

BIOESTRATIGRAFÍA INTEGRADA DE LA FORMACIÓN AGRIO EN SU LOCALIDAD TIPO, CRETÁCICO TEMPRANO DE CUENCA NEUQUINA

Darío G. LAZO^{1,3}, G. Andrea CONCHEYRO^{1,3}, E. Guillermo OTTONE^{1,3}, M. Verónica GULER^{2,3} y Beatriz AGUIRRE-URRETA^{1,3}

¹ Laboratorio de Bioestratigrafía de Alta Resolución, Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Emails: dlazo@gl.fcen.uba.ar, andrea@gl.fcen.uba.ar, ottone@gl.fcen.uba.ar, aguirre@gl.fcen.uba.ar

² Laboratorio de Palinología, Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur-INGEOSUR. Email: vguler@criba.edu.ar

³ CONICET

RESUMEN

Las rocas del Cretácico Inferior de cuenca Neuquina son excepcionales desde el punto de vista estratigráfico y paleontológico y representan una de las series más completas de los Andes. Los extensos afloramientos y su abundante contenido fosilífero permiten realizar buenas correlaciones entre localidades y el estudio detallado de las faunas registradas. En el presente trabajo se aborda un estudio interdisciplinario de una sección estratigráfica completa de la Formación Agrío en su localidad tipo, con el objetivo de realizar una zonación bioestratigráfica integrada de amonoides, bivalvos, nanofósiles calcáreos y palinomorfos. Por primera vez para la unidad se describe y figura una zonación completa de bivalvos compuesta por trigonoides e inocerámidos. El estratotipo analizado se ubica en las cercanías de la localidad Bajada del Agrío en la zona de confluencia de los ríos Salado y Agrío en el centro de la provincia del Neuquén. Allí se realizó un perfil capa a capa de los miembros Pilmatué y Agua de la Mula. Se identificaron, a lo largo del perfil, 39 niveles portadores de amonoides y se colectaron un total de 74 muestras de diferentes niveles de lutitas, arcilitas y fangolitas negras y grises para analizar su contenido de palinomorfos y nanofósiles calcáreos. Además se identificaron 41 niveles portadores del género *Steinmanella* Crickmay y cuatro niveles portadores de *Neocomiceramus curacoensis* (Weaver) para establecer la zonación de bivalvos. Como resultado se obtuvo la primera biozonación integrada de amonoides, bivalvos, nanofósiles calcáreos y palinomorfos para la Formación Agrío abarcando el intervalo Valanginiano tardío-Barremiano temprano. En el Miembro Pilmatué se reconocieron cuatro zonas de amonoides, ocho subzonas de amonoides y dos zonas de bivalvos que comprenden el lapso Valanginiano tardío-Hauteriviano temprano. En el Miembro Agua de la Mula se reconocieron cuatro zonas de amonoides y dos zonas de bivalvos que representan el lapso Hauteriviano tardío-Barremiano basal. Una zona de bivalvos ha quedado sin definir en la base de dicho miembro debido a la falta de datos taxonómicos. Los grupos fósiles analizados presentan claras afinidades paleobiogeográficas con grupos registrados en el Tethys durante el Cretácico Temprano. Los puntos de correlación más fuertes con la zonación estándar están basados en amonoides y bioeventos de nanofósiles, mientras que los bivalvos se caracterizan por ser endémicos de la región y por lo tanto de utilidad sólo regional. Los palinomorfos continentales poseen afinidades gondwánicas mientras que los marinos tienen, al igual que los invertebrados, claras afinidades mediterráneas.

Palabras clave: *Bioestratigrafía, Amonoides, Bivalvos, Nanofósiles, Palinomorfos, Valanginiano, Hauteriviano.*

ABSTRACT: *Integrated biostratigraphy of the Agrío Formation in its type locality, Early Cretaceous of the Neuquén Basin.* The Lower Cretaceous of the Neuquén Basin represents one of the most complete series in the Andes of South America. Highly fossiliferous exposures make correlation easy among different localities and allow to perform detailed studies of the fossil content. This paper presents, for the first time, an integrated biostratigraphic zonation for the Agrío Formation in its type section, based on ammonoids, bivalves, nannofossils and palynomorphs. A detailed section from base to top of the Agrío Formation was measured in the Bajada del Agrío region near the junction of Salado and Agrío Rivers in Central Neuquén. Our focus centred on the two marine members. In the field 39 ammonoid levels were identified and 74 samples of black and grey shales were collected to search calcareous nannofossils and palynomorphs. In addition, 41 *Steinmanella* Crickmay bearing levels and four levels containing *Neocomiceramus curacoensis* (Weaver) were identified. Four ammonoids zones, eight ammonoids subzones and two bivalve zones were recognized in the Pilmatué Member encompassing the late Valanginian to the early Hauterivian. Four ammonoids zones and two bivalve zones were recognized in the Agua de la Mula Member encompassing the late Hauterivian and reaching the basal Barremian. Another bivalve zone was identified in the *Spitidiscus riccardii* Zone, but left undefined due to unsolved taxonomy. The analyzed fossil groups have mainly tethyan affinities. Correlations to the European standard zonations are possible due to the presence of some index ammonoids, but also due to some nannofossil bioevents. Palynomorphs resulted not very useful in biostratigraphy. Continental palynomorphs have affinities to Gondwana while marine palynomorphs have clear tethyan affinities. Bivalves have proved locally useful in biostratigraphy, but index species are endemic to the basin and thus difficult to correlate to other regions or continents.

Keywords: *Biostratigraphy, Ammonoids, Bivalves, Nannofossils, Palynomorphs, Valanginian, Hauterivian.*

INTRODUCCIÓN

La bioestratigrafía del Cretácico Temprano marino de Argentina está basada fundamentalmente en sus ricas faunas de amonoideos. Tanto en la cuenca Neuquina como en la cuenca Austral las zonaciones modernas se basan en amonoideos y se correlacionan con zonaciones estándares de Europa, principalmente del Mediterráneo (*e.g.*, Aguirre-Urreta 2002a, Aguirre-Urreta *et al.* 2007). Las zonaciones han alcanzado niveles de precisión comparables a las zonaciones del Tethys dado que las faunas de amonoideos se encuentran en estudio desde fines del siglo XIX. Éste no es el caso de otros grupos, como los bivalvos, que requieren un mayor desarrollo de la taxonomía.

Los análisis bioestratigráficos integrados no son muy comunes para el Cretácico Temprano de Argentina. Weaver (1931) fue el pionero en utilizar diferentes grupos como marcadores estratigráficos en la cuenca Neuquina. Para el Cretácico Inferior estableció una zonación integrada de amonoideos, equinoideos irregulares y corales escleractínidos (Weaver 1931, p. 56). Esta zonación fue poco utilizada debido a cambios en las interpretaciones de las unidades lito- y cronoestratigráficas. Más recientemente, Aguirre-Urreta *et al.* (1999) propusieron una zonación integrada de nanofósiles calcáreos, amonoideos y palinomorfos para la Formación Agrio, con buen ajuste a las zonaciones estándares europeas pero sin incluir grupos bentónicos. Luego Riccardi *et al.* (2000) sintetizaron la información bioestratigráfica publicada del Mesozoico de la cuenca Neuquina utilizando amonoideos, bivalvos, braquiópodos y microfósiles, aunque no se ilustra material ni se discuten los límites de las zonas propuestas. Finalmente Aguirre-Urreta *et al.* (2005) presentaron una zonación bioestratigráfica actualizada pero sólo utilizando amonoideos y plancton, entre ellos nanofósiles calcáreos y dinoflagelados.

Por ello, el objetivo de la presente contribución es establecer por primera vez una bioestratigrafía integrada de la Forma-

ción Agrio que incluya a los bivalvos a partir de un perfil realizado en cercanías de Bajada del Agrio, su localidad tipo, y discutir su validez tanto en un contexto local, como regional e intercontinental. La bioestratigrafía propuesta se compone de zonaciones de amonoideos, bivalvos, nanofósiles calcáreos y palinomorfos.

MARCO GEOLÓGICO

La Formación Agrio se caracteriza por un contenido paleontológico abundante y diverso. La misma se encuentra bien representada, aunque con grandes variaciones en espesor, litología y contenido fósil, a lo largo de toda la cuenca Neuquina desde la zona del Aconcagua en el norte de Mendoza hasta el Cerro Grande de Mallín Largo en el sur de Neuquén (véase Marchese 1971, Leanza y Hugo 1997). En el centro y norte de Neuquén los perfiles de la Formación Agrio son muy similares al estratotipo, pero al sur de Zapala, la Formación Agrio se adelgaza e interdigita lateralmente con depósitos continentales, en tanto que hacia el este, denota un mayor aporte detrítico y engrana con sedimentos continentales correspondientes a la Formación Centenario en el subsuelo del engolfamiento neuquino (Mendiberri 1985). En el centro norte de Neuquén, la Formación Agrio se apoya en concordancia sobre la Formación Mulichinco y su techo es cubierto en discordancia por la Formación Huitrín (Uliana *et al.* 1977, Leanza 2003). La base de la unidad es fuertemente diacrónica y es así, que en la región del río Agrio, ésta recién comienza en el Valanginiano tardío. La unidad ha sido datada por su fauna de amonoideos y se la ubica en el lapso Valanginiano temprano-Barremiano basal (Aguirre-Urreta *et al.* 2007). A las edades relativas se le ha sumado, recientemente, una datación absoluta de alta resolución (U-Pb SHRIMP) basada en circones detríticos. Esta datación confirmó la edad aportada por los amonoideos y permitió una calibración fina a la escala de tiempo global (véase

Aguirre-Urreta *et al.* 2008). En el centro y norte de Neuquén, el ambiente de la Formación Agrio fue interpretado como de *shoreface* y plataforma interna a media-externa (Lazo *et al.* 2005). Más recientemente, sobre la base de un estudio sedimentológico detallado, se ha comprobado que hacia el tope de la unidad (Zona de *Paraspiticerias groeberi*) el ambiente evoluciona de marino a marino-marginal con el desarrollo de una planicie de marea restringida (véase Fernández 2008).

Para este trabajo se relevó en forma detallada el perfil de la Formación Agrio en la zona comprendida entre Bajada del Agrio y Agrio del Medio, sobre la margen sur del río Agrio en el centro de la provincia del Neuquén (Fig. 1). Se accede a la zona de estudio transitando 55 km desde Zapala hacia el norte por la ruta provincial 14.

El Miembro Pilmatué fue relevado en el paraje denominado Bajada Vieja sobre la ruta provincial 10 a unos seis kilómetros al sudoeste de Bajada del Agrio. Aquí, la base de la Formación Agrio coincide con la aparición de calizas y pelitas negras sobre areniscas de la Formación Mulichinco (Fig. 1b, sección A). El espesor que alcanza es de 502 metros. A su vez, el Miembro Agua de la Mula fue relevado en dos secciones distintas. Una de ellas se ubica sobre la ruta provincial 14 a unos dos kilómetros al sudeste de Bajada del Agrio. Sobre la margen de la ruta hay excelentes exposiciones del Miembro Agua de la Mula desde las capas con *Crioceratites diamantensis* (Gerth) hasta el contacto superior con el Miembro Troncoso de la Formación Huitrín (Fig. 1b, sección B). Otra sección del mismo miembro fue relevada en las cercanías de Agrio del Medio. Allí, sobre la margen de la ruta 16 aflora el Miembro Agua de la Mula desde el contacto inferior con el Miembro Avilé hasta el contacto superior con la Formación Huitrín (Fig. 1b, sección C). En esta localidad se realizó un perfil desde la base del miembro hasta los primeros niveles con *C. diamantensis*. Luego se correlacionaron estos niveles con los de la sección medida en Bajada del Agrio y se integra-

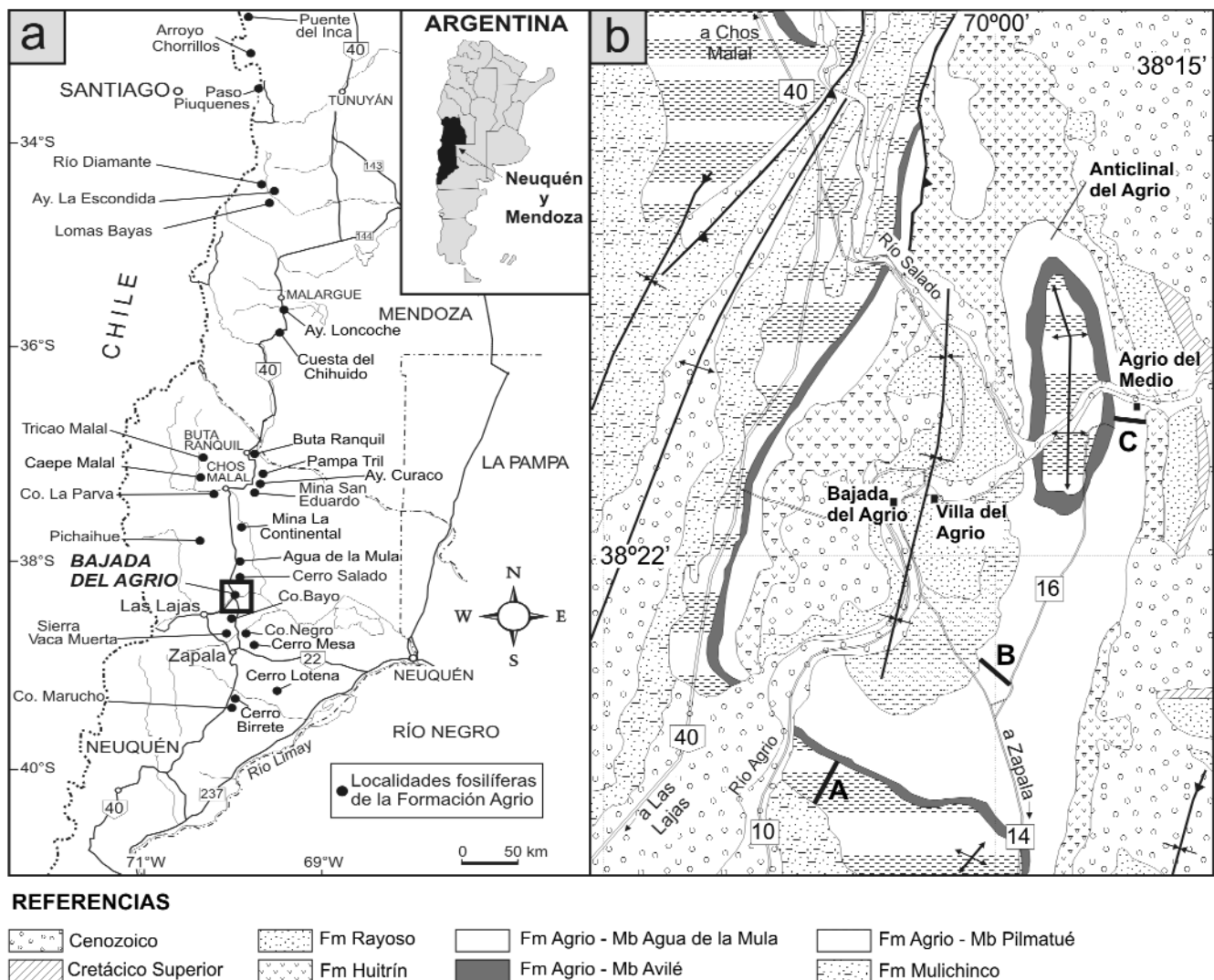


Figura 1: Localización del área bajo estudio; a) Mapa de Neuquén mostrando el área bajo estudio situada en los alrededores de Bajada del Agrio y diferentes localidades fosilíferas de la Formación Agrio utilizadas en este trabajo; b) Mapa geológico de detalle de la zona bajo estudio donde se muestran los tres perfiles relevados. A: Bajada Vieja - Miembro Pilmatué, B: Bajada del Agrio - Miembro Agua de la Mula, C: Agrio del Medio - Miembro Agua de la Mula (mapa según Leanza y Hugo 2005).

ron ambas secciones. El espesor resultante para el Miembro Agua de la Mula fue de 476 metros (Fig. 2).

Además se cuenta con datos adicionales de la Formación Agrio en distintas localidades de Neuquén y Mendoza recabada a lo largo de la última década por el grupo de investigación (véase Fig. 1a).

METODOLOGÍA

Los perfiles de la Formación Agrio fueron levantados capa a capa, aunque se los ha graficado a una escala de 1:2.000 para su publicación. A los efectos de investigar el contenido de palinomorfos y nano-

fósiles calcáreos se obtuvieron 26 muestras de lutitas, arcilitas y fangolitas negras y grises del Miembro Pilmatué y 48 provenientes del Miembro Agua de la Mula (Fig. 2a-b).

Para la recuperación de los palinomorfos, las muestras fueron tratadas con HCl y HF 70% p/p; previo lavado, el residuo orgánico fue filtrado con mallas de 200 μm y 25 μm y posteriormente montado en gelatina/glicerina. La observación de los *slides* se realizó con microscopio de luz transmitida. Para recuperar los nanofósiles calcáreos se llevaron a cabo las técnicas de procesamiento de rutina, consistentes en la elaboración de *smear sli-*

des o frotis (Bown y Young 1997). Las observaciones se realizaron de manera semicuantitativa sobre un total de 104 muestras, 74 provenientes del muestreo aquí mencionado y otras 30 muestras complementarias provenientes de las mismas localidades pero de relevamientos anteriores. Se recorrieron como mínimo dos transectas longitudinales coincidentes con el eje mayor del preparado para identificar los principales biomarcadores y caracterizar la asociación hallada.

En el campo se identificaron los niveles portadores de los géneros *Steinmanella* Cricmay y *Neocomiceramus curacoensis* (Weaver). Para ello se relevaron todas las capas

portadoras de bivalvos. En el caso de asociaciones mono- y pauciespecíficas la composición taxonómica se determinó por observación directa, mientras que en el caso de coquinas conteniendo una alta diversidad de taxones se realizaron conteos al azar. De esta manera se estandarizó el procedimiento para determinar la composición. En el Miembro Pilmatué se realizaron 20 conteos, mientras que en el Miembro Agua de la Mula se realizaron 11 (Fig. 2a, b). Cada uno de los conteos fue tomado en el techo de la coquina y se contaron e identificaron un total de 25 individuos al azar en un máximo de 5 m² de superficie. Las coquinas muestreadas corresponden a las asociaciones autóctonas a ligeramente parautóctonas con un *time-averaging* máximo de 0,5 Ma descriptas en Lazo (2006a). En Bajada del Agrio no se registró condensación bioestratigráfica de amonoideos y por lo tanto las asociaciones de bivalvos fueron diferenciables entre zonas/subzonas de amonoideos. La taxonomía de los bivalvos está basada en diferentes estudios de los cuales los más importantes para mencionar son Weaver (1931), Damborenea *et al.* (1979), Leanza (1993) y Lazo (2003 a,b, 2006b, 2007a). Por otro lado los niveles de amonoideos fueron determinados en el campo capa a capa, identificando todos los niveles portadores. Finalmente, se definieron las biozonas de amonoideos y bivalvos en conjunto con información estratigráfica proveniente de otras localidades (véase Fig. 1a).

Los materiales analizados se encuentran depositados en las siguientes instituciones: Colección de Paleontología (CPBA, BAFC-PI, BAFC-NP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Colección Museo de La Plata (MLP) y Colección Universidad Nacional de Córdoba (CORD-PZ).

BIOESTRATIGRAFÍA

Amonoideos

La sección tipo de la Formación Agrio, en los alrededores del río homónimo, es portadora de abundantes faunas de amonoideos a lo largo de casi toda su extensión vertical, aunque la abundancia y la diversidad varían estratigráficamente. Gran parte de esas faunas ha sido revisada recientemente (Aguirre-Urreta 1995, Aguirre-Urreta y Rawson 1993, 1999, 2001 a, b, 2003), mientras que otras se encuentran actualmente en estudio y unas pocas no han sido reanalizadas aún.

Zona de *Pseudofavrella angulatiformis*: Fue propuesta en reemplazo de la zona de *Neocomites* (*Lyticoceras*) *pseudoregalis* de Gerth (1925) ya que ésta era una especie poco conocida, mientras que *Pseudofavrella angulatiformis* (Behrendsen 1892) es un elemento distintivo en la parte inferior de esta zona (Aguirre-Urreta y Rawson 1995) que ha sido dividida en tres subzonas.

Subzona de *Pseudofavrella angulatiformis*: Está definida por la primera aparición del género *Pseudofavrella* Leanza y Leanza 1973. En algunas localidades la primera especie es *P. garatei* Leanza y Leanza 1973, a veces asociada a los últimos *Olcostephanus* (*Viluceras*) *permolestus* (Leanza 1958), pero esta especie no ha sido reconocida en la localidad tipo donde en los primeros metros de la Formación Agrio abundan *P. australe* (Leanza y Wiedmann 1980) y dos especies nuevas de *Pseudofavrella* aún innominadas (Fig. 3). Esta subzona se reconoce desde la región del Aconcagua, en el norte de Mendoza, hasta las cercanías de Zapala en el sur de Neuquén.

Subzona de *Chacantuceras ornatum*: La especie índice de esta subzona reemplaza abrupta y completamente a la fauna de *Pseudofavrella*. *Chacantuceras ornatum* (Olivero 1983) está representada en la localidad tipo por fragmentos de cámara habitación en facies de pelitas oscuras. Esta especie presenta una amplia distribución geográfica en la cuenca Neuquina, desde las localidades de Puente del Inca y arroyo Chorrillos en el centro-norte de Mendoza hasta el cerro Mesa, al noreste de Zapala. Fue inicialmente descrita para la Formación Tres Lagunas en la cantera homónima al norte de Alto Río Senguer, Chubut (Olivero 1983). En la parte superior de esta subzona, la especie índice es

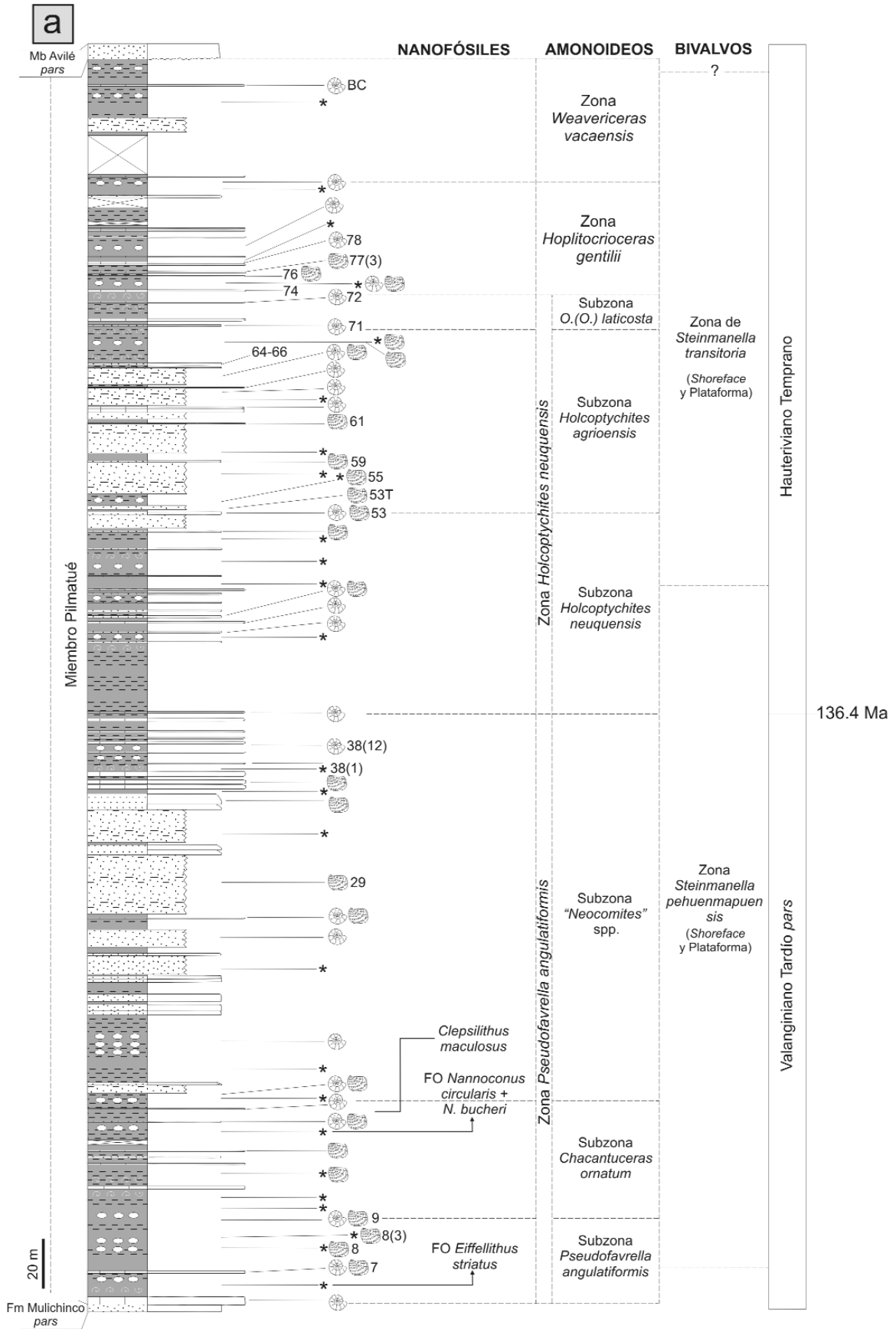
gradualmente reemplazada por *Chacantuceras* sp. nov. (Fig. 3), actualmente en estudio.

Subzona de "*Neocomites*" spp.: En esta subzona se reconocen varias formas de neocomítidos evolutos y comprimidos que se encuentran actualmente en revisión y que comprenden nuevos taxa por lo que aquí se consignan como "*Neocomites*" spp. (Fig. 3). Está muy bien representada en la región del río Agrio en una secuencia de más de 150 m de espesor en facies heterolíticas y de fangolitas grises. Su distribución geográfica abarca desde el centro de Mendoza al sur de Neuquén. Algunos de estos neocomítidos son muy similares en vista lateral al grupo europeo de *Neocomites* (*Teschinites*) *pachydicanus* Thieuloy 1977 y caracterizan a la parte cuspidal del Valanginiano en la cuenca (Aguirre-Urreta *et al.* 2005, 2007). En la parte más alta de esta zona, así como en la sección basal de la siguiente Zona de *Holcoptychites neuquensis*, se registran restos fragmentarios de *Oosterella* sp. (Aguirre-Urreta y Rawson 1996).

Zona de *Holcoptychites neuquensis*: Fue propuesta originalmente por Gerth (1925) para Neuquén y ubicada en el Hauteriviano. Posteriormente fue utilizada por varios autores para incluir diversas faunas en distintas posiciones estratigráficas. Aguirre-Urreta y Rawson (1997) la han restringido a las capas portadoras de *Holcoptychites* spp. y *Olcostephanus* (*Olcostephanus*) spp. (Gerth 1925) del Hauteriviano temprano y la han subdividido en tres subzonas.

Subzona de *Holcoptychites neuquensis*: Está definida por la primera aparición del género *Holcoptychites* Gerth 1921 y posee una gran distribución regional, desde la región de Puente del Inca, en las cercanías del Aconcagua, hasta el cerro Birrete en el sur de Zapala (Aguirre-Urreta y Rawson 2003). En la localidad tipo está representada por abundantes ejemplares de *H. magdalanae* (Douvillé 1910) (Fig. 3).

Subzona de *Holcoptychites agriensis*: Esta subzona media está caracterizada por la única presencia de la especie índice (Aguirre-Urreta y Rawson 2003), muchas



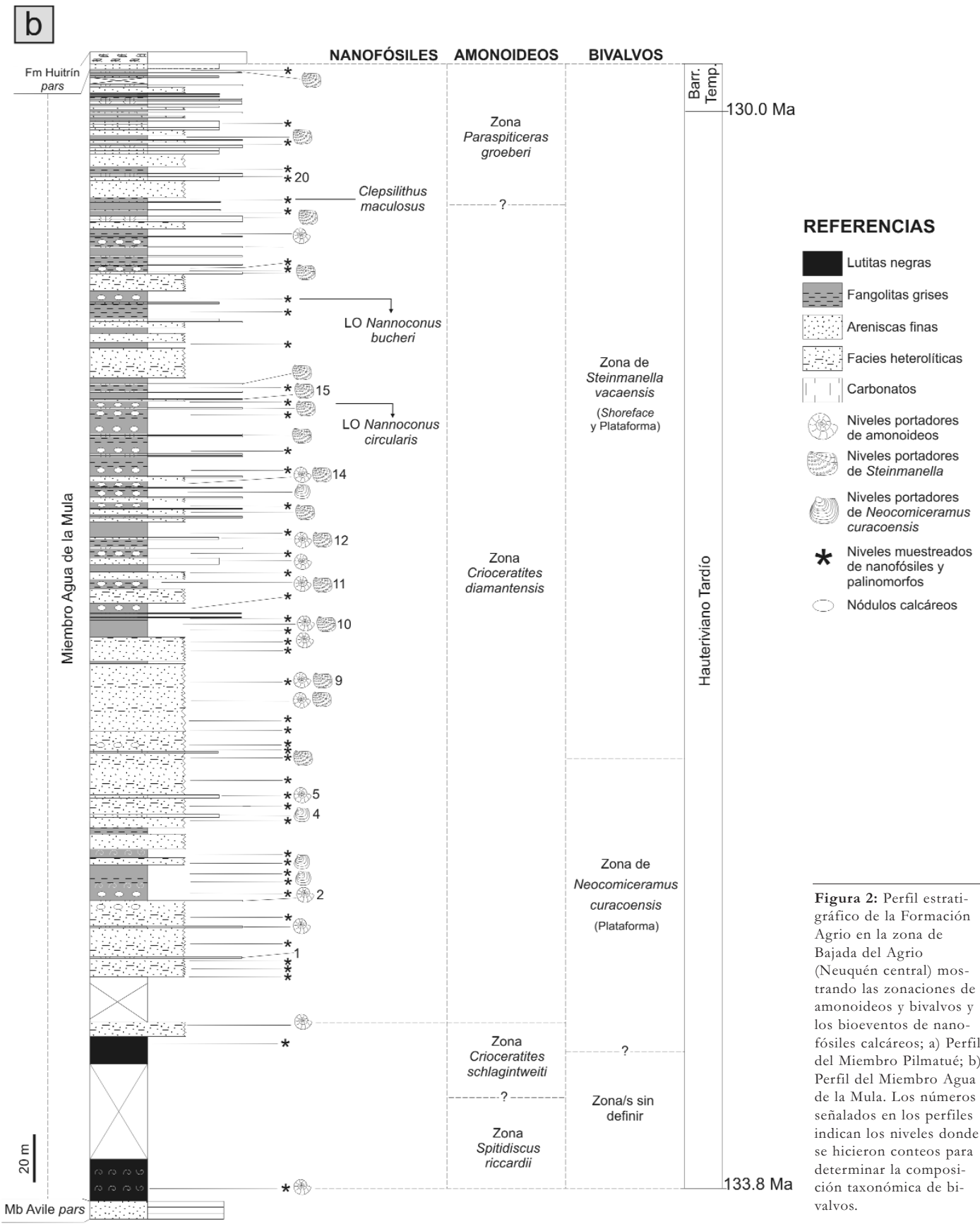


Figura 2: Perfil estratigráfico de la Formación Agrio en la zona de Bajada del Agrio (Neuquén central) mostrando las zonaciones de amonoides y bivalvos y los bioeventos de nanofósiles calcáreos; a) Perfil del Miembro Pilmatué; b) Perfil del Miembro Agua de la Mula. Los números señalados en los perfiles indican los niveles donde se hicieron conteos para determinar la composición taxonómica de bivalvos.



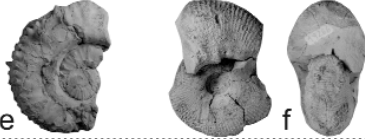

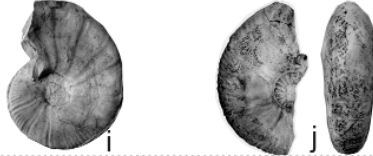
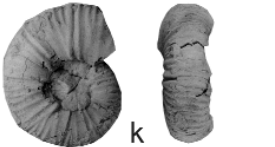

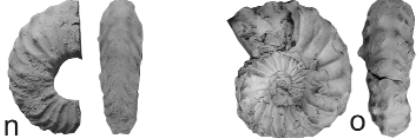
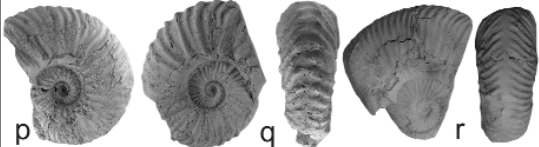
		EDAD	Cuenca Neuquina		
			Zonas	Subzonas	
FORMACIÓN AGRIO	Miembro Pilmatué	Hauteriviano Temprano			
			<i>Weavericeras vacaensis</i>		
				<i>Hoplitocrioceras gentilii</i>	
			<i>Hoplitocrioceras gentilii</i>	<i>Hoplitocrioceras giovinei</i>	
				<i>Olcostephanus (O.) laticosta</i>	
			<i>Holcoptychites neuquensis</i>	<i>Holcoptychites agrioensis</i>	
			<i>Holcoptychites neuquensis</i>		
		Valanginiano Tardío		<i>"Neocomites" spp.</i>	
			<i>Pseudofavrella angulatiformis</i>	<i>Chacantuceras ornatum</i>	
			<i>Pseudofavrella angulatiformis</i>		

Figura 3: Zonación bioestratigráfica de amonoides del Miembro Pilmatué de la Formación Agrio; a-b) *Weavericeras vacaensis* (Weaver 1931) CPBA 19297.1-2; c-d) *Hoplitocrioceras gentilii* Giovine 1950 CPBA 19216.1-2; e) *Hoplitocrioceras giovinei* Aguirre-Urreta y Rawson 2001b CPBA 20601; f) *Olcostephanus (O.) variegatus* (Paquier 1900) CPBA 19266; g) *Olcostephanus (O.) laticosta* (Gerth 1925) CPBA 19248; h) *O. (Jeannoticeras) agrioensis* Aguirre-Urreta y Rawson 2001a CPBA 19247; i-j) *Holcoptychites agrioensis* (Weaver 1931) CPBA 20011.16, CORD-Pz 7484; k) *Holcoptychites magdalenae* (Douvillé 1910) CPBA 19826.2; l-m) *"Neocomites" spp.* CPBA 20602-3; n) *Chacantuceras ornatum* (Olivero 1983) CPBA 20605; p) *Pseudofavrella australe* (Leanza y Wiedmann 1980) CPBA 20672.25; q) *Pseudofavrella sp. nov. 1* (CPBA 20658.1); r) *Pseudofavrella sp. nov. 2* (CPBA 20651.1). Ejemplares a-f, k-n, p-r de Bajada Vieja, g-h de Agrio del Medio, i de la localidad Agua de la Mula, j de Loma Rayoso (CORD-PZ, Colección Universidad Nacional de Córdoba). Escala aproximada: a, b, d, e, g, k, l, q x 0,33; c, f, o, p, r x 0,25; h, n x 0,40; i, j, m x 0,20.

veces asociada con abundantes nautilídeos que conforman una asociación monoespecífica (véase Cichowolski 2003) y se encuentra más restringida, reconociéndose desde el río Diamante en Mendoza hasta el centro de Neuquén.

Subzona de *Olcostephanus (Olcostephanus) laticosta*: Se caracteriza por la primera aparición de la especie índice que reemplaza abruptamente a *Holcoptychites*. En la localidad tipo, *Olcostephanus (O.) laticosta* (Gerth 1925) se asocia con *O. (Jeannoticerias) agriensis* Aguirre-Urreta y Rawson 2003 (Fig. 3), mientras que en la localidad de Agua de la Mula, se ha registrado también *O. (O.) boesei* (Riedel 1938) (Aguirre-Urreta y Rawson 2001a). Esta fauna se distribuye desde el río Diamante en el centro de Mendoza hasta el sur de Neuquén en la localidad de cerro Marucho.

Zona de *Hoplitocrioceras gentilii*: Fue propuesta por Aguirre-Urreta y Rawson (1997) y su base está marcada por la aparición del género *Hoplitocrioceras* Giovine 1950. La misma ha sido dividida en dos subzonas.

Subzona de *Hoplitocrioceras giovinei*: Se registra desde el arroyo La Escondida en el centro de Mendoza hasta cerro Mesa en las cercanías de Covunco. Aparte de la especie índice, *H. giovinei* (Aguirre-Urreta y Rawson 2001b) el único amonite reconocido es *Olcostephanus (O.) variegatus* (Paquier 1900) (Fig. 3) representado por sólo dos ejemplares, uno de la localidad tipo y otro de cerro Salado (Aguirre-Urreta y Rawson 2001a).

Subzona de *Hoplitocrioceras gentilii*: Sólo se ha ubicado en ella a la especie índice. Se ha reconocido en las localidades de Lomas Bayas y arroyo La Escondida en Mendoza (Tunik *et al.* 2005) hasta el cerro Marucho en el sur de Neuquén. En la localidad tipo los fósiles se preservan tanto en coquinas como en nódulos calcáreos (Fig. 3).

Zona de *Weavericeras vacaensis*: Propuesta por Aguirre-Urreta y Rawson (1997) para la porción cuspidal del Miembro Pilmatué, abarcando además el Miembro Avilé. Su base está definida por la aparición del género *Weavericeras* Leanza y Wiedmann

1980 que se asocia en varias localidades con los últimos *Hoplitocrioceras gentilii* (Giovine 1950), con el que comparte la misma distribución geográfica. En la localidad tipo está bien representada por numerosos ejemplares de la especie índice asociados a *Cymatoceras perstriatum* (Steuer 1897). Esta fauna está pendiente de revisión, como así también la validez de la especie *W. olscheri* (Giovine 1950).

Zona de *Spiticeras riccardii*: Creada por Aguirre-Urreta *et al.* (1993), caracteriza la base del Miembro Agua de la Mula de la Formación Agrio. Está muy bien representada en la localidad tipo, de donde ha sido originalmente descrita la especie índice *S. riccardii* Leanza y Wiedmann 1992 (Fig. 4) que abunda en lutitas papiáceas negro-azuladas. Su distribución areal abarca una única localidad en Mendoza, el Paso de Piuquenes (Aguirre-Urreta 2001, Aguirre-Urreta y Vennari 2009) y en Neuquén se registra desde Tricao Malal en el norte hasta Cerro Bayo de Covunco al sur.

Zona de *Crioceratites schlagintweiti*: Fue propuesta por Aguirre-Urreta y Rawson (1993) para distinguir la porción inferior de la zona de *Crioceratites andinum* originalmente instituida por Gerth (1925). Su base está definida por la primera aparición de *Crioceratites schlagintweiti* (Giovine 1950) y *C. apricus* (Giovine 1952) en conjunto con los últimos registros de *S. riccardii*. Presenta una distribución geográfica restringida al Neuquén central y no ha sido registrada en la localidad tipo.

Zona de *Crioceratites diamantensis*: Establecida por Aguirre-Urreta y Rawson (1993) para la porción superior de la zona de *Crioceratites andinum* de Gerth (1925), esta zona posee una amplia dispersión geográfica a lo largo de toda la cuenca Neuquina. La primera aparición de la especie índice define la base de la biozona. Esta especie se asocia a *C. andinum* (Gerth 1925). La validez o no de especies tales como *C. bederi* (Gerth 1925), *C. perditus* (Gerth 1925), etc., así como formas aún innominadas restringidas a la parte superior de la zona, espera la revisión de toda esta fauna de amoniteos crioceratítidos.

Zona de *Paraspiticeras groeberi*: Fue distinguida por Aguirre-Urreta y Rawson (1993) para la parte cuspidal del Miembro Agua de la Mula, con su base caracterizada por la primera aparición del género *Paraspiticeras* Kilian 1910. Se la ha reconocido desde el río Diamante en Mendoza hasta el río Agrio, donde se ha recuperado un solo ejemplar fragmentario.

Bivalvos

La taxonomía de los moluscos bivalvos de la Formación Agrio ha sido sólo parcialmente revisada. El grupo que más aportes ha recibido es el de los trigonioideos probablemente debido a su alta abundancia y diversidad (véase Leanza 1993). Sin embargo, aún faltan revisiones taxonómicas más exhaustivas como en el caso de los heterodontos (véase Lazo 2007 b). Afortunadamente las faunas del Miembro Pilmatué se han actualizado recientemente en cuanto a su taxonomía y es por ello que pueden empezar a utilizarse en aplicaciones paleoecológicas, paleoambientales y bioestratigráficas (véase Lazo 2006a, 2007c). Por otro lado, sólo los inocerámidos del Miembro Agua de la Mula han sido revisados (Lazo 2006b), pero se cuenta con datos preliminares de otros grupos que sumados a la bibliografía existente permiten elaborar una zonación bioestratigráfica.

Dentro de los grupos registrados en la Formación Agrio los trigonioideos (Palaeheterodonta, Trigonioidea) y los inocerámidos (Pteriomorphia, Pterioidea) son los que tienen más utilidad bioestratigráfica. Los trigonioideos durante el Cretácico Temprano de cuenca Neuquina alcanzan una alta diversidad relativa, tanto a nivel genérico como específico, en comparación con otros grupos de bivalvos (véase Leanza 1993). Además, poseen alta abundancia e incluso pueden llegar a registrarse en distintos tipos de facies, lo cual los convierte en buenos fósiles guías al menos localmente. Éste es el caso del género *Steinmanella* Crickmay 1930 el cual se registra abundantemente en distintos tipos de facies, desde fangos de plataforma media-externa de baja energía




		Cuenca Neuquina	
		EDAD	Zonas
FORMACIÓN AGRIO	Miembro Agua de la Mula	Barrem.	<i>Paraspiticeras groeberi</i> 
		Hauteriviano Tardío	<i>Crioceratites diamantensis</i> 
			<i>Crioceratites schlagintweiti</i>
			<i>Spitidiscus riccardii</i> 

Figura 4: Zonación bioestratigráfica de amonoideos del Miembro Agua de la Mula de la Formación Agrio; a) *Paraspiticeras groeberi* Aguirre-Urreta y Rawson 1996 CPBA 20600; b) *Crioceratites diamantensis* (Gerth 1925) MLP 20976; c-d) *Spitidiscus riccardii* (Leanza y Wiedmann 1992) CPBA 17926.21-24. Ejemplar a de la localidad Mina San Eduardo, b de Bajada del Agrio (MLP, Colección Museo de La Plata) y c-d de Agrio del Medio. Escala aproximada: a x 0,33, b x 0,25, c-d x 0,5.

hasta areniscas y coquinas de *shoreface* de alta energía. Se trata de trigonioideos generalistas de sustratos que resultan de utilidad en bioestratigrafía. Cabe mencionar que para una diferenciación óptima entre especies se deben utilizar individuos adultos de un largo mayor a 50 mm, ya que los juveniles no poseen las características diagnósticas necesarias.

Tradicionalmente los inocerámidos mesozoicos han sido muy utilizados en estudios bioestratigráficos debido a que la mayoría de las especies poseen amplia distribución biogeográfica, al menos intercontinental, especialmente durante el Cretácico y además porque registraron una tasa evolutiva relativamente alta (Harrises y Crampton 1998). Sin embargo, en el Cretácico Temprano de cuenca Neuquina tienen una baja diversidad, siendo *Neocomiceramus curacoensis* (Weaver 1931) la especie mejor conocida. Su alta abundancia y extensión lateral permiten utilizarla como fósil guía.

En la zona de estudio, los trigonioideos son más abundantes y se registran en un mayor número de niveles que los inocerámidos. Esto se debe a que en Bajada del Agrio las facies que prevalecen son

marino-someras a marginales y por lo tanto no tan apropiadas para el desarrollo de faunas de inocerámidos, típicas de facies de plataforma media-externa (*offshore*). Junto a los trigonioideos se desarrolló una variada fauna de otros bivalvos, corales y serpúlidos. A continuación se describe la zonación propuesta para la Formación Agrio en su localidad tipo sobre la base de los bivalvos registrados y datos procedentes de otras localidades (véase Fig. 5).

Zona de *Steinmanella pebuenmapuensis*: La especie *S. pebuenmapuensis* Leanza 1998 fue descrita originalmente sobre la base de siete ejemplares colectados en dos niveles litológicos distintos de la parte basal de la Formación Agrio en el cerro Mesa de Covunco. Los mismos se asociaron con la zona de *Lyticoceras pseudoregale* cuya edad fue considerada como hauteriviana temprana (Leanza 1998). Posteriormente, Lazo (2003a), realizó una revisión de dicha especie sobre la base de 94 ejemplares colectados en el Miembro Pilmatué en las localidades de Agua de la Mula, cerro Salado y Bajada del Agrio. Morfológicamente la especie se caracteriza por presentar un tamaño mediano

($L < 120$ mm) y margen anterior prominente. Dicho margen es plano y ancho en vista anterior y recto en vista dorsal. Como consecuencia de la presencia de un margen anterior amplio, el ancho máximo de la conchilla se ubica cerca del margen anterior. Al igual que en las otras especies del género *Steinmanella*, la ornamentación del flanco consiste en hileras oblicuas de tubérculos prominentes.

En cuanto a su posición estratigráfica se destaca que los biohorizontes de primera y última aparición de *S. pebuenmapuensis* se registran dentro de la zona de *Pseudofavrella angulatiformis* en el sector basal del Miembro Pilmatué. Su biocrón se restringe a las subzonas de *P. angulatiformis*, *Chacantuceras ornatum* y "*Neocomites*" spp. asignadas al Valanginiano tardío. Es destacable que no hay superposición temporal con otras especies de *Steinmanella*. Por lo tanto se propone una biozona de intervalo cuyo límite inferior queda establecido por el biohorizonte de primera aparición de *S. pebuenmapuensis* y su límite superior por el biohorizonte de primera aparición de *S. transitoria* (Steinmann), cuyo biocrón es inmediatamente posterior a la primera. La biozona propuesta entonces abarca desde la subzona de *P. angulatiformis* hasta el sector medio de la Subzona de *H. neuquensis* correspondiendo al intervalo Valanginiano tardío-Hauteriviano temprano basal (Fig. 2a). La duración de esta biozona sería de 1,5 Ma dado que abarca algo más que la duración de tres subzonas de amonoideos que para esta región tienen una duración de 0,5 Ma aproximadamente. De acuerdo a datos recogidos en distintas localidades de Neuquén esta zona se extendería geográficamente desde cerro Birrete en el sur hasta Agua de la Mula en el norte (Fig. 1a)

Zona de *Steinmanella transitoria*: La especie *S. transitoria* (Steinmann 1881) fue descrita originalmente del Cretácico Inferior del norte de Chile, pero posteriormente fue ampliamente registrada en el Cretácico Inferior de la cuenca Neuquina en Argentina (véase Leanza 1993). Además fue mencionada en el Tithoniano de Chile en las Formaciones Baños del Fla-

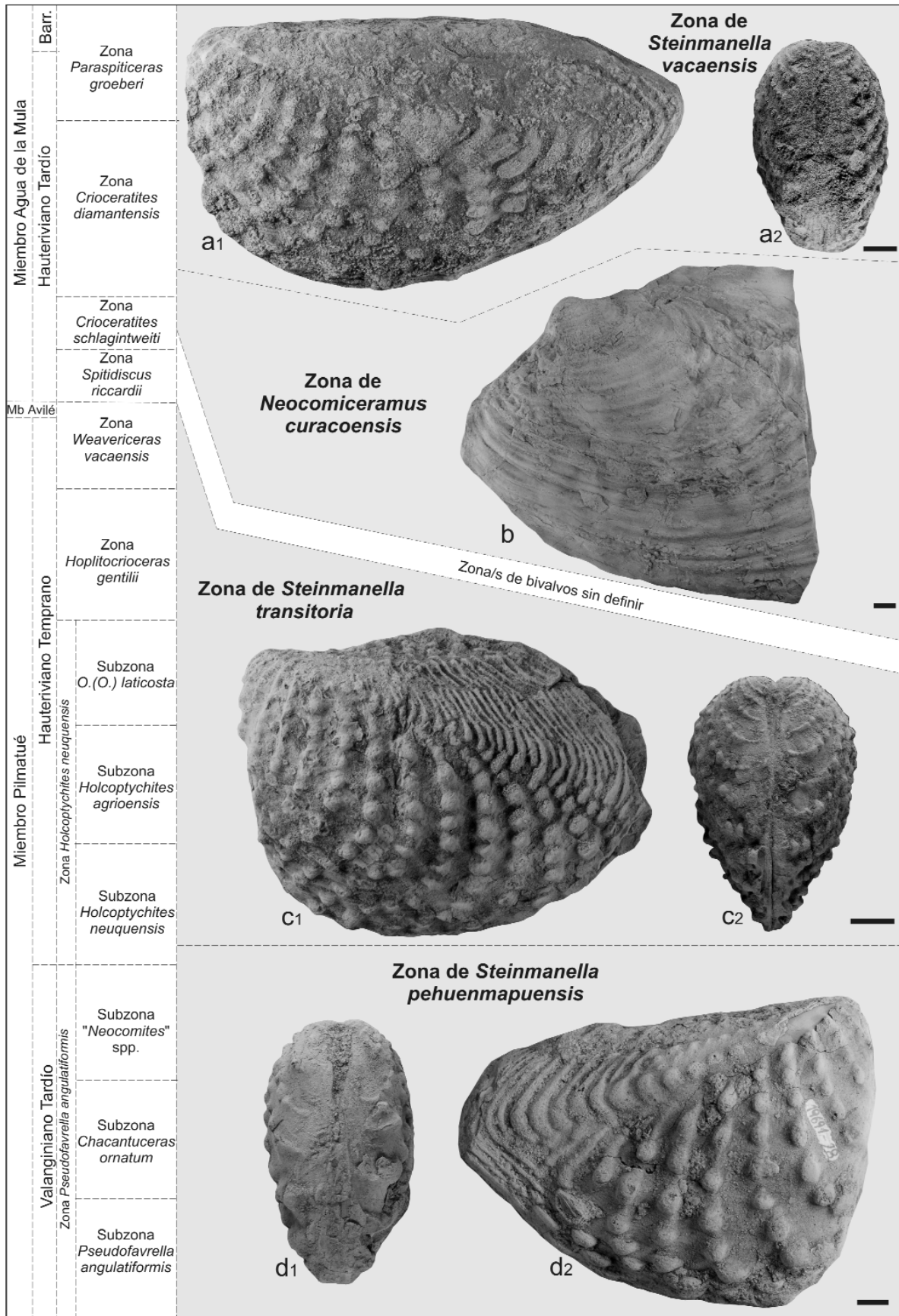


Figura 5: Zonación bioestratigráfica de bivalvos propuesta para la Formación Agrio; a) *Steinmanella vacaensis* (Weaver 1931), CPBA 20497.1, a₁ vista lateral izquierda, a₂ vista anterior; b) *Neocomiceramus curacoensis* (Weaver 1931), CPBA 20496.1 en vista lateral izquierda; c) *Steinmanella transitoria* (Steinmann 1881), CPBA 19715.1, c₁ vista lateral izquierda, c₂ vista anterior; d) *Steinmannella pehuenmapuensis* Leanza 1998 CPBA 19691.28, d₁ vista anterior, d₂ vista lateral derecha. Ejemplares a y b de Bajada del Agrio, c y d de Bajada Vieja. Escala gráfica = 1 cm.

co y Lo Valdés (véase Reyes y Pérez 1978, Hallam *et al.* 1986). Dado que estos registros no han sido descriptos en detalle ni figurados, su asignación a nivel específico debe ser tomada con dudas. Sin embargo, dadas las menciones repetidas en la literatura, la presencia del género *Steinmanella* en el Tithoniano de Chile parece ser incuestionable.

Recientemente se ha realizado una revisión de esta especie sobre la base de más de 38 ejemplares colectados en el Miembro Pilmatué de la Formación Agrio en las localidades de Agua de la Mula, cerro Salado y Bajada del Agrio (Lazo 2003a). Morfológicamente esta especie se caracteriza por presentar un tamaño mediano ($L < 108$ mm) y un margen anterior poco prominente. Dicho margen es ovalado en vista anterior y redondeado en vista dorsal. En consecuencia el ancho máximo de la conchilla se ubica cerca de la mitad del largo total. La ornamentación del flanco consiste en hileras oblicuas de tubérculos menos prominentes que en *S. pebuenmapuensis*.

El biohorizonte de primera aparición de *S. transitoria* se ubica dentro de la subzona de *H. neuquensis* mientras que su última aparición ocurre en la subzona de *H. gentilii* en la localidad analizada. En otras secciones como Agua de la Mula y cerro Salado su última aparición se extiende un poco más y se registra dentro de la subzona de *W. vacaensis* hacia el tope del Miembro Pilmatué. Por lo tanto el biocron de ésta especie se restringe al Hauteriviano temprano. Sobre la base de dicho biocron se propone una biozona de extensión o rango total cuyos límites inferior y superior están dados por los biohorizontes de primera y última presencia de *S. transitoria* (Fig. 2a). La duración de esta biozona estaría en el orden de 2 Ma dado que abarca algo más que la duración de cuatro zonas/subzonas de amonoideos para esta región. De acuerdo a datos recogidos en distintas localidades de Neuquén esta zona se extendería geográficamente desde cerro Marucho en el sur hasta Agua de la Mula en el norte (Fig. 1a).

Zona de *Neoniceramus curacoensis* La especie *N. curacoensis* (Weaver 1931) fue originalmente descrita del Miembro Agua de la Mula de la Formación Agrio en la localidad de arroyo Curaco, norte de Neuquén, sobre la base de un ejemplar. En una revisión reciente se redescibió esta especie y se la acotó estratigráficamente sobre la base de más de 100 ejemplares colectados en las localidades de Mina San Eduardo, Agua de la Mula y Pichaihue (Lazo 2006b). Morfológicamente esta especie se caracteriza por alcanzar un tamaño mediano ($L < 200$ mm) y por tener forma subcircular, conchilla ligeramente inequivalva, seno bisal y ornamentaciones de pliegues comarginales redondeados. El ligamento es multivincular con resilíferos anchos e interespacios angostos y cóncavos. Aparece abundantemente en facies fangosas de plataforma interna a externa asociada con amonoideos, bivalvos y gastrópodos de pequeño tamaño, aunque en forma ocasional aparece en areniscas de facies más someras como en el caso de Bajada del Agrio. A pesar de ser una especie local, *N. curacoensis*, posee afinidades con otras especies de inocerámidos ampliamente distribuidas como *N. neocomiensis* (d'Orbigny) del Hauteriviano-Aptiano y *N. anglicus* (Woods) del Albiano.

La especie se restringe a localidades ubicadas al norte de Bajada del Agrio y su registro más septentrional se encuentra en Mendoza en la zona del río Diamante (véase Tunik *et al.* 2005). En la localidad analizada los biohorizontes de primera y última presencia se registran dentro de la zona de *C. diamantensis* cuya edad es hauteriviana tardía. En Pichaihue, localidad ubicada al oeste de Bajada del Agrio, el biohorizonte de primera aparición ocurre más tempranamente, dentro de la zona de *C. schlagintweiti*. Sobre la base de dicho biocron se propone una biozona de intervalo siendo su límite inferior equivalente a la primera aparición de *N. curacoensis* y su límite superior la primera aparición de *S. vacaensis* (Fig. 2b). La duración de esta biozona sería cercana a 1 Ma dado que ocupa sólo una parte de una zona

de amonoideos.

Zona de *Steinmanella vacaensis* La especie *S. vacaensis* (Weaver 1931) fue descrita originalmente para el Miembro Agua de la Mula de la Formación Agrio en la sierra de la Vaca Muerta y en río Agrio en las cercanías de Agrio del Medio. Posteriormente también fue registrada en el Cretácico Inferior del norte de Chile (Reyes y Pérez 1978). Morfológicamente esta especie se caracteriza por alcanzar un tamaño grande (Largo > 100 mm) y una marcada elongación anteroposterior (Largo/Alto $> 1,65$). Los adultos de esta especie alcanzan una gran elongación con un margen ventroposterior puntiagudo. *S. vacaensis* posee afinidades con otras especies incluidas en el subgénero *Steinmanella* (*Macrotrigonia*) Camacho y Olivero 1985. Este subgénero posee registros en el Hauteriviano-Barremiano de cuenca Austral y Sudáfrica.

En este trabajo *S. vacaensis* ha sido registrada en el Miembro Agua de la Mula desde la zona de *Crioceratites diamantensis* hasta la zona de *Paraspiticeras groeberi*. Es de destacar el hecho que se la registra casi hasta el tope de la unidad en diferentes localidades del centro y norte de Neuquén como Bajada del Agrio, cerro Salado, Agua de la Mula, Pichaihue, Mina La Continental y Mina San Eduardo. Es por ello que se propone una biozona de rango o extensión delimitada por los biohorizontes de primera aparición y última presencia de *S. vacaensis* para caracterizar el tramo medio y superior del Miembro Agua de la Mula abarcando el Hauteriviano tardío y llegando al Barremiano más bajo (Fig. 2b). La duración de esta biozona sería de 2 Ma aproximadamente, dado que ocupa dos zonas de amonoideos.

Nanofósiles calcáreos

Los nanofósiles de la Formación Agrio han sido objeto de estudios principalmente durante la última década ya que proveen información bioestratigráfica valiosa para la exploración de hidrocarburos. Con este propósito se han incrementado las investigaciones y se destacan las desarrolladas por diversos autores

(Angelozzi 1991, 1995, Mostajo *et al.* 1995, Simeoni y Musacchio 1996, Mostajo y Volkheimer 1997, Aguirre-Urreta *et al.* 1999, Concheyro y Sagasti 1999, Concheyro y Bown 2002, Concheyro *et al.* 2002, Bown y Concheyro 2004).

La nanoflora de la localidad tipo de esta formación constituye una asociación de baja a moderada diversidad, con una abundancia relativa de ejemplares que varía según los horizontes, tanto en el Miembro Pilmatué como en el Miembro Agua de la Mula. Se identificaron 45 especies que poseen de moderada a pobre preservación (Fig. 6). Es muy frecuente la presencia de nanocónidos en aquellos horizontes donde la riqueza específica se incrementa y las condiciones marinas se aproximan a un ambiente de plataforma. Se destacan *Nannoconus bucheri* Brönnimann, *N. circularis* Déres y Achéritéguy, *N. cornuta* Déres y Achéritéguy, *N. elongatus* Brönnimann, *N. kamptneri* Brönnimann, *N. quadricanalís* Bown y Concheyro y *N. steinmannii* Kamptner.

En algunas muestras procedentes de ambos miembros de la Formación Agrio, la cantidad de ejemplares de *Micrantholithus boschulzjii* (Reinhardt) Thierstein, *M. obtusus* Stradner y *Cyclagelosphaera margerelii* Noël resulta significativa y sugiere ambientes marinos muy someros (Concheyro *et al.* 2009).

Particularmente, el Miembro Pilmatué se caracteriza por contener una nanoflora prácticamente estéril en la base, pero sucesivamente predominan placolitos que son cosmopolitas y abundantes nanocónidos, coincidentes con episodios transgresivos y de nivel de mar alto en las subzonas de "*Neocomites*" spp., *Holcoptychites neuquensis*, *Olcostephanus* (O.) *laticosta* y *Hoplitocrioceras gentilii* (Concheyro *et al.* 2009). Hacia los niveles cuspidales del Miembro Pilmatué la nanoflora se empobrece notablemente.

Las lutitas negras portadoras de *Spitidiscus riccardii* de la base del Miembro Agua de la Mula concentran una abundante nanoflora, posiblemente asociada a un marcado evento transgresivo registrado por encima del Miembro Avilé donde se desa-

rolló una columna de agua estratificada y fondos con baja oxigenación (Lazo *et al.* 2005, Concheyro *et al.* 2009). Hacia los términos superiores del Miembro Agua de la Mula la nanoflora se encuentra empobrecida, pero aún así, se distinguen dos picos de abundancia pero con baja diversidad localizados dentro de la zona de *Crioceratites diamantensis*.

La mayoría de los bioeventos diferenciados con nanoflora han sido definidos en áreas más septentrionales de la provincia del Neuquén y correlacionados con los observados en el centro y sur de la cuenca (Concheyro *et al.* 2009). En el caso de la localidad tipo analizada es posible diferenciar sólo algunos de los bioeventos más importantes debido a restricciones faciales en el área analizada.

En la Formación Agrio se identificaron las zonas estándares CC4A para el Miembro Pilmatué y las zonas CC4B y CC5A para el Miembro Agua de la Mula, que comprenden el intervalo Valanginiano tardío- Hauteriviano tardío (véase Applegate y Bergen 1988). Para caracterizar cada una de esas zonas y particularmente para la cuenca Neuquina se reconocen eventos bioestratigráficos globales que incluyen la primera y última aparición de algunas especies (FO y LO) y presencias de otras, entre ellas: *Eiffellithus windii* Applegate y Bergen, *E. striatus* (Black) Applegate y Bergen, *Nannoconus bucheri* Brönnimann, *N. circularis* Déres y Achéritéguy, *Lithraphidites bollii* (Thierstein) Thierstein, *Crucellipsis cuvillieri*, *Clepsillithus maculosus* Rutledge y Bown y *N. ligius* Applegate y Bergen (Fig. 6).

Zona CC4A (Valanginiano tardío-Hauteriviano temprano): Esta zona es identificada en el Miembro Pilmatué y se caracteriza por los bioeventos: FO de *Eiffellithus striatus*, FO de *Nannoconus bucheri* y *N. circularis*, ambos nanocónidos con canal ancho, LO de *Eiffellithus windii* y FO y LO de *Clepsillithus maculosus* (Fig. 6). Su mejor desarrollo se observa en el norte de la cuenca en las localidades de Pampa Tril, Buta Ranquil, cuesta del Chihuido y arroyo Loncoche (Bown y Concheyro 2004, Aguirre-Urreta *et al.* 2005).

Zona CC4B (Hauteriviano tardío): Representada únicamente en el Miembro Agua de la Mula y definida por la FO de *Lithraphidites bollii*, LOs *Crucellipsis cuvillieri* y *Eiffellithus striatus*. Se encuentra muy bien definida en el norte de la cuenca en las mismas localidades donde se reconoce la zona CC4A, en tanto que en el centro y sur de la cuenca, una gran parte de estos bioeventos no están registrados claramente.

Zona CC5A (Hauteriviano tardío): Definida casi exclusivamente por las FO y LO de *Nannoconus ligius* y la LO de *Lithraphidites bollii*, este último bioevento está calibrado con la zona de *Crioceratites diamantensis* y con la zona de *Pseudothurmannia obmi* del Tethys (Aguirre-Urreta *et al.* 2005, Bown *et al.* 1998). Es frecuente la casi completa desaparición de los nanocónidos, predominando las formas grandes y alargadas como son *N. steinmanni* y *N. kamptneri*, grupo que desaparece casi completamente hacia el tope del Miembro Agua de la Mula.

Palinología

Los estudios palinológicos realizados en la Formación Agrio documentan la presencia de distintos tipos de palinomorfos continentales y marinos mayormente provenientes de los Miembros Pilmatué y Agua de la Mula (Aguirre-Urreta *et al.* 1999, 2005, Ottone 2009). El Miembro Pilmatué, en líneas generales, incluye mayor porcentaje de formas marinas, en tanto que en el Miembro Agua de la Mula adquieren mayor representación los elementos continentales (Fig. 7). La palinoflora continental incluye polen, esporas y fitoplancton, y está dominada por polen de Araucariaceae (*Araucariacites australis* Cookson, *Cyclusphaera psilata* Volkheimer y Sepúlveda) y Cheirolepidiaceae (*Classopollis* sp.), con presencia subordinada de polen de Podocarpaceae (*Podocarpidites* sp.), esporas de Briophyta, Lycophyta y Pteridophyta, y cenobios de Chlorophyta. La palinoflora continental se refiere a la zona *Cyclusphaera psilata*-*Classopollis* del Valanginiano tardío-?Barremiano temprano (véase Volkheimer 1980). Los ele-

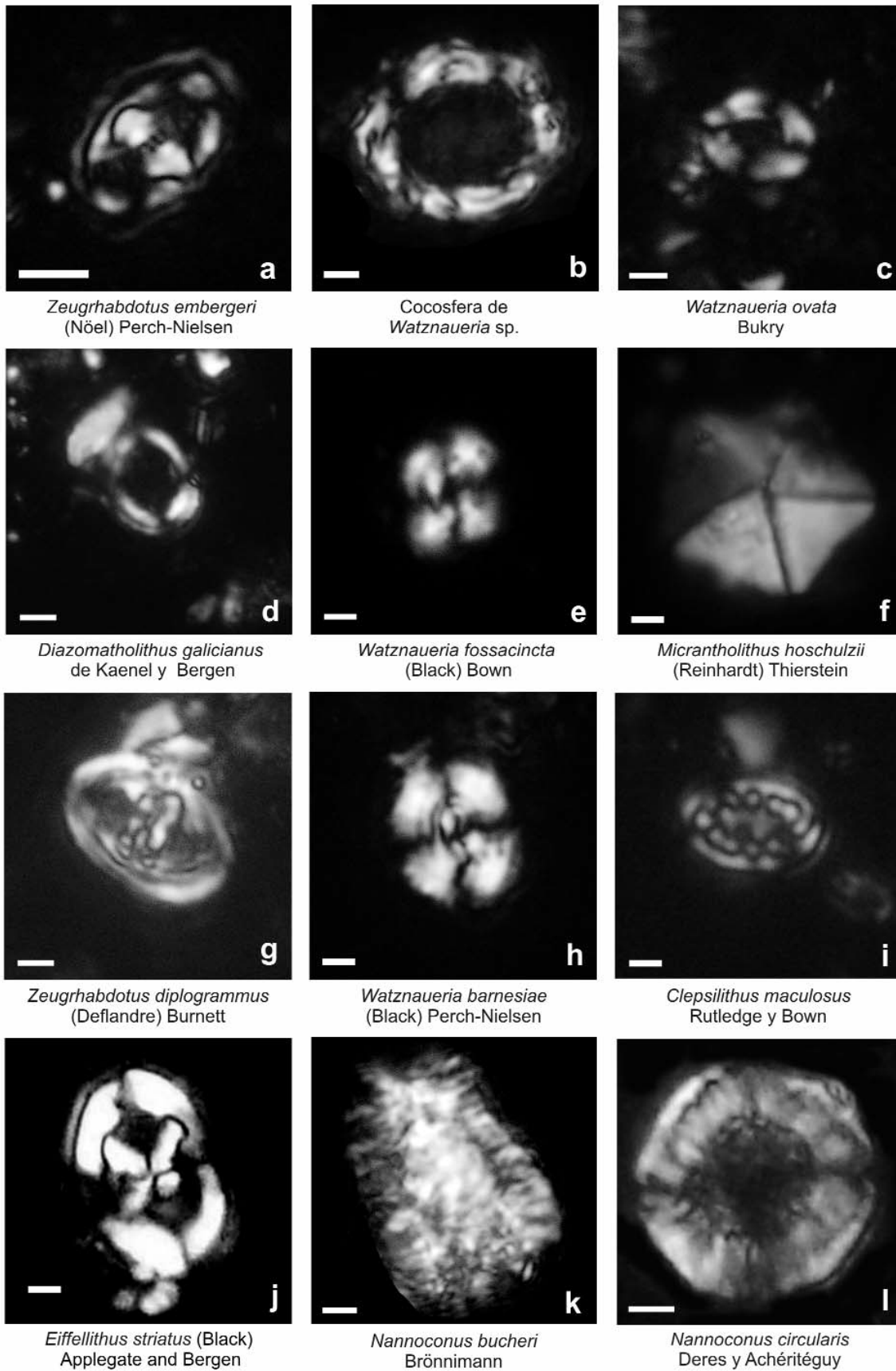


Figura 6: Principales nanofósiles calcáreos biomarcadores de la Formación Agrio registrados en su localidad tipo. Todas las fotografías han sido tomadas con nicoles cruzados y magnificación de 1000 aumentos. La barra indica 2 μm; a) *Zeugrhabdotus embergeri* (Nöel) Perch-Nielsen, BAFC-NP 2861, AG 14d; b) Cocosfera de *Watznaueria* sp., BAFC-NP 2835, AG 3b; c) *Watznaueria ovata* Bukry, BAFC-NP 2837, AG 3d; d) *Diazomatolithus galicianus* de Kaenel and Bergen, BAFC-NP 2886, BA 13.2; e) *Watznaueria fossacincta* (Black) Bown, BAFC-NP 2827, AG 1*; f) *Micrantholithus hoschulzii* (Reinhardt) Thierstein, BAFC-NP 2886, BA 13.2; g) *Zeugrhabdotus diplogrammus* (Deflandre) Burnett, BAFC-NP 2859 AG 14b; h) *Watznaueria barnesiae* (Black) Perch-Nielsen, BAFC-NP 2841, AG 5b; i) *Clepsilithus maculosus* Rutledge y Bown, BAFC-NP 2868, AG 20 a; j) *Eiffelithus striatus* (Black) Applegate y Bergen, BAFC 2916, BA 13; k) *Nannoconus bucheri*, Brönnimann, BAFC-NP 2885, BA 13; l) *Nannoconus circularis* Deres y Achéritéguy, BAFC-NP 2886, BA 13.2. BA: Miembro Pilmatué, AG: Miembro Agua de la Mula.

mentos marinos están representados principalmente por quistes de dinoflagelados junto a prasinofitas y microforaminíferos subordinados.

Entre las especies de quistes de dinoflagelados identificadas se destacan *Canningia pistica* Helby, *Dingodinium albertii* Clarke y Verdier, *Muderongia parviata* (Duxbury) Monteil, *Muderongia simplex* (Alberti) Monteil, *Occisucysta tentoria* (Duxbury) Jan du Chêne *et al.*, *Pseudoceratium pelliferum* (Gocht) Dörhöfer y Davies, y *Tanyosphaeridium magneticum* (Davies) Torricelli (Ottone *et al.* 2008) y su presencia es consistente con la edad hauteriviana tardía sugerida para el Miembro Agua de la Mula por estudios radimétricos, de invertebrados y nanoplancton calcáreo.

DISCUSIÓN

Amonoideos

Para el Cretácico Inferior, Aguirre-Urreta y Rawson (1997), propusieron una correlación bastante detallada entre la cuenca Neuquina y la provincia Mediterránea del Tethys, pero luego de más de 10 años de trabajos taxonómicos, unidos a nuevos hallazgos en la cuenca, se han hecho necesarias varias modificaciones de esa correlación inicial (Aguirre-Urreta *et al.* 2005, 2007).

Las faunas de amonoideos de la Formación Agrio están compuestas en su gran mayoría por taxones relacionados a las faunas del Tethys, aunque algunos son endémicos a la Provincia Andina. Dentro de las cuencas andinas, estas faunas son similares a las de la cuenca de Chañarcillo en Chile (Mourgues 2004, Aguirre-Urreta *et al.* 2007) y en menor medida a las faunas registradas en Colombia (Haas 1960, Etayo Serna 1968, 1985). Sin embargo, no muestran casi ninguna similitud con los amonoideos de cuenca Austral en los Andes Patagónicos ni con las cuencas antárticas lo que impide correlaciones con esas regiones gondwánicas.

En localidades como cerro La Parva donde la base de la Formación Agrio comienza en el Valanginiense temprano es posible realizar correlaciones estrechas

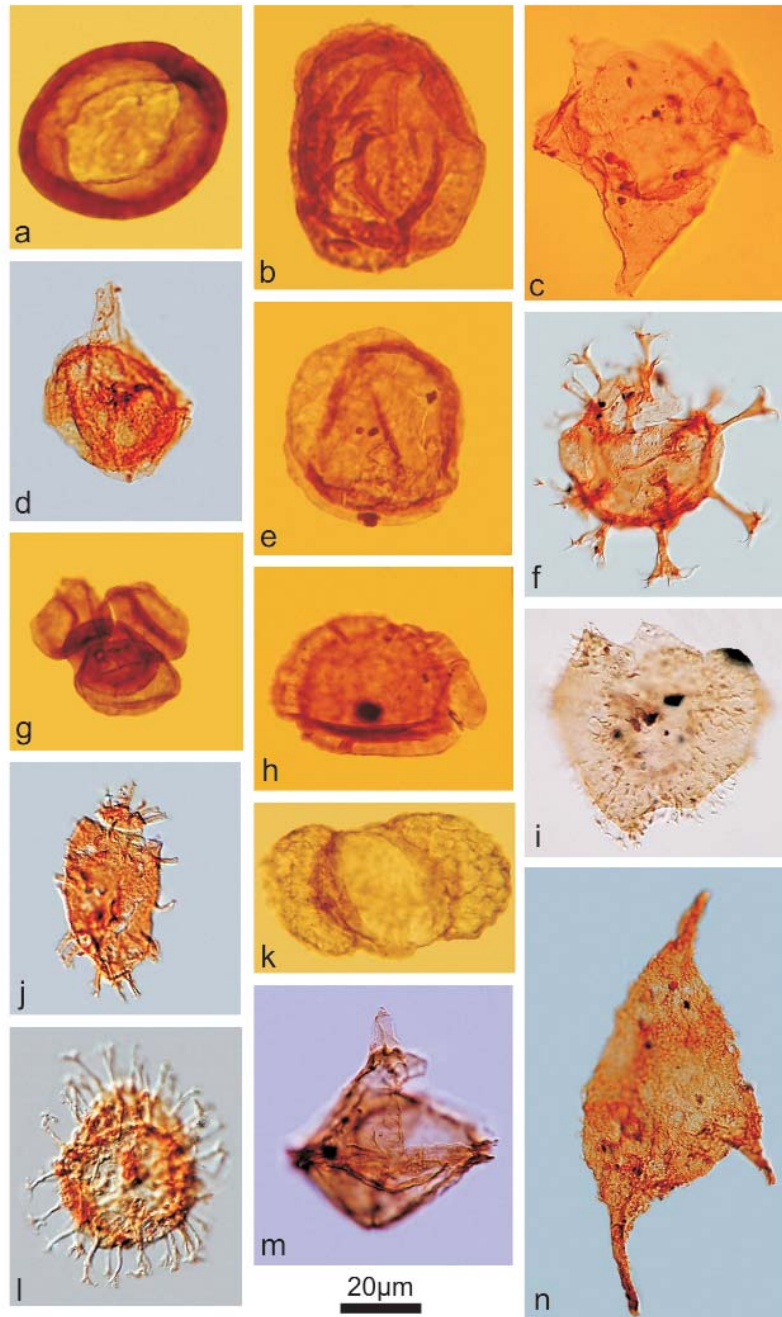


Figura 7: Palinomorfos continentales y marinos de la Formación Agrio; a) *Cyclusphaera psilata* Volkheimer y Sepúlveda, BAFC-PI 1348(1) T36/3; b) *Aranariacites australis* Cookson, BAFC-PI 2139(1) D59/0; c) *Muderongia parviata* (Duxbury) Monteil, BAFC-PI 2147(2) Q24/3; d) *Dingodinium albertii* Clarke y Verdier, BAFC-PI 2128(2) S38/1; e) *Callialasporites turbatus* (Balme) Schulz, BAFC-PI 1376(2) V51/3; f) *Oligosphaeridium complex* (White) Davey y Williams, BAFC-PI 2128(2) W44/3; g) *Classopollis* sp., BAFC-PI 1348(1) X32/2; h) *Callialasporites trilobatus* (Balme) Dev, BAFC-PI 1376(2) V47/2; i) *Cerbia tabulata* (Davey y Verdier) Below, BAFC-PI 2155(2) J43/1; j) *Tanyosphaeridium magneticum* (Davies) Torricelli, BAFC-PI 2164(2) G40/3; k) *Podocarpidites* sp., BAFC-PI 1342(2) P25/3; l) *Kiokansium unituberculatum* (Tasch) Stover y Evitt, BAFC-PI 2164(2) 51,8/99 R51/3; m) *Occisucysta tentoria* (Duxbury) Jan du Chêne *et al.*, BAFC-PI 2156(2) S36/3; n) *Pseudoceratium pelliferum* (Gocht) Dörhöfer y Davies, BAFC-PI 2126(2) H53/2. Los ejemplares a, b, e, g, h, k proceden del Miembro Agua de la Mula, localidad Agua de la Mula; c, d, f, i, j, l, m, n proceden del Miembro Agua de la Mula, localidad Bajada del Agrio. BAFC-PI: Colección palinológica de la Universidad de Buenos Aires, seguido del número de preparado y las coordenadas de England Finder.

con la Provincia Mediterránea. La subzona de *Olcostephanus* (*O.*) *atherstoni* se puede

correlacionar con la parte media de la zona *Campylotoxus*, donde se registra el ac-

mé de *O. guebbardi* (Kilian 1902), un posible sinónimo de *O. atherstoni*. La siguiente subzona de *Karakaschiceras attenuatum*, es uno de los puntos de más firme correlación con la subzona *biassalensis* del Tethys (Reboulet *et al.* 2006). Luego hay una sucesión de faunas desde la subzona de *Olcostephanus (Viluceras) permolestus* hasta la subzona de *Holcoptychites agrioensis*, donde las correlaciones son mucho más tentativas.

La relativamente diversa fauna de la subzona de *Pseudofavrella angulatiformis* del Valanginiano tardío está caracterizada por especies endémicas. En la subzona media, *Chacantuceras* tiene una distribución más amplia, siempre dentro del ámbito andino, desde la plataforma del Aconagua (Aguirre-Urreta 2002b) hasta la región de Tres Lagunas en el engolfamiento de Río Mayo (Aguirre-Urreta y Rawson 1999). Esta fauna es única en el sentido que permite una correlación con la cuenca Austral, que a lo largo de su historia cretácica muestra una casi absoluta desconexión con la cuenca Neuquina. La parte superior de la zona de *P. angulatiformis* está caracterizada por neocomítidos en estudio, aunque muy similares a las formas europeas de la subzona de *Callidiscus* (Reboulet *et al.* 2006) del Valanginiano cuspidal.

La presencia de *Oosterella*, un género típicamente mediterráneo, tanto en el techo de la subzona de "*Neocomites*" spp. como en la base de la zona suprayacente, permitiría ubicar aquí el límite Valanginiano-Hauteriviano dado el biocrón restringido de dicho taxón.

El género *Holcoptychites* que caracteriza las dos siguientes subzonas se conoce hasta el momento sólo en la cuenca Neuquina, pero su asociación con *Oosterella*, su similitud con los primeros *Spitidiscus* y con *Jeanthieuloyites* Cooper 1981 han llevado a Aguirre-Urreta y Rawson (2003) a proponer una edad hauteriviana temprana, similar a la de la zona *radiatus* del Mediterráneo.

Una correlación más firme se puede establecer en la subzona de *O. (O.) laticosta* por su asociación con *O. (Jeannoticeras) agrioen-*

sis Aguirre-Urreta y Rawson 2001a, especie muy similar a la especie tipo del subgénero *O. (Jeannoticeras) jeannotii* (d'Orbigny 1841) que caracteriza a la subzona *Jeannotii* de la zonación tethyana (Reboulet *et al.* 2006, Rawson 2007).

La zona de *Hoplitocrioceras gentilii* está caracterizada por la casi exclusiva presencia de este género, que parece ser endémico de la cuenca Neuquina con la posible excepción de material inédito de Colombia. Sin embargo, el hallazgo en la subzona de *H. giovinei* de *Olcostephanus (O.) variegatus* (Paquier) que caracteriza el horizonte del mismo nombre en la base de la zona *nodosoplicatum* en Francia, permite atribuirle una edad hauteriviana temprana. Por encima se encuentra el género *Weavericeras* que define la última biozona del Miembro Pilmatué. Dado que es endémico para la cuenca Neuquina se dificulta su correlación.

En la base del Miembro Agua de la Mula se registra la primera aparición de *Spitidiscus*, un género tethyano de gran distribución geográfica. Las formas neuquinas de este género son muy similares a las especies europeas coetáneas y provee un punto de correlación significativo. En la parte cuspidal de la zona, *Spitidiscus* se asocia, y es rápidamente reemplazado, por los primeros *Crioceratites* que se conocen en la cuenca: *C. apricus* y *C. schlagintweiti*. Ambas especies son muy similares a las del grupo *C. nolani-C. duvali* del Hauteriviano medio del Tethys. Estas especies mediterráneas llegan a migrar hasta las áreas marginales del Reino Boreal y la aparición repentina en Neuquén sería reflejo del mismo evento (Rawson 2007). Los representantes de *Crioceratites* en la siguiente zona de *C. diamantensis* ya se diferencian más de sus contrapartes mediterráneas y la correlación es más tenue. Los estudios detallados de esta fauna, aún pendientes, seguramente proporcionarán nuevos datos bioestratigráficos de utilidad. Finalmente, la zona de *Paraspticeras groeberi* es la más alta reconocida hasta el momento y ha sido provisionalmente datada en el intervalo Hauteriviano cuspidal a Barremiano basal. En varias localidades

del centro del Neuquén se han recuperado fragmentos de un amonoideo heteromorfo provisionalmente asignado al género *Sabaudiella* Vašicek y Hoedemaeker 2003 por encima de *Paraspticeras* lo que podría indicar que el techo de esta fauna se ubicaría en el límite Hauteriviano-Barremiano (Busnardo *et al.* 2003).

Bivalvos

Con respecto a los bivalvos se puede comentar que algunas especies de distribución local han permitido construir una razonable zonación bioestratigráfica para la Formación Agrío. Los grupos involucrados comprenden a los trigonioideos e inocerámidos. Otros grupos de bivalvos, como los heterodontos, probablemente aportarán nuevos datos bioestratigráficos a medida que vayan siendo revisados en su taxonomía y estratigrafía.

En la zonación propuesta por Riccardi *et al.* (2000, Cuadro 1) la zona de *Steinmanella quintucoensis* abarca todo el Valanginiano, mientras que la zona de *S. vacaensis* ocupa el lapso Hauteriviano-Barremiano basal. En este trabajo, en cambio, se proponen cuatro zonas sucesivas que abarcan desde el Valanginiano tardío cuspidal al Barremiano basal. De esta forma la zona de *S. quintucoensis* quedaría por debajo de la zona de *S. pebuenmapuensis* y sería asignable a capas del Valanginiano temprano correspondientes al tope de la Formación Vaca Muerta y parte de la Formación Mulichinco (véase Luci 2008).

El género *Steinmanella* ha sido considerado tradicionalmente como gondwánico, con registros en Perú, Chile, Argentina, Sudáfrica, Tanzania e India y en general las especies poseen alto endemismo (véase Lazo 2003a y referencias allí citadas). Es por ello que es difícil establecer una correlación de la zonación propuesta. Lo mismo sucede con *N. curacoensis* (Weaver), es una especie endémica de la cuenca y por lo tanto difícil de correlacionar. Sin embargo, presenta claras afinidades con otros necomicerámidos del Cretácico Inferior, como *N. neocomiensis* (d'Orbigny) y *N. borealis* (Glazunova) del Cretácico Inferior de Europa occidental y la

región del Volga en Rusia respectivamente (véase Lazo 2006b). Neocomicerámidos similares también han sido registrados en el intervalo Valanginiano-Aptiano en Europa, en la Península Antártica y en la cuenca de Chañarcillo (Chile) (Crame 1985, Dhondt y Dieni 1989, López y Mourgues 2007). Es posible entonces que este género haya tenido una distribución pandémica durante el Cretácico Temprano, pero con especies endémicas de cada región.

Dentro de la fauna de bivalvos de la Formación Agrio existen especies de distribución pandémica como *Pholadomya gigantea* (Sowerby) o *Trigonia carinata* Agassiz. Sin embargo, estas especies no son útiles en zonaciones ya que sus biocrones suelen comprender lapsos temporales muy amplios (véase Lazo 2007a, Lazo 2004).

El nivel de resolución alcanzado por los bivalvos varía según la biozona analizada. La máxima resolución se alcanza en el Miembro Agua de la Mula donde la biozona de *N. curacoensis* posee una duración aproximada de 1 Ma, lo cual duplica la resolución de los amonoideos estudiados. La mínima resolución es de 2 Ma, lo cual cuadruplica la de los amonoideos. De todas maneras, las resoluciones obtenidas son mejores a las previamente publicadas para bivalvos en la cuenca.

En la base del Miembro Agua de la Mula queda una zona de bivalvos aún por definir que se correspondería con la zona de *S. riccardii* y la base de la zona de *C. schlagintweiti* hasta la primera aparición de *N. curacoensis*. La fauna de bivalvos allí registrada es muy peculiar y posee un amplio registro en el centro y norte de Neuquén. Se la denomina informalmente como la "fauna de *Spitidiscus*". Las lutitas papiráceas negro-azuladas con *S. riccardii* portan bivalvos de pequeño tamaño ($L < 20$ mm) debido probablemente a un control por la baja oxigenación del fondo (Lazo *et al.* 2005). En dicha asociación se reconocieron arcoideos y posiblemente veneroideos, las cuales necesitan ser revisados en su taxonomía en forma previa a analizar su utilidad bioestratigráfica.

Nanofósiles calcáreos

La zona CC4A de nanofósiles calcáreos es reconocida en el perfil tipo de la Formación Agrio mediante los siguientes bioeventos: FO de *Eiffellithus striatus*, FOs de *Nannoconus circularis* y *N. bucheri* y la presencia de *Clepsillithus maculosus*. La primera aparición (FO) de *Eiffellithus striatus* ha sido registrada en numerosas localidades de la cuenca Neuquina, como así también en la localidad tipo de la formación, en coincidencia con la zona de *Pseudofavrella angulatiformis*. Bergen (1994) reconoce la FO de *E. striatus* en el Valanginiano tardío, correspondiente con la zona *trinodosum* (por encima de la base de la subzona *furcillata*) del Tethys.

Las primeras apariciones de *Nannoconus circularis* y *N. bucheri* en la localidad tipo de esta unidad no coinciden con las registradas en otras localidades de la cuenca Neuquina donde ambas primeras apariciones coinciden con la subzona de *P. angulatiformis*. Dicha discrepancia posiblemente se relacione con la baja diversidad reconocida en las muestras recuperadas de la localidad tipo y/o con un sesgo en la preservación.

Los nanocónidos se encuentran presentes en toda la columna de la Formación Agrio (Angelozzi 1991, 1995, Bown y Concheyro 2004), pero sólo algunos de ellos con canal expandido o muy ancho poseen valor estratigráfico como *Nannoconus bucheri* y *N. circularis*. En la cuenca Neuquina sus primeras apariciones coinciden con el Valanginiano tardío y sus rangos en Argentina resultan más longevos que los publicados en el resto del mundo para el Hauteriviano temprano, Barremiano y aún para épocas más jóvenes (Perch-Nielsen 1985, Mutterlose 1996, Bown *et al.* 1998). Estas apariciones tempranas en la cuenca Neuquina son reconocidas también por Gardin *et al.* (2000). La aparición temprana de *N. circularis* es importante ya que se trata de un nanocónido fácilmente reconocible y es registrado a nivel mundial a partir del Barremiano al Aptiano (*e.g.* Deres y Archéritéguy 1980, Perch-Nielsen 1985). La zona CC4B queda restringida al

Miembro Agua de la Mula en su perfil tipo y como bioeventos relevantes se destacan las últimas apariciones de *Nannoconus bucheri* y *N. circularis*. Dichas desapariciones coinciden con las registradas en diferentes sectores de la cuenca Neuquina, pero no se han recuperado ejemplares ni de *Crucellipsis cuvillieri* ni de *Lithaphidites bollii* que son frecuentes en las zonas de amonoideos *Spitidiscus riccardii* y *Crioceratites schlagintweiti* (*e.g.* Aguirre-Urreta *et al.* 2005).

La zona CC5A queda únicamente acotada por la asociación típica de algunas especies longevas y resistentes a la disolución que son recuperadas en sedimentitas de la zona de *C. diamantensis*. En este intervalo resulta anómalo el registro de *Clepsillithus maculosus*. Se trata de una especie restringida al Hauteriviano temprano (Bown y Concheyro 2004), pero actualmente se está analizando si esta especie extiende su biocrón al Hauteriviano tardío o si existen otras causas que permitan explicar esta singularidad en su rango estratigráfico.

Los nanofósiles hallados en la localidad tipo de la Formación Agrio presentan características cosmopolitas o de marcada afinidad tethyana que sugieren la existencia de conexiones marinas con la región del Tethys y parte del noroeste europeo por medio de un canal caribeño (Bown y Concheyro 2004). Otra vía de comunicación pudo haberse establecido a través de la región de África y Madagascar tal como fuera sustentada con dinoflagelados (Aguirre Urreta *et al.* 1999, Bown y Concheyro 2004).

Palinología

La palinología continental se refiere a la zona *Cyclusphaera psilata-Classopollis* de edad valanginiana tardía-?barremiana temprana. Los elementos marinos están representados principalmente por quistes de dinoflagelados junto a prasinofitas y microforaminíferos subordinados.

En el Miembro Pilmatué las asociaciones de quistes de dinoflagelados son comparables a las presentes en la región mediterránea y la zona sur de la región boreal

(Peralta 1997), en tanto que en el Miembro Agua de la Mula muestran una marcada afinidad mediterránea y se comparan con las asociaciones del Hauteriviano tardío provenientes de diferentes regiones del Tethys, particularmente del noreste y sur de Italia (Torricelli 2000, 2001) y sudeste de España (Leereveld 1997). Considerando la respuesta de los quistes de dinoflagelados a los cambios paleoambientales y el carácter somero de los depósitos, las primeras y últimas ocurrencias de los taxa no se atribuyen a cambios bioestratigráficos, sino que representan una distribución estratigráfica local. No obstante, las asociaciones palinológicas reconocidas hasta el momento constituyen un aporte paleobiogeográfico importante, ya que la palinoflora continental es típicamente gondwánica y comparable a asociaciones coetáneas de Patagonia (Archangelsky *et al.* 1984, Prámparo 1994, Ottone 2009), en tanto que la palinoflora marina incluye elementos mediterráneos, lo que confirma la existencia de un corredor oceánico de libre circulación para las formas planctónicas entre el Pacífico oriental y Europa (Aguirre-Urreta *et al.* 1999).

CONCLUSIONES

- Las faunas de amonoideos presentes en la Formación Agrio a lo largo de toda su extensión vertical han permitido realizar una detallada zonación bioestratigráfica. Estas faunas son usualmente muy abundantes aunque de muy baja diversidad.
- Las zonas identificadas se caracterizan generalmente por un reemplazo abrupto de sus componentes y fluctúan entre aquellas de taxones endémicos a la cuenca Neuquina o de distribución andina con otras de distribución más amplia. Estas últimas muestran invariablemente afinidades con la región Mediterránea del Tethys y en menor medida con las regiones marginales del reino Boreal.
- Un estudio detallado de los niveles portadores de bivalvos de la Formación Agrio ha permitido construir una zonación bioestratigráfica compuesta por cuatro

biozonas para el intervalo Valanginiano tardío-Barremiano basal, dos en el Miembro Pilmatué y dos en el Miembro Agua de la Mula.

- Los trigonioideos y los inocerámidos han demostrado ser los grupos más útiles en bioestratigrafía, aunque revisiones futuras de otros grupos como los heterodontos probablemente mejoren la zonación propuesta.

- Las especies de bivalvos involucradas en la zonación son de carácter endémico, aunque pertenecen a géneros con distribución pandémica durante el Cretácico Temprano.

- En la base del Miembro Agua de la Mula ha quedado una biozona de bivalvos sin definir debido al pobre conocimiento taxonómico existente.

- La duración de las biozonas de bivalvos propuestas es mayor a las de las zonas/subzonas de amonoideos y se ubica entre 1 y 2 Ma.

- Los nanofósiles calcáreos reconocidos en la Formación Agrio proveen una confiable zonación micropaleontológica para esta unidad, que se extiende desde el Valangiano al Hauteriviano tardío y sustentan con cierto detalle la edad definida previamente con amonoideos.

- La nanoflora y los amonoideos identificados muestran una buena correlación con los estándares mundiales y una marcada afinidad con representantes del Tethys.

- Los análisis palinológicos no han permitido hallar hasta el momento marcadores bioestratigráficos precisos. Estudios sistemáticos detallados de las asociaciones de dinoquistes podrían eventualmente revertir esta situación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente a S. Damborenea (Museo de La Plata), H. Leanza (SEGEMAR) y R. Palma (UBA) por la revisión exhaustiva del trabajo. Gracias a sus correcciones y sugerencias constructivas se lo ha mejorado sustancialmente. D. Fernández, C. Cataldo, R. Sanci, C. Rodríguez y G. Iovine han colaborado en las tareas de campo. Se agradece

la colaboración de M. Lescano (UBA) en la obtención y procesamiento de microfotografías de nanofósiles calcáreos. El financiamiento provino de los siguientes proyectos: PICT 189, CONICET PIP 5960 y UBACYT x001 otorgados a Aguirre-Urreta y PICT 32985 asignado a Lazo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aguirre-Urreta, M.B. 1995. *Spitidiscus riccardii* Leanza y Wiedmann (Ammonoidea) en el Hauteriviano del Neuquén. *Ameghiniana* 32: 407-410.
- Aguirre-Urreta, M.B. 2001. Marine Upper Jurassic-Lower Cretaceous Stratigraphy and Biostratigraphy of the Aconcagua-Neuquén Basin, Argentina and Chile. *Journal of Iberian Geology* 27: 71-90.
- Aguirre-Urreta, M.B. 2002a. Invertebrados del Cretácico Inferior. En Haller, M.J. (ed.) *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz*, 15° Congreso Geológico Argentino (El Calafate), Relatorio II-6: 439-459.
- Aguirre-Urreta, M.B. 2002b. *Chacantuceras ornatum* (Ammonoidea, Valanginiano superior): su distribución en las cuencas argentinas. 8° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Corrientes), Resúmenes, p. 91.
- Aguirre-Urreta, M.B. y Rawson, P.F. 1993. The Lower Cretaceous Ammonite *Paraspiituceras* from the Neuquén basin, west-central Argentina. *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie, Abhandlungen* 188: 51-69.
- Aguirre-Urreta, M.B. y Rawson, P.F. 1995. Bioestratigrafía del Valanginiano Superior de la región de Chos Malal, Cuenca Neuquina. 6° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Trelew), Actas, p. 7-14.
- Aguirre-Urreta, M.B. y Rawson, P.F. 1996. *Oostrella* (Ammonoidea, Early Cretaceous) from the Neuquén Basin, Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* 1996, Heft 8: 453-460.
- Aguirre-Urreta, M.B. y Rawson, P.F. 1997. The ammonite sequence in the Agrio Formation (Lower Cretaceous), Neuquén basin, Argentina. *Geological Magazine* 134: 449-458.
- Aguirre-Urreta, M.B. y Rawson, P.F. 1999. The Lower Cretaceous Valanginian Ammonite *Chacantuceras* (gen. nov.), a link between the Neuquén and Austral basins. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 53: 354-364.

- Aguirre-Urreta, M.B. y Rawson, P.F. 2001a. Lower Cretaceous ammonites from the Neuquén Basin, Argentina: the Hauterivian *Olostephanus* fauna. *Cretaceous Research* 22: 763-778.
- Aguirre-Urreta, M.B. y Rawson, P.F. 2001b. Lower Cretaceous ammonites from the Neuquén Basin, Argentina: the Hauterivian neocomitid genus *Hoplitocrioceras* (Giovine, 1950). *Cretaceous Research* 22: 201-218.
- Aguirre-Urreta, M.B. y Rawson, P.F. 2003. Lower Cretaceous ammonites from the Neuquén Basin, Argentina: the Hauterivian genus *Holcoptychites*. *Cretaceous Research* 24: 589-613.
- Aguirre-Urreta, M.B. y Vennari, V.V. 2009. On Darwin's footsteps across the Andes: Tithonian-neocomian fossil invertebrates from the Piuquenes pass. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64: 32-42.
- Aguirre-Urreta, M.B., Gutiérrez Pleimling, A. y Leanza, H.A. 1993. La posición estratigráfica de *Spiridiscus* (Ammonoidea) en el Cretácico de la Cuenca Neuquina. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), Actas 2: 333-338.
- Aguirre-Urreta, M.B., Concheyro, A., Lorenzo, M., Ottone, E.G. y 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., Mourgues, A.F., Rawson, P.F., Bulot, L.G. y Jaillard, E. 2007. The Lower Cretaceous Chañarcillo and Neuquén Andean basins: ammonoid biostratigraphy and correlations. *Geological Journal* 42:143-173.
- Aguirre-Urreta, M.B., Pazos, P.J., Lazo, D.G., Fanning C.M., Litvak, V.D. 2008. First U-Pb shrimp age of the Hauterivian stage, Neuquén Basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 26: 91-99.
- Aguirre Urreta, M.B., Rawson, P.F., Concheyro, A., Bown, P. y Ottone, E.G. 2005. Lower Cretaceous biostratigraphy of the Neuquén Basin. En Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Howell, J.A., Schwarz, E. (eds.) *The Neuquén Basin, Argentina: a case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*, Geological Society Special Publication 252: 57-81, London.
- Angelozzi, G. 1991. Asociaciones de nanocónidos de la Formación Agrio, Cuenca Neuquina, Argentina. *Ameghiniana* 28: 259-265.
- Angelozzi, G. 1995. Nanofósiles calcáreos del Pozo YPF.Nq. FDT X-2 (Flanco del Tril). *Boletín de Informaciones Petroleras* 41: 56-59.
- Applegate, J.L. y Bergen, J.A. 1988. Cretaceous calcareous nannofossils biostratigraphy of sediments recovered from Galacia margin, ODP. Leg. 103. *Proceedings of the Ocean Drilling Project, Scientific Results* 103: 293-326.
- Archangelsky, S., Baldoni, A., Gamero, J.C. y Seiler, J. 1984. Palinología estratigráfica del Cretácico de Argentina Austral. III. Distribución de las especies y conclusiones. *Ameghiniana* 21: 15-33.
- Behrendsen, O. 1892. Zur Geologie des Ostabhanges des argentinischen Kordillere. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 44: 1-42.
- Bergen, J.A. 1994. Berriasian to early Aptian calcareous nannofossils from the Vocontian Trough (SE France) and Deep Sea Drilling Site 534: new nannofossil taxa and a summary of low-latitude biostratigraphic events. *Journal of Nannoplankton Research* 16: 59-69.
- Bown, P. y Concheyro, A. 2004. Lower Cretaceous Calcareous Nannoplankton from the Neuquén Basin, Argentina. *Marine Micropaleontology* 52: 51-84.
- Bown, P.R. y Young, J.R. 1997. Mesozoic Calcareous Nannoplankton Classification. *Journal of Nannoplankton Research* 19: 21-36.
- Bown, P.R., Rutledge, D.C., Crux, J. y Gallagher, T. 1998. Lower Cretaceous. En: Bown, P.R. (ed.) *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. British Micropalaeontological Series, Chapman & Hall, 86-131, London.
- Busnardo, R., Charollais, J., Wiedmann, M. y Clavel, B. 2003. Le Crétacé Inférieur de la Veveyse de Châtel (Ultrasahélienne de Préalpes externes; canton de Fribourg, Suisse). *Revue de Paléobiologie* 22: 1-174.
- Camacho, H.H. y Olivero, E.B. 1985. El género *Steinmanella* Crickmay, 1930 (Bivalvia, Trigonidae) en el Cretácico Inferior del sudoeste gondwánico. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 37: 41-62, Buenos Aires.
- Cichowolski, M. 2003. The nautiloid genus *Cymatoceras* from the Cretaceous of the Neuquén and Austral basins, Argentina. *Cretaceous Research* 24: 375-390.
- Concheyro, A. y Bown, P.R. 2002. Lower Cretaceous Calcareous Nannofossils from The Pampa Tril Area, Neuquén Basin, West Central Argentina. *Journal of Nannoplankton Research* 24(2): 86.
- Concheyro, A. y Sagasti, G. 1999. Lower Cretaceous Calcareous Nannofossils of Agrio Formation, Mendoza Province, Argentina. *Boletim do 5° Simposio sobre o Cretáceo do Brasil. UNESP. Campus de Rio Claro/SP*: 359-365.
- Concheyro, A., Adamonis, S. y Aguirre-Urreta, M. B. 2002. Biostratigrafía del Perfil Mina San Eduardo (Valanginiano-Hauteriviano), Provincia del Neuquén. 8° Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía (Corrientes), Resúmenes: 19.
- Concheyro, A., Lescano, M., Caramés, A. y Ballent, S. 2009. Micropaleontología de la Formación Agrio (Cretácico Inferior) en distintos sectores de la Cuenca Neuquina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65: 342-361.
- Cooper, M.R. 1981. Revision of the Late Valanginian Cephalopoda from the Sundays River Formation of South Africa, with special reference to the genus *Olostephanus*. *Annals of the South African Museum* 83: 147-366.
- Crame, J. A. 1985. Lower Cretaceous inoceramid bivalves from the Antarctic Peninsula Region. *Palaeontology* 28: 475-525.
- Crickmay, C.H. 1930. Fossils from Harrison Lake area, British Columbia. *National Museum of Canada Bulletin* 63: 33-66.
- Damborenea, S.E., Manceñido, M.O. y Riccardi, A.C. 1979. Estudio paleontológico de la Formación Chachao. Informe Interno YPF, (inédito), 152 p., Buenos Aires.
- Déres, F. y Achéritéguy, J. 1980. Biostratigraphies des Nannoconides. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf - Aquitaine* 4: 1-54.
- Dhondt, A.V. y Dieni, I. 1989. The Sardinian Early Cretaceous bivalves and their paleobiogeographic affinities. En Wiedmann, J. (ed.) *Cretaceous of the Western Tethys*, Proceedings Third International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 281-297, Stuttgart.
- Douvillé, R. 1910. Cephalopodes Argentins. *Mémoires de la Société Géologique de France* 43: 5-24.
- Etayo-Serna, F. 1968. El Sistema Cretáceo en la región de Villa de Leiva y zonas próximas.

- Geología Colombiana 5: 5-74.
- Etayo-Serna, F. 1985. Paleontología estratigráfica del Sistema Cretácico en la Siera Nevada del Cocuy. Publicaciones Especiales del Ingeominas 16: 1-47.
- Fernández, D.E. 2008. Icnología de facies transicionales mixtas en el techo de la Formación Agrio en su localidad tipo. Trabajo Final Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, (inédito), 126 p., Buenos Aires.
- Gardin, S., Bulot, L.G., Coccioni, R., De Wever, P., Hishida, K. y Lambert, E. 2000. The Valanginian to Hauterivian hemipelagic successions of the Vocontian Basin (SE France): new high resolution integrated biostratigraphical data. 6th International Cretaceous Symposium (Vienna), Abstracts: 34.
- Gerth, E. 1921. Fauna und Gliederung des Neokoms in der argentinischen Kordillere. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1921: 112-119; 140-148.
- Gerth, E. 1925. La fauna Neocomiana de la Cordillera Argentina en la parte meridional de la provincia de Mendoza. Actas de la Academia Nacional de Ciencias 9: 57-132, Córdoba.
- Giovine, A.T. 1950. Algunos cefalópodos del Hauteriviense de Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 5: 35-76.
- Giovine, A.T. 1952. Sobre una nueva especie de *Crioceras*. Revista de la Asociación Geológica Argentina 7: 71-75.
- Haas, O. 1960. Lower Cretaceous Ammonites from Colombia, South America. American Museum Novitates 2005: 1-62.
- Hallam, A., Biró-Bagóczy, L. y Péres, E. 1986. Facies analysis of the Lo Valdés Formation (Tithonian-Hauterivian) of the High Cordillera of central Chile, and the palaeogeographic evolution of the Andean Basin. Geological Magazine 123: 425-435.
- Harries, P.J. y Crampton, J.S. 1998. The Inoceramids. American Paleontologist 6: 2-6.
- Kilian, W. 1902. Sur quelques fossils remarquables de l'Hauterivian de la region d'Escragnoles. Bulletin de la Societé Geologique France, Serie 4, 2: 864-867.
- Kilian, W. 1910. Erste Abteilung: Unterkreide (Palaeocretacium). Lieferung 2: Das bathyale Palaeocretacium im südostlichen Frankreich; Valendis-Stufe; Hauterive-Stufe; Barreme-Stufe; Apt-Stufe. En Frech, F., Lethaea Geognostica. II. Das Mesozoicum, Band 3 (Kreide) (1907-1913), Schweizerbart, 169-288, pls. 1-8, Stuttgart.
- Lazo, D.G. 2003a. The genus *Steinmanella* (Bivalvia, Trigonioida) in the Agrio Formation (Lower Cretaceous), Neuquén Basin, Argentina. Journal of Paleontology 77: 1069-1085.
- Lazo, D.G. 2003b. Taxonomy, facies relationships and palaeobiology of bakevelliid bivalves from the Lower Cretaceous of west-central Argentina. Cretaceous Research 24: 765-788.
- Lazo, D.G. 2004. Análisis de concentraciones fósiles del Cretácico Inferior de cuenca Neuquina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 337 p., 7 perfiles, (inédita), Buenos Aires.
- Lazo, D.G. 2006a. Análisis tafonómico e inferencia del grado de mezcla temporal y espacial de la macrofauna del Miembro Pilmatué de la Formación Agrio, Cretácico Inferior de cuenca Neuquina, Argentina. Ameghiniana 43: 311-326.
- Lazo, D.G. 2006b. The occurrence of *Neocomiceramus curacoensis* (Weaver) in the Agrio Formation, Neuquén Basin, Argentina. Journal of Paleontology 80: 1113-1124.
- Lazo, D.G. 2007a. The bivalve *Pboladomya gigantea* in the Early Cretaceous of Argentina: Taxonomy, taphonomy, and paleogeographic implications. Acta Palaeontologica Polonica 52: 375-390.
- Lazo, D.G. 2007b. Early Cretaceous bivalves of the Neuquén Basin, west-central Argentina: notes on taxonomy, palaeobiogeography and palaeoecology. Geological Journal 42: 127-142.
- Lazo, D.G. 2007c. Análisis de biofacies y cambios relativos del nivel del mar en el Miembro Pilmatué de la Formación Agrio, Cretácico Inferior de cuenca Neuquina, Argentina. Ameghiniana 44: 73-89.
- Lazo D.G., Cichowolski M., Rodríguez D.L. y Aguirre-Urreta, M.B. 2005. Lithofacies, palaeoecology and palaeoenvironments of the Agrio Formation, Lower Cretaceous of the Neuquén Basin, Argentina. En Veiga G., Spalletti L.A., Howell J., Schwarz, E. (eds.) The Neuquén Basin: A Case Study in Sequence Stratigraphy and Basin Dynamics. Geological Society Special Publication 252: 295-315, London.
- Leanza, A.F. 1958. Sobre la presencia de *Simbirskites* en el Neocomiano Argentino. Revista Asociación Geológica Argentina 12: 5-17.
- Leanza, A.F. y Leanza, H.A. 1973. *Pseudofavrella* gen.nov. (Ammonitina) del Hauteriviano de Neuquén, sus diferencias con *Favrella* R. Douvillé 1909, del Aptiano de la Patagonia Austral y una comparación entre el geosinclinal andino y el geosinclinal magallánico. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias 50: 127-145, Córdoba.
- Leanza, H.A. 1993. Jurassic and Cretaceous Trigoniid bivalves from west-central Argentina. Bulletins of American Paleontology 105: 1-95.
- Leanza, H.A. 1998. Una nueva especie de *Steinmanella* Crickmay (Bivalvia, Trigonioida) del Cretácico Inferior de la Cuenca Neuquina, Argentina. Revista Geológica de Chile 25: 57-67.
- Leanza, H.A. 2003. Las sedimentitas huitrinianas y rayosianas (Cretácico Inferior) en el ámbito central y meridional de la cuenca Neuquina, Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Serie Contribuciones Técnicas, Geología 2, 31 p., Buenos Aires.
- Leanza, H.A. y Hugo, C.A. 1997. Hoja Geológica 3969-III, Picún Leufú. Provincia del Neuquén, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 218, 135 p., Buenos Aires.
- Leanza, H.A. y Hugo, C.A. 2005. Hoja Geológica 3969-I, Zapala. Provincia del Neuquén, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 275, 128 p., Buenos Aires.
- Leanza, H.A. y Wiedmann, J. 1980. Ammoniten des Valangin und Hauterive (Unterkreide) von Neuquén und Mendoza, Argentinien. Eclogae Geologicae Helvetiae 73: 941-981.
- Leanza, H.A. y Wiedmann, J. 1992. Nuevos Holcodiscidae (Cephalopoda-Ammonoidea) del Barremiano de la Cuenca Neuquina, Argentina y su significado estratigráfico. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte 1992, H.1: 24-38.
- Leereveld, H. 1997. Hauterivian-Barremian (Lower Cretaceous) dinoflagellate cyst stratigraphy of the western Mediterranean. Cretaceous Research 18: 421-456.
- López, G. y Mourgues, F.A. 2007. Aptian inoceramids (Bivalvia) from the Pabellón Formation, Chañarcillo Basin (Chile). Cuadernos del Museo Geominero 8: 257-259.
- Luci, L. 2008. Sistemática, tafonomía y paleoecología de la fauna de trigonioides en el techo de la Formación Vaca Muerta, Cretácico

- Temprano de cuenca Neuquina. Trabajo Final Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, (inédito), 136 p., Buenos Aires.
- Marchese, H.G. 1971. Litoestratigrafía y variaciones faciales de las sedimentitas mesozoicas de la cuenca Neuquina, prov. de Neuquén, Rep. Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 26: 343-410.
- Mendiberrí, H. 1985. Estratigrafía de la sección inferior de la Fm. Agrio. *Boletín de Informaciones Petroleras, Tercera Epoca II(3)*: 35-51, Buenos Aires.
- Mostajo, E. y Volkheimer, W. 1997. Nannofósiles calcáreos y quistes de dinoflagelados hauerivianos de la Formación Agrio, Neuquén, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 29: 105-113.
- Mostajo, E., Concheyro, A. y Dásquez, F. 1995. Calcareous nannofossils (Hauterivian) from 'Agua de la Mula' Section, Neuquén Province, Argentina. *Journal of Nannoplankton Research* 17: 76.
- Mourgues, A. 2004. Advances in ammonite biostratigraphy of the marine Atacama basin (Lower Cretaceous), northern Chile, and its relationship with the Neuquén basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 17: 3-10.
- Mutterlose, J. 1996. Calcareous nannofossil paleoceanography of the Early Cretaceous of NW Europe. *Mitteilungen des Geologisch-Palaontologischen Instituts der Universität Hamburg* 77: 291-313.
- Olivero, E.B. 1983. Ammonoideos y bivalvos berriasianos de la Cantera Tres Lagunas, Chubut. *Ameghiniana* 20: 11-20.
- Orbigny, A.d'. 1841. *Paléontologie Française. Description des Mollusques et Rayonnés Fossiles. Terrains Crétacés*, Masson, 662 p., Paris.
- Ottone, E.G. 2009. La flora cretácica de Cuenca Neuquina, su significado paleoambiental y paleoclimático. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65: 373-386.
- Ottone, E.G., Guler, M.V., Borel, C.M., Lazo, D. G. y Aguirre-Urreta, M.B. 2008. Avances en la palinología del Miembro Agua de la Mula de la Formación Agrio, Cretácico Temprano de Cuenca Neuquina. 17° Congreso Geológico Argentino (Jujuy), Actas 2: 787-788.
- Paquier, V. 1900. *Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales*. *Annales de l'Université de Grenoble* 12: 373-515, 551-806.
- Peralta, P. 1997. Dinoflagelados de la Formación Agrio (Cretácico Inferior) del Cerro Negro y Cerro Mesa de Covunco, Cuenca Neuquina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, 213 p., (inédita), Córdoba.
- Perch-Nielsen, K. 1985. Mesozoic calcareous nannofossils. En: Bolli, H.H., Saunders, J.B. y Perch-Nielsen, K. (eds) *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, 329-426, Cambridge.
- Prámparo, M.B. 1994. Lower Cretaceous palynoflora of the La Cantera Formation, San Luis Basin: correlation with other Cretaceous palynofloras of Argentina. *Cretaceous Research* 15: 193-203.
- Rawson, P.F. 2007. Global relationships of Argentine (Neuquén Basin) Early Cretaceous ammonite faunas. *Geological Journal* 42: 175-183.
- Reboullet, S., Hoedemaeker, P.J., Aguirre-Urreta, M.B., Alsen, P., Atrops, F., Baraboshkin, E.Y., Company, M., Delanoy, G., Dutour, Y., Klein, J., Lukeneder, A., Mitta, V., Mourgues, F.A., Ploch, I., Raisossadat, N., Ropolo, P., Sandoval, J., Tavera, J. M., Vašíček, Z. y Vermeulen, J. 2006. Report on the 2nd international meeting of the IUGS lower Cretaceous ammonite working group, the "Kilian Group" (Neuchatel, Switzerland, 8 September 2005). *Cretaceous Research* 27: 712-715.
- Reyes, R. y Pérez, E. 1978. Las trigonias del Titoniano y Cretácico Inferior de la cuenca Andina de Chile y su valor cronoestratigráfico. *Boletín Instituto de Investigaciones Geológicas* 32, 105 p., 5 lám., Santiago.
- Riccardi, A.C., Leanza, H.A., Damborenea, S.E., Manceñido, M.O., Ballent, S.C. y Zeiss, A. 2000. Marine mesozoic biostratigraphy of the Neuquén Basin. *Zeitschrift für Angewandte Geologie* 1: 103-108.
- Riedel, L. 1938. Ammonitas del Cretácico Inferior de la Cordillera Oriental. *Estudios geológicos y paléontológicos sobre la Cordillera Oriental de Colombia* 2: 7-80.
- Simeoni, M. y Musacchio, E.A. 1996. Cretaceous calcareous microfossils from Southern South America: paleobiogeographic relationships. *Zentralblatt für Geologie und Palaöntologie I (11/12)*: 1403-1420.
- Steinmann, G. 1881. *Zur Kenntniss der Jura- und Kreideformation von Caracoles (Bolivia)*. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Beilage-Band I*: 239-301, pls. 9-14.
- Steuer, A. 1897. *Argentinische Jura - Ablagerungen: Eine Beitrage zur Kenntniss der Geologie und Palaeontologie der argentinischen Anden*. *Palaeontologische Abhandlungen NS* 7: 127-222.
- Thieuloy, J.-P. 1977. Les ammonites boréales des formations Néocomiennes du sud-est français (Province Subméditerranéenne). *Geobios* 10: 395-461.
- Toricelli, S. 2000. Lower Cretaceous dinoflagellate cyst and acritarch stratigraphy of the Cismon APTICORE (Southern Alps, Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology* 108: 213-266.
- Toricelli, S. 2001. Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Lower Cretaceous Monto Soro Flysch in Sicily (Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 107: 79-105.
- Tunik, M., Aguirre-Urreta, M.B. y Concheyro, A. 2005. El Grupo Mendoza a la latitud del río Diamante, cuenca Neuquina-Surmendocina. 16° Congreso Geológico Argentino (La Plata), Actas 1: 325-330.
- Uliana, M.A., Dellape, D.A. y Pando, G.A. 1977. Análisis estratigráfico y evaluación del potencial petrolífero de las Formaciones Mulichinco, Chachao y Agrio. Cretácico Inferior de las provincias de Neuquén y Mendoza. *Petrotecnia* 16(1 2): 31 46 y 16(3): 25 33, Buenos Aires.
- Vašíček, Z. y Hoedemaeker, P.J. 2003. Small Berriasian, lower Valanginian and Barremian heteromorphic ammonites from the Río Argos succession (Caravaca, southeast Spain). *Scripta Geologica* 125: 11-33.
- Volkheimer, W. 1980. Microfloras del Jurásico Superior y Cretácico Inferior de América Latina. 2° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 1° Congreso Latinoamericano de Paleontología (Buenos Aires, 1978), Actas 5: 121-136.
- Weaver, C. 1931. *Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of West Central Argentina*. *Memoirs of the University of Washington* 1, 595 p.

Recibido: 19 de diciembre, 2008

Aceptado: 28 de mayo, 2009