20	 21	 22
	APTIANO			 14	 15	 16	 17	
	BARREMIANO	LA AMARGA		 11	 12	 13		
	HAUTERIVIANO	MIEMBRO AGUA DE LA MULA		 7	 8	 9	 10	
		AVILE		 4	 5	 6		
		MIEMBRO PILMATUE		 1	 2	 3		
	VALANGINIANO	MULICHINCO			 1	 2	 3	

Figura 3: Cuadro de distribución de los palinomorfos mas representativos estudiados de formaciones cretácicas (desde el Valanginiano hasta el limite KT incluido) de Cuenca Neuquina, provincia del Neuquén. Durante el intervalo Cenomaniano -Maastrichtiano no se registran datos palinológicos en la provincia de Neuquén. 1. *Equisetosporites caichiguensis* Volkheimer & Quattrocchio; 2. *Classopollis simplex* (Danze Corsin & Laveine) Reiser & Williams; 3. *Staplinisporites caminus* (Balme) Pocock (Fm. Mulichinco). 4. *Circulodinium distinctum* (Deflandre & Cookson) Jansoni; 5. *Oligosphaeridium complex* (White) Davey & Williams; 6. *Cribroperidinium* sp.; 7. *Cycclusphaera psilata* Volkheimer & Sepúlveda; 8. *Balmeiopsis limbatus* (Balme) Archangelsky; 9. *Araucariacites australis* Cookson; tetrada de *Classopollis*; 11. *Muderongia staurota* Sarjeant; 12. *Dingodinium cervilculum* Cookson y Eisenack; 13. *Muderongia tabulata* (Raynaud) Monteil (Fm. Agrio). 14. *Callialasporites trilobatus* (Balme) Dev; 15. *Scendesmus* sp. cf. *S. dimorphus* (Turpin) Kützing 16. *Leiosphaeridia dellapei* Volkheimer, Caccavari & Sepúlveda; 17. *Cycclusphaera* sp. A.; 18. *Huitrinipollenites transitorius* Volkheimer & Salas; 19. *Stephanocolpites mastandrei* Volkheimer & Salas; 19. *Tricolpites* cf. *sagax* Norris; 20. *Afropollis operculatus* Doyle, Jardine & Doerenkamp; 22. *Afropollis zonatus* Doyle, Jardine & Doerenkamp; 23. *Deflandrea galleata* (Lejeune-Carpentier) Lentin & Williams; 24. *Disphaerogena carposphaeropsis* (Wetzel) Sarjeant; 25. *Grapnelispora loncochensis* Papú; 26. *Michrystridium fragile* Deflandre; 27. *Palaeoperidinium pyrophorum* (Ehr) Sarjeant; 28. *Phelodinium magnificum* (Stanley) Stover & Evitt (las fotos no están puestas a escala y la presencia de cada una de las especies acotadas a las formaciones no indica necesariamente que estén restringidas a esa formación; se las eligió debido a su representatividad y abundancia) (autores Prámparo & Bottero).

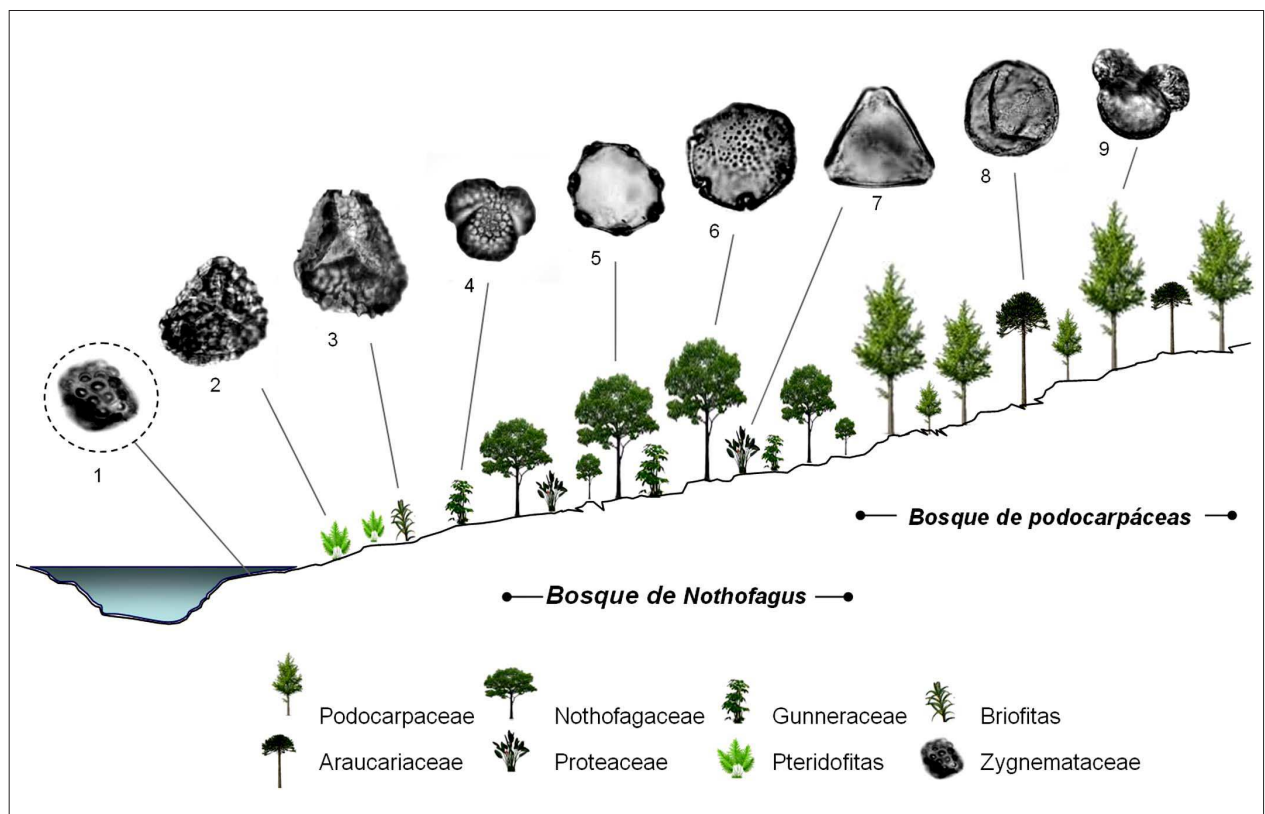


Figura 4: Perfil transversal, mostrando la paleovegetación del Eoceno Medio a Tardío y los palinomorfos característicos de la Fm. Huitrera en la localidad de Confluencia, Río Limay. 1. *Zygnema* sp.; 2. *Klukisporites* sp.; 3. *Trilites parvallatus* Krutzsch; 4. *Tricolpites anguloluminosus* Anderson; 5. *Nothofagidites* tipo *fusca*; 6. *Nothofagidites* tipo *brassii*; 7. *Propylipollis concretus* (Harris) Martin & Harris; 8. *Araucariacites australis* Cookson; 9. *Podocarpidites elegans* Romero (autores Volkheimer, Scafati & Melendi).

microfloras estudiadas, un dominio de las coníferas hasta el Aptiano. A partir de ese momento se registra la aparición de las primeras angiospermas y un aumento en el registro polínico de las gnetales, indicadoras de un aumento de aridez y sequías estacionales. Hacia el Cretácico Tardío el protagonismo de las coníferas sigue vigente aunque en menor proporción, siempre representadas principalmente por *Classopollis*, en asociación con angiospermas como las proteáceas y pteridofitas y briofitas según las condiciones de disponibilidad de humedad local del ambiente (Fig. 3).

### Cretácico Superior

Durante el Campaniano-Maastrichtiano la evolución tectónica de la Cuenca Neuquina cambió abruptamente y se produjo una ingresión marina generalizada desde el Océano Atlántico. El borde oriental de la cuenca de Añelo es una localidad clásica por sus buenas exposiciones de sedimentitas marinas de edad maastrichtianas-danianas. Se obtuvo una importante y variada microflora de la Fm. Jagüel en el perfil Opató (Papú *et al.* 1999), dominada por microplancton de pared orgánica y especies terrestres en forma subordinada. Mediante la integración de datos obtenidos de palinomorfos, foraminíferos y nanofósiles se reconocieron en el perfil dos tramos: uno de edad maastrichtiana caracterizado por *Deflandrea galeata*, aparición de *Disphaerogena carposphaeropsis* y abundancia de formas terrestres; y otro superior correspondiente al Daniano con un incremento en la base de

*Michrystidium fragile* y aparición de *Palaeoperidinium pyrophorum*. Barreda *et al.* (2004), en base a un estudio de detalle de un intervalo correspondiente al límite K/T, reportan una abundancia de coníferas (podocarpáceas, cheirolepidiáceas) junto a esporas de helechos del tipo *Cyatheaaceae* y en menor proporción angiospermas en el Maastrichtiano Tardío, pasando a un marcado incremento de coníferas representadas por un dominio de *Classopollis* (*Cheirolepidiaceae*) justo por encima del intervalo (límite K/T) y una disminución en la variedad y cantidad de angiospermas (Fig. 3).

### Paleógeno

Las provincias microflorísticas del Daniano de la Argentina han sido diseñadas por Quattrocchio & Volkheimer (2000). Dentro de la llamada «Serie Andesítica» se distinguen dos unidades litoestratigráficas correspondientes a dos arcos magmáticos de diferente edad. Un arco extra-Andino representado por la Fm. Huitrera (Paleoceno-Eoceno) y un arco más joven (Oligoceno-Mioceno), situado más al oeste, compuesto por rocas de la Fm. Ventana. Las rocas de ambos arcos volcánicos y el basamento cristalino pre-Mesozoico, constituyen el basamento de la Cuenca de Ñirihuau, una cuenca angosta y alargada que se extiende a lo largo del borde este de los Andes Patagónicos entre San Carlos de Bariloche y Esquel. Litológicamente, las vulcanitas de ambos arcos son similares.

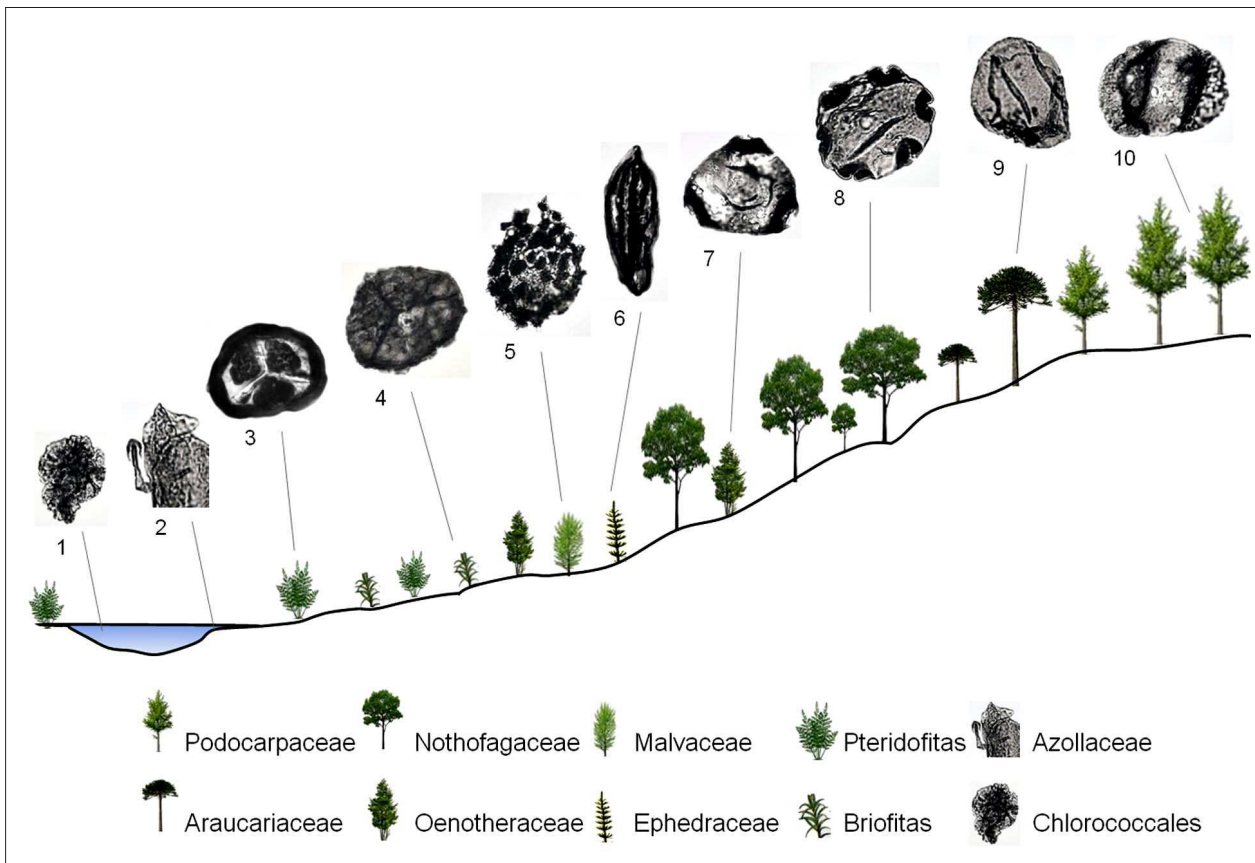


Figura 5: Perfil transversal, mostrando la paleovegetación y los palinomorfos característicos de la Fm. Lileo. 1. *Botryococcus* sp.; 2. *Azolla* sp.; 3. *Cyatheacidites annulatus* Cookson ex Potonié; 4. *Ricciaesporites* sp.; 5. *Baumannipollis* sp. cf. *B. variaperturatus* Barreda; 6. *Equisetosporites notensis* (Cookson) Romero; 7. *Corsinipollenites atlantica* Barreda; 8. *Nothofagidites saraensis* Menéndez & Caccavari de Filice; 9. *Podocarpidites* sp.; 10. *Araucariacites australis* Cookson (autores Volkheimer, Scafati & Melendi).

El hallazgo de microfioras en las localidades de Nahuel Huapí Este (Río Negro) y Confluencia (Neuquén), permitió identificar que ambas microfioras correspondían a sedimentos del arco volcánico situado más al Este, constituido por rocas de la Fm. Huitrera, datado como Paleoceno-Eoceno (Melendi *et al.* 2003).

En la localidad de Confluencia se halló una palinoflora diversa y bien preservada. La asociación palinológica, característica del Eoceno de Patagonia, presenta una neta dominancia de palinomorfos de origen continental provenientes de gimnospermas y angiospermas, con una baja representación de briofitas y pteridofitas asociadas. Entre las gimnospermas, predomina el polen de podocarpáceas con una baja proporción de araucariáceas. Entre las angiospermas hay una fuerte dominancia de *Nothofagidites* (más del 80%) que incluye los grupos *fusca* y *brassii* (dominante). Siguen en orden de abundancia *Gothanipollis*, *Peninsulapollis*, *Tricolpites*, *Cupaneidites*, *Retitricolporites*, *Rhoipites* y *Striatocolporites* entre otros. Las briofitas/pteridofitas (*Deltoidospora*, *Matonisporites*, *Trilites*, *Klukisporites*) y monoletes (*Polypodiaceoisporites*, *Tuberculatosporites*), tienen también una baja representación pero con una tendencia creciente. En un solo nivel estratigráfico aparecen esporas algales del tipo *Zygnema* (*Zygnemataceae*), que estarían indicando condiciones estrictamente locales, mientras que los restos fúngicos son siempre numerosos y diversos.

Esta asociación palinológica, dominada por representantes de numerosas plantas leñosas revelaría la existencia de un bosque pluvial que se habría desarrollado en un ambiente templado a templado-frío, con alta humedad. El género *Nothofagus* constituye el componente más importante en los bosques andino-patagónicos actuales. La dominancia del grupo *brassii* indicaría condiciones algo más cálidas que cuando domina el grupo *fusca*. El estrato arbustivo, estaría representado entre otros, por *Tricolpites reticulatus*, similar al género moderno *Gunnera* y por otras proteáceas (*Peninsulapollis*, *Propylipollis*, *Triporopollenites*). Las esporas de pteridofitas/briofitas y la abundancia de restos fúngicos indicarían la presencia de un sotobosque con variedad de helechos (Fig. 4).

Las asociaciones palinológicas estudiadas en la localidad cercana de Nahuel Huapí Este (caracterizadas principalmente por la ausencia de *Nothofagidites*), son típicas del Eoceno Temprano mientras que las de Confluencia son características del Eoceno Medio a Tardío.

Considerando las asociaciones halladas en ambas localidades, la importante presencia de *Nothofagidites*, el predominio inicial del grupo *brassii*, la tendencia del grupo *fusca* a aumentar y la fluctuación en las frecuencias relativas de otros palinomorfos en Confluencia, se estaría poniendo de manifiesto un importante cambio en los patrones de la vegetación que podría explicarse en parte, por un cambio climático que implicaría una importante disminución de la temperatura.





En las cercanías de Los Miches, localidad ubicada al noroeste de la provincia del Neuquén donde aflora la Fm. Lileo, se muestrearon pelitas lacustres con fines palinológicos. Los potentes cuerpos de pelitas negras alternados con calizas muestran estratificación plano paralela dispuesta en finas capas, lo que permite inferir que se han depositado en extensos cuerpos lacustres posiblemente de tipo eutrófico, circunstancia que se ve confirmada por el análisis de la microflora presente. Las lutitas negras han sido interpretadas como originadas en episodios de *lowstand* en lagos detríticos, mostrando ciertas características comunes que pueden ser asociadas con paleoambientes salinos de baja batimetría. Según Guzzo & Arienti (2000) la suma de *mudcracks*, evaporitas, dolomitas, *chert* y estromatolitos constituyen indicadores biogeoquímicos de alta salinidad, al tiempo que consideran la sedimentación orgánica como un estado intermedio entre la acumulación detrítica y la sedimentación química. En tal contexto paleoambiental, los niveles tobáceos y los mantos andesíticos evidencian una importante actividad volcánica coetánea con la sedimentación (Leanza *et al.* 2002) (Fig. 5).

Las asociaciones palinológicas encontradas están compuestas por altos porcentajes de granos de polen de angiospermas (*Nothofagidites*, *Baumannipollis*, *Corsinipollenites*, *Tricolpites*, *Milfordia*), una menor proporción de gimnospermas (*Podocarpidites*, *Araucariacites*, *Ephedripites*), esporas de briofitas/pteridofitas (*Cyatheacidites*, *Cicatricosisporites*, *Lycopodiumsporites*, *Ricciasporites*) y la presencia de formas acuáticas como *Azolla* (Azollaceae) y *Botryococcus* (Botryococcaceae) que indicarían la existencia de someros cuerpos de agua. Estas palinofloras, caracterizadas por su origen continental y baja diversidad específica, presentan una alta frecuencia de Nothofagaceae (*Nothofagidites saraensis*), mientras unos pocos elementos (*Baumannipollis variaperturatus* y *Corsinipollenites atlantica*) permiten adjudicarlas al lapso Oligoceno Tardío - Mioceno Temprano. Teniendo en cuenta la edad máxima que puede adjudicarse a la Fm. Lileo sobre la base de la aparición masiva de *Nothofagidites*, en la región, en el Eoceno Medio, es verosímil que el tramo basal de la Fm. Lileo podría eventualmente haberse depositado concomitantemente con algunos de los episodios eruptivos del Grupo Molle.

### Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, al IANIGLA-CCT-CONICET-Mendoza, al INGEOSUR-Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geología, Bahía Blanca y al Museo Argentino de Ciencias Naturales «B. Rivadavia» por el apoyo brindado y a Rafael Bottero (IANIGLA) por la confección del gráfico correspondiente a las microfloras cretácicas.

### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Aguirre-Urreta, M.B., Concheyro, A., Lorenzo, M., Ottone, E.G. & Rawson, P.F. 1999. Advances in the biostratigraphy of the Agrio Formation (Lower Cretaceous) of the Neuquén Basin, Argentina: ammonites, palynomorphs and calcareous nannofossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 150: 33-47.

- Aguirre-Urreta, M.B., Rawson, P.F., Concheyro, G.A., Bown, P.R. & Ottone, E.G. 2005. Lower Cretaceous (Berriasian-Aptian) biostratigraphy of the Neuquén Basin. En: Veiga, G., Spaletti, L., Howell, J. & Schwarz, E. (Eds.): *The Neuquén Basin, Argentina: a case study in Sequence stratigraphy and Basin Dynamics*. Geological Society, Special Publications 252: 57-81. Londres.
- Arguijo, M.H. & Volkheimer, W. 1985. Palinología de la Formación Piedra Pintada, Jurásico Inferior, Neuquén, República Argentina. *Descripciones Sistemáticas*. Revista Española de Micropaleontología 17 (1): 65-92.
- Barreda, V., Palamarczuk, S. & Chamberlain, Jr. 2004. Vegetational disruption at the Cretaceous/Paleogene boundary in Neuquén, Argentina: Evidence from spores and pollen. 10<sup>o</sup> Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes. Contribuciones Simposio K/T:185-186. San Luis.
- Dellapé, D., Pando, G. & Volkheimer, W. 1978. Estratigrafía y palinología de las formaciones Mulichinco, Agrio y Grupo La Amarga, al sur de Zapala (Provincia del Neuquén). 7<sup>o</sup> Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 593-607. Neuquén.
- García, V.M., Quattrocchio, M.E., Zavala, C.A. & Martínez, M.A. 2006. Palinofacies, paleoambientes y paleoclima del Grupo Cuyo (Jurásico Medio) en la Sierra de Chacaico, Cuenca Neuquina, Argentina. Revista Española de Micropaleontología, 38(2-3): 269-288.
- González-Amicón, O.R. & Volkheimer, W. 1982a. Palinología estratigráfica del Jurásico de la Sierra de Chacabuco y adyacencias (Cuenca Neuquina. República Argentina). III: Descripciones sistemáticas de los palinomorfos de la Formación Cura Niyeu (Bayociano). *Ameghiniana* 19 (1/2): 165-178.
- González Amicón, O.F. & Volkheimer, W. 1982b. Datos palinológicos del Bajociano (Formación Cura Niyeu) de la Sierra de Chacabuco, Cuenca Neuquina, Argentina. En: *Paleobotánica e Palinología en América del Sur*. Bol. IG. Instituto de Geociencias, USP, V 13: 108-115.
- Guzzo, J.V.P. & Arienti, I.M. 2000. Comments on a key feature in lacustrine stratigraphy: the black shales. Poster session. 31th International Geological Congress, Río de Janeiro.
- Kietzmann, D.A., Palma, R.M., Lescano, M., Quattrocchio, M.E., Olivera, D.E., Martínez, M.A. & Ballent, S.C. 2010. Asociaciones de microfósiles de la Formación Vaca Muerta (Tithoniano Temprano - Valanginiano Temprano) en la sección Tres Esquinas (área El Sosneado), Cuenca Neuquina surmendocina. 4<sup>o</sup> Simposio Argentino Jurásico y sus Límites, p.37. Bahía Blanca (Argentina).
- Leanza, H.A. 1981. Faunas de ammonites del Jurásico Superior y del Cretácico Inferior de América del Sur, con especial consideración de la Argentina. En: Volkheimer W. & Musacchio E. (Eds.): *Cuencas Sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur*. 2: 559-597.
- Leanza, H.A., Volkheimer, W., Hugo, C.A., Melendi, D.L. & Rovere, E.I. 2002. Lutitas negras lacustres cercanas al límite Paleógeno-Neógeno en la región noroccidental de la provincia del Neuquén: evidencias palinológicas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57: 280-288.
- Legarreta, L. & Gulisano, C.A. 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico Superior-Terciario Inferior). En: G.A. Chebli & L.A. Spalletti (eds.), *Cuencas Sedimentarias Argentinas*, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Corrección Geológica 6: 221-243. Tucumán
- Legarreta, L. & Uliana, M.A. 1999. El Jurásico y Cretácico de la Cordillera Principal y la Cuenca Neuquina. En: Caminos, R. (Ed.): *Geología Argentina, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales* 29: 399-416, Buenos Aires.

- Martínez, M.A. 2002. Palynological zonation of the Lajas Formation (Middle Jurassic) of the Neuquén Basin, Argentina. *Ameghiniana* 39: 221-240.
- Martínez, M.A. & Quattrocchio, M.E. 2004. Palinoestratigrafía y palinofacies de la Formación Lotena, Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Ameghiniana* 41: 485-500.
- Martínez, M.A. & Quattrocchio, M.E. 2005. Paleomicroplancton marino del Jurásico Medio (Formaciones Los Molles, Lajas y Lotena) en el centro-oeste de la Cuenca Neuquina, Argentina. Evaluación palinoestratigráfica y paleoambiental. 2º Simposio Argentino del Jurásico (SAJ). *Ameghiniana* 42 (4) Suplemento, 2005 - Resúmenes, pp. 54.
- Martínez, M., Quattrocchio, M & Sarjeant, W.A.S. 2001. Análisis Palinoestratigráfico de la Formación Lajas, Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 33 (1): 33-60.
- Melendi, D.L., Scafati, L.H. & Volkheimer, W. 2003. Palynostratigraphy of the Paleogene Huitrera Formation in N-W Patagonia, Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 228 : 205-273. Stuttgart.
- Menéndez, C. 1968. Estudio palinológico del Jurásico Medio de Picún Leufú, Neuquén. *Ameghiniana* 5: 379-405.
- Ottone, E.G. 2009. La flora cretácica de Cuenca Neuquina, su significado paleoambiental y paleoclimático. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65: 373-386.
- Papú, O.H., Prámparo, M.B., Nañez, C. & Concheyro, A. 2000. (1999). Palinología y micropaleontología de la Formación Jagüel (Maastrichtiano-Daniano), Perfil Opasso, Cuenca Neuquina, Argentina. Simposio «Paleógeno de América del Sur», Actas. Subsecretaría de Minería de la Nación, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 33: 17-31. Buenos Aires.
- Peralta, P. 1996. Nuevos registros de dinoflagelados marinos en la Formación Agrio (Cretácico Inferior), Cerro Negro de Covunco, Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 28:45-55.
- Peralta, P. 2000. Paleomicroplancton de la localidad del cerro Mesa de Covunco (Hauteriviense Temprano), Cuenca Neuquina, Argentina. *Descripciones Sistemáticas. Revista Española de Micropaleontología* 32: 123-130.
- Peralta, P.I. & Volkheimer, W. 1997. Paleoenvironmental aspects of the Lower Cretaceous Agrio Formation, inferred by dinocyst assemblages, Neuquén Basin, Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 204: 19-33. Stuttgart.
- Peralta, P.I. & Volkheimer, W. 2000. Early Cretaceous sea level variations and changes in dinocyst assemblages and organic matter components in the Neuquén Basin, western Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte* 10: 613-631. Stuttgart.
- Prámparo, M.B. & Volkheimer, W. 1996. Datos palinológicos de la Formación Agrio, Cretácico Inferior, en el cerro La Parva, Neuquén, Argentina. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 5: 69-73.
- Prámparo, M.B. & Volkheimer, W. 1999. Palinología del Miembro Avilé (Formación Agrio, Cretácico Inferior) en el cerro La Parva, Neuquén. *Ameghiniana* 36: 217-227.
- Prámparo, M.B. & Volkheimer, W. 2002. Nuevos hallazgos de palinomorfos en la Formación La Amarga, Miembro Bañados de Caichigüe, Cuenca Neuquina sudoriental, Argentina. *Ameghiniana* 39: 395-404.
- Quattrocchio, M.E. 1980. Contribución al conocimiento de la palinología estratigráfica del Jurásico Superior en la Cuenca Neuquina. *Opera Lilloana* 31: 1-59. Fundación Miguel Lillo. Tucumán.
- Quattrocchio, M. 1984a. Palinomorfos del Bajociano de Lohan Mahuida (Cuenca Neuquina, Argentina). *Descripciones sistemáticas. 3º Congreso Latinoamericano de Paleontología, Memoria: 175-184. Oaxtepec, México.*
- Quattrocchio, M. 1984b. Palinología estratigráfica y aspectos paleoecológicos y paleoclimáticos de la Formación Cura Niyeu (Jurásico Medio) en Lohan Mahuida (Neuquén, República Argentina). 3º Congreso Latinoamericano de Paleontología, Memoria: 185-191. Oaxtepec, México.
- Quattrocchio, M.E. & 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: 67-118.
- Quattrocchio, M. & Volkheimer, W. 1985. Estudio palinológico del Berriasiano en la Localidad Mallín Quemado, Provincia de Neuquén, Argentina. *Ameghiniana* 21: 187-204.
- Quattrocchio, M.E. & Volkheimer, W. 1990. Jurassic and Lower Cretaceous dinocysts from Argentina: Their biostratigraphic significance. *Review of Palaeobotany and Palynology* 65: 319-330. Elsevier Science Publishers. Amsterdam.
- Quattrocchio, M. & Volkheimer, W. 2000. Danian microfloral provinces in Argentina. *Revista Española de Paleontología* 15: 3-11.
- Quattrocchio, M.E., Sarjeant, W.A.S. & Volkheimer, W. 1996. Marine and terrestrial Jurassic microfloras of Neuquén Basin (Argentina): Palynological Zonation. En: Riccardi, A.C. (Ed.): *Advances in Jurassic research. Transtec Publications, Switzerland. Georesearch Forum* 1-2: 167-178.
- Quattrocchio, M., Zavala, C., García, V. & Volkheimer, W. 1996. Paleogeographic changes during the Middle Jurassic in the southern part of the Neuquén Basin, Argentina. *GeoResearch Forum Vols. 1-2 (1996)* pp. 467-484. Transtec Publications. Switzerland.
- Quattrocchio, M., García, V., Martínez, M. & Zavala, C. 2001. A hypothetical scenario for the Middle Jurassic in the southern part of the Neuquén Basin, Argentina. 7º International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems. *Asociación Paleontológica Argentina Publicación Especial* 7: 163-166. Buenos Aires.
- Quattrocchio, M.; Martínez, M.; García, V. & Zavala, C. 2002. Bioevento del Valanginiano Tardío en el centro-oeste de la Cuenca Neuquina. 15º Congreso Geológico Argentino, Actas CD-ROM. El Calafate.
- Quattrocchio, M.E. Martínez, M.A. García, V.M. & Zavala, C.A. 2003. Palinoestratigrafía del Tithoniano - Hauteriviano del centro-oeste de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 35: 51-74.
- Riccardi, A.C. & Westermann, G.E.G. 1991a. Middle Jurassic Ammonoid Fauna and Biochronology of the Argentine-Chilean Andes. Part III: Bajocian-Callovian Eurycephalitinae, Stephanocerataceae. *Palaeontographica A* 216:1-110.
- Riccardi, A.C. & Westermann, G.E.G. 1991b. Middle Jurassic Ammonoid Fauna and Biochronology of the Argentine-Chilean Andes. Part IV. Bathonian - Callovian Reineckeidae. *Palaeontographica A* 216: 111-145.
- Riccardi, A.C., Leanza, H.A., & Volkheimer, W. (con la contribución de Bonaparte, J.F., Cione, C.A., Gasparini, Z. Prámparo, M., Quattrocchio, M.E. & Thompson, M.R.A.) 1990. 3 South America and Antarctic Peninsula. 3.3 Upper Jurassic and South America and Antarctic Peninsula. *Newsletter Stratigr.* 21: 129-147.
- Sarjeant, W.A.S., Volkheimer, W. & Zhang, W.P. 1992. Jurassic palynomorphs of the circum-Pacific region, pp. 273-292 (text)



- y 564-571 (plates). En: Westermann, E.G.H. (Ed.) The Jurassic of the Circum-Pacific. World and Regional Geology 3. Cambridge University Press.
- Scafati, L.H. & Morbelli, M.A. 1984. Nuevos datos palinológicos de la Formación Lajas. Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina. 3º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. Actas: 73-105. Corrientes, Argentina.
- Vallati, P.S. 2006. Las primeras angiospermas en el Cretácico de la Cuenca Neuquina (Centro Oeste de Argentina): aspectos geológicos relacionados. Revista Brasileira de Paleontología 9: 83-92.
- Volkheimer, W. 1968. Esporas y granos de polen del Jurásico de Neuquén (República Argentina). I. Descripciones Sistemáticas. Ameghiniana 5: 333-370.
- Volkheimer, W. 1969. Esporas y granos de polen del Jurásico de Neuquén (República Argentina). Asociaciones microfiorísticas, aspectos paleoecológicos y paleoclima. Ameghiniana 6: 127-145.
- Volkheimer, W. 1971. Algunos adelantos en la microbioestratigrafía del Jurásico en la Argentina y comparación con otras regiones del hemisferio austral. Ameghiniana 8: 341-355
- Volkheimer, W. 1972. Estudio palinológico de un carbón caloviano de Neuquén y consideraciones sobre los paleoclimas jurásicos de la Argentina. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie) Sección Paleontología, tomo 6: 107-157. La Plata.
- Volkheimer, W. 1973. Palinología estratigráfica del Jurásico de la Sierra de Chacai Có y adyacencias (Cuenca Neuquina, República Argentina). I. Estratigrafía de las formaciones Sierra Chacay Có (Pliensbachiano), Los Molles (Toarciano, Aaleniano), Cura Niyeu (Bajociano) y Lajas (Caloviano inferior). Ameghiniana 10: 105-131.
- Volkheimer, W. 1974. Palinología estratigráfica del Jurásico de la Sierra de Chacai Có y adyacencias (Cuenca Neuquina, República Argentina). II. Descripción de los palinomorfos del Jurásico Inferior y Aaleniano (Formaciones Sierra Chacay Có y Los Molles). Ameghiniana 11:135-172.
- Volkheimer, W. 1977. Microfloras del Jurásico Inferior de la Cuenca Neuquina. Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología 4: 8-10.
- Volkheimer, W. 1978. Microfloras fósiles. En: Relatorio Geología y Recursos Naturales del Neuquén: 193-207. 7º Congreso Geológico Argentino, pp. 193-207. Neuquén.
- Volkheimer, W. 1980. Microfloras del Jurásico Superior y Cretácico Inferior de América Latina. Actas 2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología. Tomo 5: 121-136. Buenos Aires.
- Volkheimer, W. & Moroni, A. 1981. Datos palinológicos de la Formación Auquenco, Jurásico Superior de la Cuenca Neuquina. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 795-812. San Luis.
- Volkheimer, W. & Pöthe de Baldis, E.A. 1976. Significado estratigráfico de microfloras paleozoicas y mesozoicas de la Argentina y países vecinos. 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica. Tomo 4: 403-424. Buenos Aires.
- Volkheimer, W. & Prámparo, M.B. 1984. Datos palinológicos del Cretácico Inferior en el borde austral de la Cuenca Neuquina, localidad Estancia Santa Elena, Argentina. Parte I: Especies terrestres. 3º Congreso Latinoamericano de Paleontología, Memoria: 165-174. México.
- Volkheimer, W. & Prámparo, M.B. 1993. Primeros datos palinológicos de la Formación Tordillo (Kimmeridgiano), localidad Chacay Melehue, Cuenca Neuquina, Argentina. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 327-332.
- Volkheimer, W. & Quattrocchio, M.E. 1975a. Palinología estratigráfica del Titoniano (Fm. Vaca Muerta) en el área de Caichigue (Cuenca Neuquina). Parte A: especies terrestres. Ameghiniana 12: 193-341.
- Volkheimer, W. & Quattrocchio, M. 1975b. Sobre el hallazgo de microfloras en el Jurásico Superior del borde austral de la Cuenca Neuquina (República Argentina). Actas 1º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Vol. 1: 589-615. Tucumán.
- Volkheimer, W. & Quattrocchio, M.E. 1981a. 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. Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico: Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur, vol. 2: 407-444. Buenos Aires.
- Volkheimer, W. & Quattrocchio, M. 1981b. Palinología estratigráfica de la Formación Lotena, Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 761-775. San Luis.
- Volkheimer, W. & Salas, A. 1975. Die älteste Angiospermen-Palynoflora Argentinien von der Typus-Lokalität der unterkretazischen Huitrín-Folge des Neuquén Beckens. Mikrofloristische Assoziation und biostratigraphische Bedeutung.- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, Jg. 1975, H. 7: 424-436. Stuttgart.
- Volkheimer, W. & Salas, A. 1976. Estudio palinológico de la Formación Huitrín, Cretácico de la Cuenca Neuquina, en su localidad tipo. 6º Congreso Geológico Argentino, Bahía Blanca, Actas 1: 433-456.
- Volkheimer, W. & Sarjeant, W.A.S. 1993. *Systematophora rosenfeldii*, a dinocyst from the Lower Cretaceous of the Neuquén Basin, Argentina. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte 4: 246-256.
- Volkheimer, W. & Sepúlveda, E. 1976. Biostratigraphische Bedeutung und mikrofloristische Assoziation von *Cyclusphaera psilata* n. sp., einer Leitform aus der Unterkreide des Neuquén-Beckens (Argentinien). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte 2: 97-108.
- Volkheimer, W., Quattrocchio, M., Salas, A. & Sepúlveda, E. 1976. Caracterización palinológica de formaciones del Jurásico Superior y Cretácico Inferior de la Cuenca Neuquina (República Argentina). Actas 6º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 593-608. Buenos Aires
- Volkheimer, W., Caccavari, M.A. & Sepúlveda, E. 1977. Datos palinológicos de la Formación Ortíz /Grupo La Amarga), Cretácico Inferior de la Cuenca Neuquina (República Argentina). Ameghiniana 14: 59-74.
- Volkheimer, W., Caccavari, M. & González-Amicón, O. 1981. Estudio palinológico de estratos liásicos en el borde austral de la Cuenca Neuquina. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 777-793, Buenos Aires.
- Volkheimer, W. Scafati, L. & Rosenfeld, U. 1984. Caracterización palinológica y sedimentológica de una secuencia regresiva y transgresiva en el Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina (Argentina). Memoria 165-174. Oaxtepec, México.
- Zavattieri, A.M. & Volkheimer, W. 2003. Palynostratigraphy and paleoenvironments of Early Jurassic strata (Nestares Formation) in northern Patagonia, Argentina. Part 1. Terrestrial species. Ameghiniana 40: 545-558.



Zavattieri, A.M., Rosenfeld, U. & Volkheimer, W. 2008. Palynofacies analysis and sedimentary environment of Early Jurassic sediments at the southern border of the Neuquén Basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 25: 227-245.

Zavala, C.A. Martínez Lampe, J.M., Fernández, M., Di Meglio, M. & Arcuri, M. 2008 El diacronismo entre las formaciones Tordillo y Quebrada del Sapo (Kimmeridgiano) en el sector sur de la Cuenca Neuquina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63: 754 - 765 (2008)