ELSEVIER

Geobios 35 (2002) 721–734

GEOBIOS

www.elsevier.com/locate/geobio

Caracterización microfaunística de una transgresión marina : Formación Agrio (Cretácico inferior), Cuenca Neuquina, Argentina

Caractéristique des microfaunes d'une transgression marine : la Formation Agrio (Crétacé inférieur) du bassin de Neuquén, Argentine

Microfaunal features of a marine transgression: the Agrio Formation (Lower Cretaceous), Neuquén Basin, Argentina

Guillermina Sagasti [a], Sara Ballent [b,*]

[a]*Centro de investigaciones geológicas (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y Universidad Nacional de La Plata), Calle 1, n° 644, La Plata (1900), Argentina*

[b]*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, departamento paleontología invertebrados, Museo de Ciencias Naturales de La Plata, Paseo del Bosque s/n, La Plata (1900), Argentina*

Recibido el 19 de Septiembre de 2001; aceptado el 16 de Mayo de 2002

Riassunto

Se analizan las particularidades sedimentológicas y micropaleontológicas de la sección basal de la Formación Agrio (Valanginiense) en el centro-oeste de Argentina, depositada durante los estadios iniciales de un evento transgresivo. Éste habría conducido a condiciones altamente eutróficas en la columna de agua, con abundancia de radiolarios y depósitos de pelitas y calizas en condiciones de fondo deficitarias en oxígeno. Las mismas se ven reflejadas en sedimentos de grano fino, de colores oscuros, laminados, ricos en materia orgánica, con indicios de piritización y portadores de una asociación monotípica del foraminífero *Epistomina*. Su concha plano-convexa o biconvexa, ventajosa para un modo de vida epifaunal o semi-epifaunal, y su hábito alimentario detritívoro activo, habrían resultado ventajosos para la proliferación del taxón durante episodios deficitarios en oxígeno. Se relaciona su gran tamaño y robustez a la simbiosis con bacterias quimiolitotróficas. Se describe una nueva especie : *Epistomina loncochensis* BALLENT. © 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. All rights reserved.

Abstract

Distinctive sedimentological and micropalaeontological responses characterise the basal interval of the Agrio Formation (Valanginian) in central-western Argentina, which is associated to a transgressive event. The effect of the sea-level rise is interpreted from the record of abundant radiolarians and the widespread marlstone and limestone deposits associated with eutrophication of surface waters and development of low-oxygen conditions on the sea-floor. Such a situation accords with pyrite and organic matter rich laminated sediments, as well as with a monotypic foraminiferal assemblage of *Epistomina*. Bi/plano-convex trochospiral test, epifaunal/semi-epifaunal microhabitat, and deposit-feeding trophic strategy are favourable features for adaptation of this genus to oxygen depressed sea-bottom conditions. The large size of the test could be related to chemolithotrophic bacterial symbionts. *Epistomina loncochensis* nov. sp. BALLENT is described. © 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. All rights reserved.

* Corresponding author.
E-mail address: sballent@museo.fcnym.unlp.edu.ar (S. Ballent).

© 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. All rights reserved.
PII: S 0 0 1 6 - 6 9 9 5 (0 2) 0 0 0 8 4 - 0

Résumé

Les couches basales de la Formation Agrio (Valanginien) dans la partie centre-ouest d'Argentine montrent des particularités sédimentaires et micropaléontologiques liées à une phase transgressive. Effet de la profondeur d'eau accrue : eutrophisation des eaux de surface, radiolaires abondants, dépôts marneux et calcaires, teneurs réduites en oxygène. Sous ces conditions se sont formés des laminites riches en pyrite et en matière organique, accompagnées d'assemblages monotypiques d'*Epistomina* (Foraminifères). Ce genre sédimentivore, à test bi-planoconvexe trochospiralé, est particulièrement adapté à ce biotope épifaunique/semi-épifaunique. La grande taille des tests pourrait être due à une symbiose avec des bactéries chimio-lithotrophiques. Description d'une nouvelle espèce : *Epistomina loncochensis* BALLENT.
© 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Palabras claves: Transgresión marina; Microfauna; Paleoecología; Cretácico inferior; Argentina

Keywords: Marine transgression; Microfauna; Paleoecology; Lower Cretaceous; Argentina

Mots clés: Transgression marine; Microfaunes; Paléoécologie; Crétacé inférieur; Argentine

1. Introducción

En el marco de un proyecto cuyo objetivo es el estudio de la Formación Agrio (Cretácico inferior) en el centro-oeste de Argentina, se están llevando a cabo estudios sedimentológicos de detalle (Sagasti, 2002), y se han iniciado estudios de las trazas fósiles (Sagasti y Poiré, 1998), de ammonites (Aguirre-Urreta y Sagasti, 1999) y de microfósiles (Concheyro y Sagasti, 1999 ; Ballent y Sagasti, 2000).

En el presente trabajo se analizan los atributos sedimentológicos y paleontológicos del intervalo basal de la Formación Agrio, resultantes del episodio transgresivo que dió inicio a la depositación de esta entidad litológica ; se reconocen niveles portadores de una peculiar microfauna compuesta casi exclusivamente por una especie de foraminífero bentónico del género *Epistomina* TERQUEM ; se realizan inferencias paleoambientales acerca de la alta concentración de esos foraminíferos en el sedimento portador y se describe una nueva especie del género *Epistomina*.

2. Marco geológico

2.1. La cuenca Neuquina

La expresión cuenca Neuquina ha sido empleada para definir a la provincia geológica desarrollada en el sector centro occidental de la República Argentina, de la que forman parte la porción extraandina de la provincia del Neuquén, el sur de la provincia de Mendoza, el noroeste de la provincia de Río Negro y el suroeste de la provincia de La Pampa (Digregorio y Uliana, 1979). La cuenca Neuquina limita al noreste con el sistema de la Sierra Pintada, al sureste con el Macizo Nordpatagónico y al oeste con la Cadena Andina (Fig. 1).

La serie sedimentaria en la cuenca Neuquina está constituida por sedimentitas marinas, continentales y de transición, cuya evolución estuvo relacionada con la actividad del margen convergente que limitó el borde occidental de la placa Sudamericana durante el Jurásico y Cretácico (Legarreta et al., 1993).

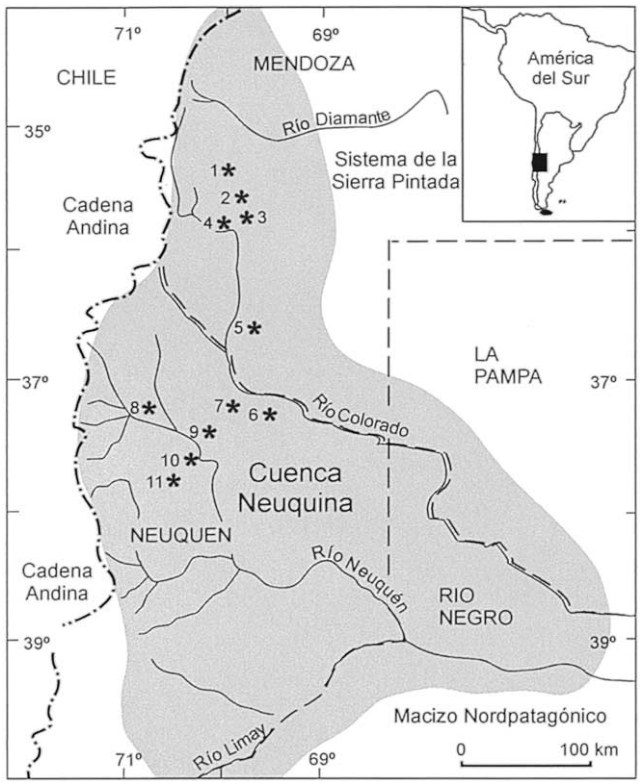


Fig. 1. Cuenca Neuquina, centro-oeste de Argentina ; ubicación de las localidades estudiadas. **1**. Arroyo Cienaguitas y Aguas Blancas ; **2**. Arroyo Loncoche y Puesto Pacheco ; **3**. Cuesta del Chihuido, Puesto González, Puesto Moyano y Arroyo La Calle ; **4**. Cañada de Leiva ; **5**. Río Seco Cinta Roja ; **6**. El Portón ; **7**. Barranca de Los Loros ; **8**. Cerro de La Parva ; **9**. Puerta de Curaco ; **10**. Anticlinal Loma Rayoso ; **11**. Arroyo Pichi Neuquén.
Fig. 1. The Neuquén Basin in west-central Argentina, showing the location of the sections studied.

Groeber (1946) dividió el relleno de la cuenca Neuquina en tres ciclos de sedimentación mayores (Jurásico, Ándico y Riográndico), limitados por discontinuidades regionales relacionadas con cambios relativos del nivel del mar. Estos

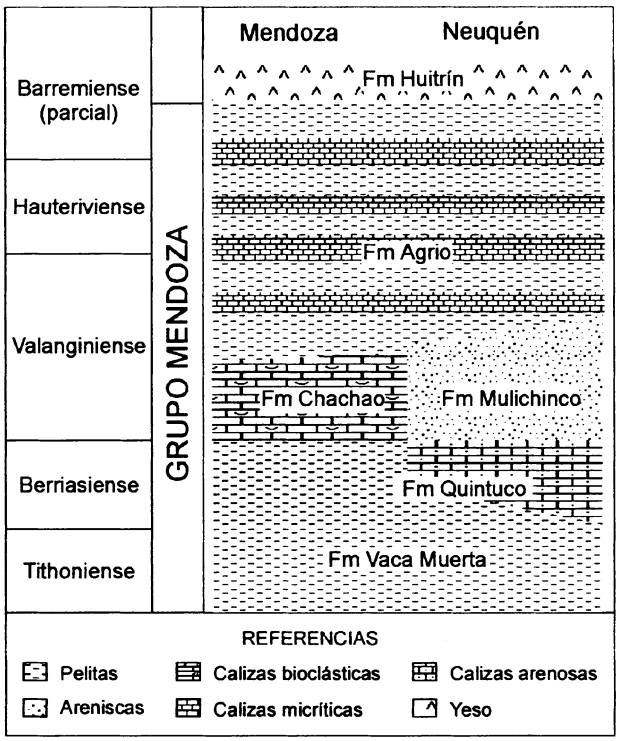


Fig. 2. Esquema estratigráfico del Grupo Mendoza, centro-oeste de Argentina.
Fig. 2. Schematic stratigraphy section for the Mendoza Group, west-central Argentina.

ciclos mayores fueron reconocidos por Legarreta y Gulisano (1989), quienes a su vez los dividieron en ciclos de menor escala, también atribuidos a cambios relativos de nivel del mar. El Ciclo Ándico abarca el intervalo Tithoniense-Albiense e involucra los Grupos Mendoza (*Mendociano* de Groeber, 1946) y Rayoso.

El Grupo Mendoza (Tithoniense-Barremiense inferior) se compone de sedimentitas marinas y continentales, que incluyen una asociación de pelitas, areniscas y calizas. En el ámbito neuquino de la cuenca, el Grupo Mendoza alcanza 2500 metros de potencia y está integrado por las Formaciones Vaca Muerta, Quintuco, Mulichinco y Agrio. En el sector surmendocino el espesor no supera los 1000 metros y se reconocen las Formaciones Vaca Muerta, Chachao y Agrio (Fig. 2).

2.2. *La Formación Agrio*

La Formación Agrio (Valanginiense superior-Barremiense inferior) es una entidad de amplia distribución en la cuenca Neuquina, en donde constituye la porción terminal del Grupo Mendoza. Esta formación yace en concordancia sobre sedimentitas silicoclásticas de la Formación Mulichinco o sobre calizas de la Formación Chachao (según el área de la cuenca considerado) y es cubierta por sedimentitas silicoclásticas, carbonáticas o evaporíticas de la Formación Huitrín (Fig. 2).

Dentro de la Formación Agrio se reconocen tres miembros : Inferior, Avilé y Superior (Weaver, 1931). Los Miembros Inferior y Superior afloran extensamente en toda la cuenca y están constituidos por pelitas, calizas y en menor proporción areniscas, depositadas durante episodios transgresivos y de nivel del mar alto. El Miembro Avilé es de naturaleza silicoclástica y sólo se depositó en los sectores internos de la cubeta, durante un episodio de descenso de nivel del mar.

3. Área de estudio y metodología

Las muestras analizadas provienen de una serie de perfiles sedimentológicos del intervalo basal de la Formación Agrio, aflorantes en el sector septentrional de la cuenca Neuquina, en el sur de la provincia de Mendoza y norte de la provincia del Neuquén (véase Fig. 1). Las localidades estudiadas se disponen en una franja de orientación NNW-SSE y se denominan (de norte a sur) : Arroyo Cienaguitas, Arroyo Loncoche, Cuesta del Chihuido, Cañada de Leiva, Río Seco Cinta Roja y El Portón. En dichas localidades se realizó el levantamiento de secciones sedimentológicas a escala 1:100, acompañado de muestreo de roca y material fósil. Sobre la base de los atributos macroscópicos definidos en los afloramientos (litología, estructuras sedimentarias primarias inorgánicas y biogénicas, contenido fósil), se definieron las litofacies y, a partir del estudio petrográfico detallado, se identificaron las microfacies. Además se recuperaron microfósiles de la sección basal de la Formación Agrio en las localidades Aguas Blancas, Puesto Pacheco, Puesto González, Puesto Moyano, Arroyo La Calle (en Masiuk y Ballent, 1979), Barranca de los Loros, Cerro de La Parva, Puerta de Curaco, Anticlinal Loma Rayoso y Arroyo Pichi Neuquén (Schwarz, 2000).

3.1. *La sección basal de la Formación Agrio*

La sección basal de la Formación Agrio está constituida por una sucesión monótona de pelitas, margas y calizas.

Las pelitas incluyen un conjunto de fangolitas de color castaño, gris verdoso oscuro y negro, con reacción calcárea baja a nula, masivas o con laminación fina a mediana (Fig. 3[1]). Se las encuentra conformando paquetes espesos que alcanzan los 20 m de potencia, o bien interestratificadas con margas y calizas en niveles de entre 0,20 y 4 metros. En algunos horizontes se hallaron restos de pelecípodos de valvas delgadas (lucínidos y pectínidos), foraminíferos y ammonites (impresiones).

Las margas tienen una coloración gris oscura, reacción calcárea media a baja y laminación grosera. Son portadoras de fauna de ammonites, pelecípodos de valvas delgadas (lucínidos y pectínidos), gasterópodos, foraminíferos y ostrácodos. El espesor de los niveles varía entre 0,20 y 3,50 m, pero en algunos sectores pueden alcanzar 10 m de potencia.

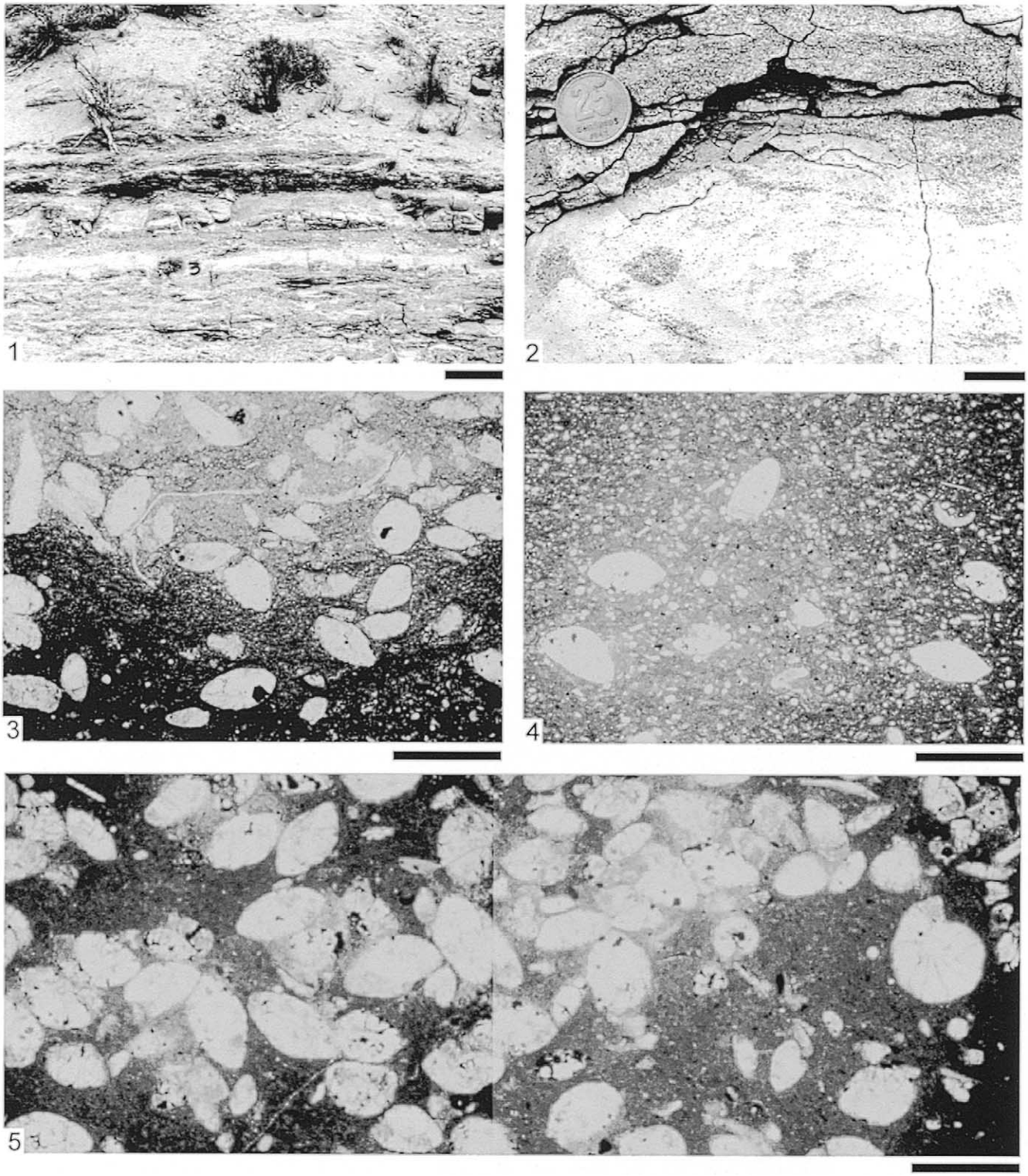


Fig. 3. Facies y microfacies del intervalo basal de la Formación Agrio. **1**. Afloramiento de la sección arroyo Loncoche, escala = 1 m ; **2**. Detalle de niveles con concentración de *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. y trazas de *Thalassinoides*, escala = 2 cm ; **3**. Microfacies CME, escala = 1 mm ; **4**. Microfacies CME, mostrando tubo de *Thalassinoides* relleno con *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp., escala = 1 mm ; **5**. Microfacies CME, escala = 1 mm.

Fig. 3. Facies and microfacies from the basal interval of the Agrio Formation. **1**. Outcrop close up view of shale facies (Arroyo Loncoche section), scale bar = 1 m ; **2**. Detailed view of beds enriched in *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. and showing *Thalassinoides* trace fossils, scale bar = 2 cm ; **3**. CME microfacies, scale bar = 1 mm ; **4**. CME microfacies showing *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. filling *Thalassinoides*, scale bar = 1 mm ; **5**. CFE microfacies, scale bar = 1 mm.

Las calizas micríticas son de color azul grisáceo, los bancos tienen geometría tabular y estructura masiva, con espesores que varían entre 0,10 y 0,40 metros. La fauna está constituida por foraminíferos, gasterópodos, pelecípodos e impresiones de ammonites. En algunos niveles se reconocen trazas fósiles correspondientes al icnogénero *Thalassinoides* (Fig. 3[2]) (véase Sagasti y Poiré, 1998).

A partir del estudio petrográfico de las calizas micríticas, se definieron cuatro microfacies calcáreas : calizas micríticas con radiolarios, calizas micríticas bioclásticas, calizas micríticas con espículas de esponjas silíceas y calizas con foraminíferos epistomínidos. A continuación se describen las principales características observadas.

Calizas micríticas con radiolarios (CMR) : se trata de mudstones y wackestones caracterizados por el predominio de microfauna planctónica de radiolarios. En forma muy subordinada se pueden encontrar foraminíferos bentónicos, espículas de esponjas silíceas y escasos macrofósiles, entre los que se encuentran delgadas valvas de pelecípodos, placas y espinas de crinoideos, fragmentos de gasterópodos y restos fosfáticos (peces). Es frecuente encontrar rasgos de bioturbación y pirita diseminada en la matriz y/o en el interior de los restos esqueletales. La pirita que se encuentra diseminada en la matriz es de tipo framboidal, y se presenta mayormente como esferas perfectas de 5 a 25 (µ de diámetro. Además se reconocen granos subesféricos de hasta 50 (µ de diámetro, que parecen ser agrupamientos de pequeñas esferas. Por otra parte, en algunos niveles se han encontrado filamentos de materia orgánica dispuestos paralelamente a la estratificación. Ésto permite distinguir dentro de la microfacies de *calizas micríticas con radiolarios*, una variedad con estructura masiva (carente de materia orgánica) y otra con microlaminación (con variable contenido de materia orgánica).

Calizas micríticas bioclásticas (CMB) : se trata de mudstones (eventualmente transicionales a wackestones) caracterizados por el predominio de organismos bentónicos de diferentes grupos, entre los cuales se diferencian foraminíferos, crinoideos, pelecípodos (tanto de valvas delgadas como de valvas gruesas, a veces ornamentadas), espículas de esponjas silíceas y gasterópodos. Los radiolarios participan en muy baja proporción. La matriz es masiva y presenta rasgos de bioturbación. Hay escasa pirita diseminada en la matriz y en el interior de los bioclastos.

Calizas micríticas con espículas de esponjas silíceas (CME) : se trata de wackestones con fauna predominantemente bentónica, representada por abundantes espículas de esponjas silíceas, foraminíferos epistomínidos y escasas placas de crinoideos. Los elementos planctónicos (radiolarios) son moderados a abundantes. La presencia de materia orgánica en la matriz le otorga una laminación difusa. Se ha observado pirita diseminada y en el interior de los organismos (Fig. 3[3, 4]).

Calizas con foraminíferos epistomínidos (CFE) : se trata de packestones (a wackestones) con textura grano soportada, cuya fauna está constituida casi exclusivamente por ejemplares de *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. (ver adelante), parcialmente piritizados y/o silicificados. Además se han encontado placas de crinoideos, espículas de esponjas silíceas, fragmentos de moluscos indiferenciables y radiolarios, todos en muy baja proporción. La matriz es arcillosa, masiva y muestra rasgos de bioturbación (Fig. 3[5]).

4. Localización de los niveles con foraminíferos

En las localidades estudiadas, los niveles con *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. se encuentran asociados, indistintamente, con facies de pelitas, margas y calizas.

En la sección Arroyo Cienaguitas, los niveles con *E. loncochensis* BALLENT nov. sp. se distribuyen en los 95 m inferiores. En los primeros 29 m predominan las calizas (*microfacies* CMR) y por encima se hacen más importantes las pelitas.

En Arroyo Loncoche se reconocieron niveles con esta nueva especie en los 25 m basales. Los primeros 3 m están compuestos por intercalaciones de pelitas y calizas (*microfacies* CME y CFE) ; a continuación sigue un intervalo pelítico de aproximadamente 13 m de espesor, y hacia la parte superior (9 m restantes) se observan intercalaciones de calizas (*microfacies* CMR y CMB) y pelitas.

En la sección Cuesta del Chihuido, los niveles con *E. loncochensis* BALLENT nov. sp. se asocian con horizontes de caliza (*microfacies* CME y CFE) y con intervalos pelíticos. Los niveles con *E. loncochensis* BALLENT nov. sp. fueron reconocidos en los primeros 10 m de la sección.

En la localidad Cañada de Leiva, el intervalo basal de la Formación Agrio, caracterizado por la presencia de niveles ricos en *E. loncochensis* BALLENT nov. sp., alcanza un espesor de aproximadamente 71 m y se compone de pelitas, margas y calizas (*microfacies* CMR y CME). Gran parte del tramo superior de este intervalo está cubierto, pero en los 9 m superiores se hallaron foraminíferos en todos los niveles de pelitas, margas y calizas.

En la localidad Río Seco Cinta Roja se analizaron los primeros 14 m de sucesión, bajo un intervalo cubierto de más de 100 metros. Los niveles con *E. loncochensis* BALLENT nov. sp. están asociados con facies de pelitas y calizas (*microfacies* CMR y CME).

En la localidad El Portón, la mayor cantidad de foraminíferos está concentrada en los 34 m inferiores. La sección basal de la unidad se compone fundamentalmente de pelitas y margas con escasas intercalaciones de calizas (*microfacies* CME) ; en todas las facies se hallaron ejemplares de *E. loncochensis* BALLENT nov. sp.

Dado que el ejemplar tipo de la nueva especie de foraminífero descrita en este trabajo proviene de la sección Arroyo Loncoche (ALO), se ilustra esta secuencia en detalle (en Fig. 4), indicándose la posición de las muestras micropaleontológicas. En esta localidad, la Formación Agrio alcanza un total de 220 m de espesor.

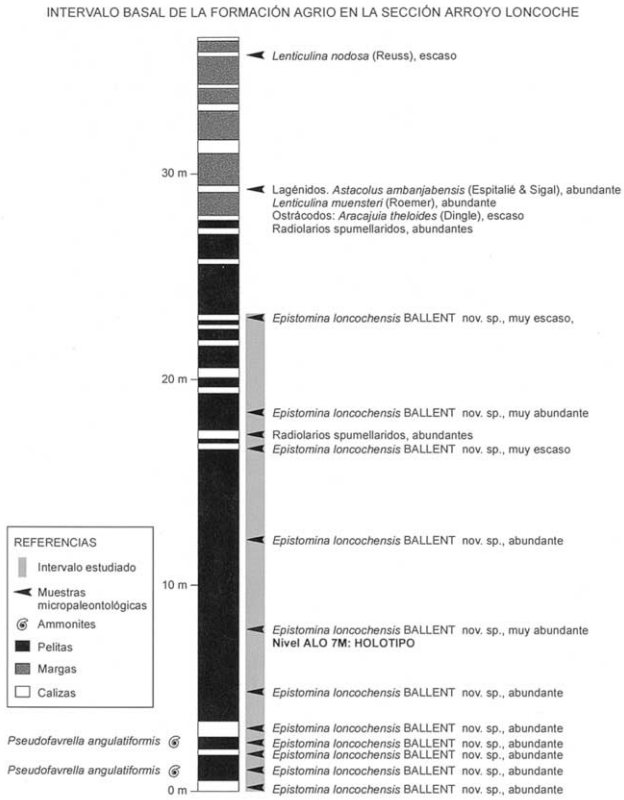


Fig. 4. Esquema del intervalo basal de la Formación Agrio en la sección arroyo Loncoche mostrando la ubicación de las muestras con microfauna.
Fig. 4. The basal interval of the Agrio Formation (schematic) at Arroyo Loncoche section showing the location of fossiliferous samples.

5. Características y edad de la microfauna

La microfauna está compuesta hasta por un 99 % de ejemplares de foraminíferos de *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp., recristalizados, de color ámbar o castaño oscuro y con frecuentes indicios de piritización ; además, escasos lagénidos mal conservados de pequeño porte (diámetro hasta 0,350 mm : *Lenticulina, Planularia, Pseudonodosaria*) y polimorfínidos ; en las secciones Aguas Blancas, Arroyo La Calle y Puesto Pacheco, se recuperaron ocasionales caparazones de ostrácodos recristalizados, correspondientes a *Cytherella montosaensis* BALLENT y RONCHI. Radiolarios spumelláridos son frecuentes en todas las secciones estratigráficas estudiadas.

El tamaño de *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. (diámetro promedio 0,800–0,900 mm), que permite su visualización a simple vista, y la abundancia y densidad de especímenes en la roca (véase Fig. 3[5] y 6[14]) facilitan el reconocimiento sobre el terreno de los bancos portadores con una continuidad lateral de alrededor de 300 kilómetros (véase Fig. 1).

En la mayor parte de las localidades estudiadas, los niveles basales de la Formación Agrio contienen ammonites de la Zona de *Pseudofavrella angulatiformis* del Valanginiense superior. Sin embargo, en Arroyo Cienaguitas, Cañada de Leiva y Río Seco Cinta Roja, los primeros niveles portadores de *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. son algo más antiguos y están asociados a la Zona de *Olcostephanus (O.) atherstoni*, correspondiente a la parte alta del Valanginiense inferior (véase Fig. 5).

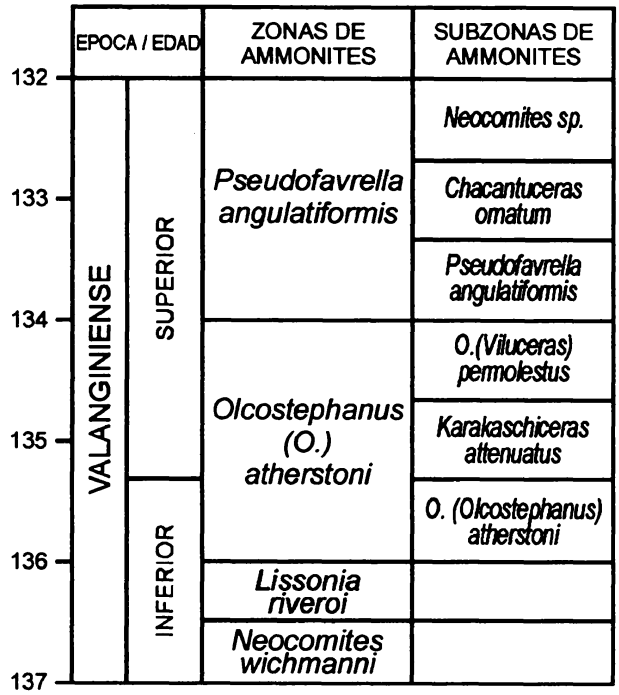


Fig. 5. Cuadro bioestratigráfico del Valanginiense (modificado de Aguirre Urreta y Rawson, 1997).
Fig. 5. Valanginian biostratigraphic scheme (modified from Aguirre Urreta and Rawson, 1997).

6. Descripciones sistemáticas (por S. Ballent)

El material estudiado se halla depositado en el Departamento Paleozoología Invertebrados (Sección Micropaleontología) del Museo de Ciencias Naturales de La Plata, Argentina, bajo la sigla MLP–Mi. La clasificación adoptada es la propuesta por Loeblich y Tappan, 1988. Las medidas y abreviaturas utilizadas son : D = diámetro, E (altura en plano axial) = espesor, N. vtas = número de vueltas, N. cám. = número de cámaras en la última vuelta.

Orden : FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830

Suborden : ROBERTININA Loeblich y Tappan, 1884

Familia : EPISTOMINIDAE Wedekind, 1937

Subfamilia : EPISTOMININAE Wedekind, 1937

Género : ***Epistomina*** TERQUEM, 1883

Especie tipo : *Epistomina regularis* TERQUEM, 1883 (en LOEBLICH y TAPPAN, 1988 : 445, lám. 477, Figs. 7–26 ; lám. 478, Figs. 6–9.

Epistomina loncochensis nov. sp. BALLENT

Fig. 6[1–13]

Etimología : Referente a la localidad tipo, Arroyo Loncoche (provincia de Mendoza, Argentina) indicado por la sigla ALO.

Material estudiado : 300 ejemplares.

Depósito : MLP–Mi 1171 a 1200.

Holotipo : MLP-Mi 1171, Arroyo Loncoche, nivel ALO 7 (M), ilustrado en Fig. 6[1, 2].

Paratipos : Material estudiado : MLP–Mi 1172 a 1200.

Localidad y nivel tipo : Arroyo Loncoche (provincia de Mendoza, Argentina), nivel ALO 7 (M).

Diagnosis : Especie grande y robusta de *Epistomina*, con numerosas cámaras – generalmente trece a catorce – en la última vuelta y área umbilical amplia y deprimida, rodeada por la coalescencia de las suturas camerales que forman casi una costilla periumbilical.

Large and robust *Epistomina*, with numerous chambers in the outer whorl – mostly thirteen to fourteen – and broad, depressed umbilical area with coalescent sutures making a near encircling ridge.

Descripción : Concha trocospiral, robusta y grande, con enroscamiento levógiro predominante, bicovexa simétrica o con tendencia a plano-convexa con el lado espiral de variable altura. De contorno circular en vista lateral y periferia carenada, algo ondulante entre las últimas cámaras. Lado dorsal o espiral con numerosas cámaras subtrapezoidales a rectangulares ; en los ejemplares en que es posible contarlas, son veinte a veinticuatro cámaras dispuestas generalmente en dos vueltas y media, separadas por suturas elevadas, ligeramente oblicuas a tangenciales entre las primeras cámaras y rectas entre las últimas. La sutura espiral entre las dos últimas vueltas, también sobresaliente y destacada, forma junto con las suturas camerales, un diseño en enrejado poligonal en el área central de la concha. Lado ventral o umbilical con trece ó catorce cámaras de forma triangular y de altura constante, salvo en las últimas en las cuales la altura puede aumentar muy gradualmente a medida que se agregan, separadas por suturas rectas y elevadas, radiales. Hacia el área umbilical, deprimida, las suturas camerales se unen formando un borde elevado, algo irregular, a modo de anillo periumbilical. La abertura primaria no es observable debido a que prácticamente en la totalidad de los especímenes la última cámara está incompleta ; en cambio, sobre el lado umbilical se observan las aberturas secundarias a modo de ranuras dispuestas paralelamente a la periferia.

Dimensiones (en mm) : Se indican las dimensiones del holotipo y paratipos ilustrados.

MLP–Mi 1171 Holotipo D = 0,910 ; E = 0,450 ; N. vtas = 2 1/2 ; N. cám. = 12 (Fig. 6[1, 2])

MLP–Mi 1172 Paratipo D = 0,880 ; E = 0,450 ; N. vtas = 2 1/2 ; N. cám. = 14 (Fig. 6[3])

MLP–Mi 1173 Paratipo D = 0,840 ; E = 0,380 ; N. vtas = 2 1/2 ; N. cám. = 14 (Fig. 6[4])

MLP–Mi 1174 Paratipo D = 0,720 ; E = 0,420 ; N. vtas = 2 1/2 ; N. cám. = 13–14 (Fig. 6[5])

MLP–Mi 1179 Paratipo D = 0,840 ; E = 0,480 ; N. vtas = 2 1/2 ; N. cám. = 13 (Fig. 6[6])

MLP–Mi 1180 Paratipo D = 0,810 ; E = 0,420 ; N. vtas = 2 1/2 a 3 ; N. cám. = 15 (Fig. 6[7])

MLP–Mi 1181 Paratipo D = 0,980 ; E = 0,370 ; N. vtas = 2 1/2 ; N. cám. = 14 (Fig. 6[10])

MLP–Mi 1183 Paratipo D = 0,750 ; E = 0,400 ; N. vtas = 2 1/2 ; N. cám. = 13 (Fig. 6[11])

MLP–Mi 1184 Paratipo D = 0,770 ; E = 0,400 ; N. vtas = 2 1/2 ; N. cám. = 13 (Fig. 6[8])

MLP–Mi 1186 Paratipo D = 0,850 ; E = 0,470 ; N. vtas = 2 1/2 ; N. cám. = 12 (Fig. 6[9])

MLP–Mi 1187 Paratipo D = 0,570 ; E = 0,350 ; N. vtas = 2 1/4 ; N. cám. = – (Fig. 6[12])

MLP–Mi 1189 Paratipo, ejemplar piritizado D = 0,530 (Fig. 6[13])

Distribución estratigráfica y geográfica : Valanginiense superior (Zona de *Pseudofavrella angulatiformis*). En Arroyo Cienaguitas, Cañada de Leiva y Río Seco Cinta Roja los primeros niveles portadores de *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. son algo más antiguos y están asociados a la Zona de *Olcostephanus (O.) atherstoni*, correspondiente a la parte alta del Valanginiense inferior. Distribuida en varias localidades del centro-oeste de Argentina (véase Fig. 1).

Observaciones : La variabilidad de la nueva especie está ligada, en primer lugar, al desarrollo del carácter trocoide, desde ejemplares mayoritarios de aspecto lenticular con la sección biconvexa de poco espesor, a otros biconvexos de mayor espesor, observándose una menor proporción de ejemplares plano-convexos con el lado espiral de altura variable. El desarrollo del área periférica también es variable, desde ejemplares que presentan una carena neta y destacada aunque delgada, otros con periferia angulosa, a individuos ocasionales con periferia redondeada. Así, entre las conchas provenientes de las localidades Arroyo Cienaguitas, Arroyo Loncoche, Puesto Pacheco, Cañada de Leiva, Río Seco Cinta Roja y El Portón, predominan los ejemplares lenticulares carenados o con periferia angulosa. En la sección Cuesta del Chihuido se presentan conchas plano-convexas con periferia redondeada ; en uno de éstos (MLP–Mi 1188, D = 0,800 mm) por transparencia se observa el prolóculo con un diámetro cercano a 0,100 mm. Dado que en los caparazones lenticulares que constituyen la forma dominante no se ha podido observar el prolóculo, no hay posiblidades de establecer comparaciones de tamaño y dilucidar si están presentes las dos generaciones (micro y megalosférica) o sólo una de ellas. Como observación complementaria, el menor diámetro observado ha sido cercano a 0,500 mm y no se han observado ejemplares con menos de once cámaras en la última vuelta.

Si bien en la literatura hay descritas especies cretácicas robustas y de gran talla, *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. posee como características diferenciales el elevado número de cámaras en la última vuelta y su peculiar área umbilical.

Por ejemplo, *E. mosquensis* (UHLIG) var. *majungaensis* ESPITALIÉ y SIGAL, 1963 (p. 68, Lám. 33, Fig. 1) del Oxfordiense-Valanginiense de la cuenca de Majunga, Madagascar, posee una concha robusta, fuertemente biconvexa y ornamentada con diez cámaras en la última vuelta ; *E. caracolla caracolla* (ROEMER) en Bartenstein y Brand 1951 (Lám. 11, Fig. 323 y Lám. 12 A, Fig. 330) del Valanginiense superior de Alemania, también marcadamente biconvexa y carenada con ocho-nueve cámaras en la última vuelta separadas por suturas limbadas radiales que parten de un área umbilical sobresaliente. Por su parte, *E. ohmi* BARTENSTEIN y BRAND, 1987 (Lám. 1, Figs. 1–4), definida como indicador bioestratigráfico del Valanginiense superior en Europa central, posee ocho-diez cámaras en la última vuelta, además de una concha con un área umbilical sobreelevada, suturas poco prominentes y carena periférica crenulada. Dos especies del Neocomiense de Argentina, *E. caracolla caracolla* (ROEMER) en Malumián y Náñez 1983 (p. 387, Lám. 3, Figs. 1–5) del Barremiense de cuenca Austral y *E. australis* MASIUK y VIÑA, 1986 (p. 17, Lám. 1, Figs. 10–14) del Valanginiense superior del Neuquén, poseen menores dimensiones que la nueva especie (D entre 0,320 y 0,450 mm la primera y 0,300 mm la segunda) y menor número de cámaras en la última vuelta (ocho-nueve la primera y seis la segunda).

7. Comentarios y discusión

A partir de los atributos sedimentológicos y paleontológicos de la sección basal de la Formación Agrio se infiere un ambiente de sedimentación de aguas calmas, relativamente profundas localizado por debajo de la profundidad afectada por las tormentas, en la zona externa de una rampa carbonática (Burchette y Wright, 1992). La presencia de pirita y materia orgánica en ciertos niveles de la sucesión sugiere que, al menos en determinados momentos, se habrían establecido condiciones ligeramente deficitarias en oxígeno. En contraposición, la presencia de trazas fósiles del ichnogénero *Thalassinoides* indicaría condiciones de buena oxigenación del sustrato (en Sagasti y Poiré, 1998).

Es reconocido que el contenido de oxígeno disuelto en el agua de mar tiene una enorme influencia sobre las características de su biota ; por ejemplo, se ha demostrado que la disminución en el contenido de oxígeno disuelto modifica sensiblemente la diversidad y abundancia de los foraminíferos bentónicos (véase, entre otros Sen Gupta y Machain-Castillo, 1993).

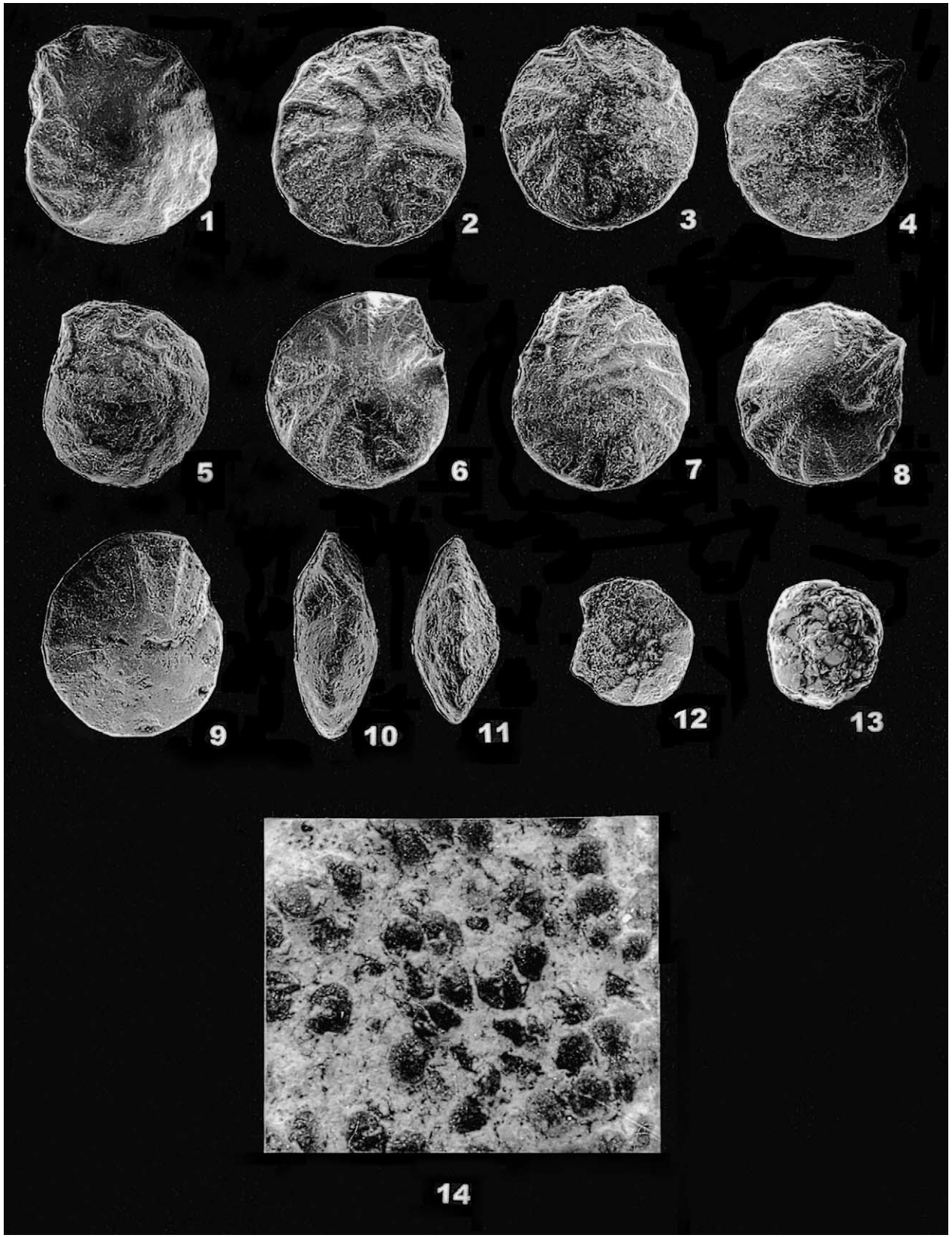
Existe una terminología específica aplicada a los diferentes niveles de oxigenación en los medios recientes y fósiles (véase Allison et al., 1995). No obstante, en nuestro ejemplo argentino y dado que el propósito del estudio no es una caracterización detallada de tales medios, sino la respuesta de los foraminíferos bentónicos a cambios producidos durante un evento transgresivo, nos referiremos en forma generalizada a ambientes deficitarios en oxígeno, caracterizados por facies disaeróbicas empobrecidas en fauna bentónica sensible a los niveles de oxigenación.

En la literatura han sido referidos casos en los que, en asociación con episodios transgresivos, las capas de agua con tenores mínimos de oxígeno se expanden hacia las áreas de plataforma. Así, a través del tiempo geológico, se ha observado el desarrollo de amplias áreas de sedimentación bajo condiciones deficitarias en oxígeno (hasta anóxicas) durante momentos de ascenso relativo del nivel del mar. Las masas de agua empobrecidas en oxígeno son una consecuencia de condiciones de eutrofismo epipelágico (Rosenberg y Loo, 1988). Una alta productividad epipelágica genera importantes cantidades de nutrientes en forma de materia orgánica cuya degradación, junto al consumo de oxígeno mediante el metabolismo y fisiología de los organismos vivientes, induce a una deficiencia de oxígeno en las aguas del fondo. De esta manera, abundante materia orgánica y bacterias constituyen el microbentos como respuesta ecológica de las comunidades bentónicas sobre el fondo.

En la Formación Agrio, todas las secciones estudiadas presentan radiolarios spumelláridos, muy abundantes en algunos niveles ; ésto indicaría que las condiciones de bajo

Fig. 6. *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp., Valanginiense inferior alto-Valanginiense superior, Formación Agrio, Cuenca Neuquina, Argentina. **1, 2**. MLP-Mi 1171, holotipo × 38, sección Arroyo Loncoche, nivel ALO 7 (M), 1. Vista espiral, 2. Vista umbilical ; **3**. MLP-Mi 1172, paratipo × 38, sección Puesto Pacheco, level 27-28, vista umbilical ; **4**. MLP-Mi 1173, paratipo × 38, ALO 7 (M), vista umbilical ; **5**. MLP- Mi 1174, paratipo × 38, ALO 7 (M), vista espiral ; **6**. MLP-Mi 1179, paratipo × 38, ALO 7 (M), vista umbilical ; **7**. MLP-Mi 1180, paratipo × 38, ALO 7 (M), vista espiral ; **8**. MLP-Mi 1184, paratipo × 38, ALO 7 (M), vista umbilical ; **9**. MLP-Mi 1186, paratipo × 38, ALO 7 (M), vista umbilical ; **10**. MLP-Mi 1181, paratipo × 38, ALO 7 (M), vista apertural ; **11**. MLP-Mi 1183, paratipo × 38, ALO 7 (M), vista periférica ; **12**. MLP-Mi 1187, paratipo × 38, sección Río Seco Cinta Roja, level FMA 7, vista espiral ; **13**. MLP-Mi 1189, paratipo × 38, sección Cuesta del Chihuido, level Ch G 3 × 38, espécimen piritizado ; **14**. Roca con *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp × 10, ALO 7 (M).

Fig. 6. *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp., uppermost Lower Valanginian-Upper Valanginian, Agrio Formation, Neuquén Basin, Argentina. **1, 2**. MLP-Mi 1171, holotype × 38, Arroyo Loncoche section, level ALO 7 (M), 1. Spiral side, 2. Umbilical side ; **3**. MLP-Mi 1172, paratype × 38, Puesto Pacheco section, level 27-28, umbilical side ; **4**. MLP-Mi 1173, paratype × 38, ALO 7 (M), umbilical side ; **5**. MLP-Mi 1174, paratype × 38, ALO 7 (M), spiral side ; **6**. MLP-Mi 1179, paratype × 38, ALO 7 (M), umbilical side ; **7**. MLP-Mi 1180, paratype × 38, ALO 7 (M), spiral side ; **8**. MLP-Mi 1184, paratype × 38, ALO 7 (M), umbilical side ; **9**. MLP-Mi 1186, paratype × 38, ALO 7 (M), umbilical side ; **10**. MLP-Mi 1181, paratype × 38, ALO 7 (M), apertural view ; **11**. MLP-Mi 1183, paratype × 38, ALO 7 (M), edge view ; **12**. MLP-Mi 1187, paratype × 38, Río Seco Cinta Roja section, level FMA 7, spiral side ; **13**. MLP-Mi 1189, paratype × 38, Cuesta del Chihuido section, level Ch G 3 × 38, pyritized specimen ; **14**. View of the rock with *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. × 10, ALO 7 (M).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

contenido de oxígeno no afectaron a las aguas superficiales, aunque si podrían haber afectado a las capas intermedias como lo indica la pobreza en otros grupos de invertebrados (p.e. ammonites).

Hay cierto consenso en considerar que las asociaciones microbentónicas de foraminíferos caracterizadas por su abundancia y baja diversidad, variaciones intraespecíficas limitadas, conchas de pequeño tamaño y morfotipos seleccionados y con determinadas estrategias tróficas, constituyen evidencias de ambientes "físicamente controlados". Tal es el caso de los ambientes con condiciones de fondo disaeróbicas a casi anaeróbicas, frecuentemente caracterizadas por el predominio de especies oportunistas.

En nuestro estudio, la composición y baja diversidad de la asociación está demostrada por la peculiar frecuencia en la presencia de "blooms" de *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. con dominancia cercana al 100 % en número de especímenes. Las variaciones intraespecíficas, por su parte, sólo se refieren a la sección transversal de la concha, dominantemente baja y biconvexa, y al desarrollo más o menos destacado de la carena periférica. Sin embargo, *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. se caracteriza por el gran tamaño de la concha (diámetro promedio 0,800–0,900 mm).

Se ha observado que muchas de las comunidades bentónicas que habitan ambientes "fisicamente controlados" desarrollan un hábito de vida preferentemente semi-epifaunal (parcialmente enterrados y excavadores de poca profundidad en sustratos blandos) o infaunal y son detritívoros (incluyendo herbívoros o comedores de bacterias). Desde que una alta productividad en la columna de agua genera una gran acumulación de materia orgánica y bacterias sobre el fondo, Koutsoukos et al. (1990) han considerado que las especies activas detritívoras ("detritus o deposit feeders" : obtienen selectivamente, o no, partículas de detrito orgánico que se hallan mezcladas en el sedimento) estarán naturalmente favorecidas o mejor adaptadas a tales condiciones.

Sintetizando las observaciones de Murray (1973, 1991), Corliss (1985), Bernhard (1986), Corliss y Chen (1988) y Koutsoukos y Hart (1990), entre otros, se han establecido morfogrupos de foraminíferos, infiriéndose para cada uno de ellos la posición de vida y sugiriéndose el modo de alimentación. Los morfogrupos se establecieron de acuerdo con la forma externa de la concha, tal como su configuración general y el arreglo y disposición de las cámaras ; la posición de vida inferida sólo representa el hábito preferencial. Así, las formas plano-convexas o biconvexas y discoidales son interpretadas como ventajosas para un modo de vida epifaunal o semi-epifaunal ya que soportan estabilidad y movilidad sobre o cerca de la superficie. Las formas con un modo de alimentación de herbívoros/detritívoros activos, con movimientos lentos de sus pseudópodos en todas direcciones, colectan a su alrededor detritos vegetales, algas y bacterias, y de esta manera retrabajan y vagan en el sustrato blando en búsqueda permanente de alimento en la interfase agua-sedimento.

A partir del estudio de paleocomunidades cretácicas de foraminíferos bentónicos de la cuenca de Sergipe, Brasil, Koutsoukos y Hart (1990) incluyeron los epistomínidos en el Morfogrupo CHA–5, con un hábito epifaunal y detritívoros. Tyszka (1994) arribó a similares conclusiones al analizar la respuesta de los foraminíferos jurásicos a condiciones disaeróbicas/anaeróbicas en los Cárpatos polacos. Este autor incluyó los epistomínidos en el Morfogrupo C–1, con una concha trocospiral bi/plano-convexa con suturas elevadas sobre el lado espiral, hábito epifaunal y con estrategia de alimentación de herbívoros activos. Además, correlacionó la abundancia de este grupo con niveles de oxígeno bajos/medios.

Con referencia a las asociaciones de foraminíferos de plataforma del Jurásico, Gordon (1970) mencionó que el género *Epistomina* se hace especialmente frecuente cuando los sedimentos son arcillitas y lutitas grises oscuras y negras. Whatley (1965) reconoció faunas monotípicas de *Epistomina* en el Calloviense del sur de Inglaterra, atribuyéndolas a condiciones de oxígeno reducido. Asimismo, Ballent y Whatley (2000) han referido microfaunas monotípicas de *Epistomina* asociadas a espesores de varios cientos de metros de sedimentos euxínicos, mayormente pelitas oscuras y laminadas de la Formación Vaca Muerta (límite Jurásico-Cretácico) en el subsuelo del sector oriental de la cuenca Neuquina de Argentina. Copestake (1978) relacionó "floods" de epistomínidos del Lías de Gales con un amplio rango de profundidad de aguas favorables a un óptimo ecológico en ambientes (anaeróbicos) restringidos (véase p. 160). Florecimientos similares de epistomínidos han sido encontrados asociados con eventos transgresivos del Jurásico temprano de Gran Bretaña (Copestake y Johnson, 1989). Por otra parte, Shipp (1989) ha indicado que *Epistomina* parece reflejar condiciones marinas normales y posiblemente de aguas profundas. Según Hylton y Hart (1998), *Reinholdella* y *Conorboides*, que también pertenecen al suborden Robertinina, originariamente con pared aragonítica y con concha trocospiral bi/plano-convexa, son altamente abundantes en el Jurásico inferior alto del NW de Europa. Estos foraminíferos dominan después de una rápida transgresión antes de que aparezcan condiciones de bajo contenido de oxígeno. *Reinholdella macfadyeni* (TEN DAM) ha sido considerada indicador de aguas profundas y eventos transgresivos (Brouwer, 1969), aunque declinando en abundancia antes de que se reduzca el contenido de oxígeno del fondo marino.

Hay alusiones concretas de presencia de *Epistomina caracolla caracolla* (ROEMER) asociada a ambientes deficitarios en oxígeno durante el Cretácico temprano. Bartenstein y Brand (1951) y Bettenstaedt (1962) han demostrado para el Hauteriviense superior bajo de Alemania, que el taxón se hace especialmente frecuente en posiciones de plataforma marina alejadas de la costa, de mayor profundidad y pobres en oxígeno. Similarmente, Malumián y Nañez (1983) han atribuido una microfauna oportunista de *E. caracolla caracolla*, recuperada en lutitas y fangolitas de la

Formación Río Mayer (Barremiense) de la cuenca Austral de Argentina, a un ambiente nerítico distal (letal de baja energía, p. 370). Por su parte, Masiuk y Viña (1986) atribuyeron la microfauna de una muestra del Hauteriviense superior de la cuenca Neuquina y compuesta en un 60–70 % por epistomínidos, a un "ambiente marino de plataforma media a interna, de salinidad algo disminuída, con fondo de característica anaeróbicas y con débil circulación de la masa líquida en un área restringida".

En nuestro caso, a) la ocurrencia de *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. en niveles definidos del intervalo basal de la Formación Agrio, los cuales poseen una continuidad lateral cercana a los 300 kilómetros, b) su dominancia numérica que llega hasta casi el 100 % y c) su limitada variación morfológica, conforman algunas de las características de una especie oportunista (véase Levington, 1970). Sin embargo, a diferencia de las especies oportunistas de otros microorganismos (véase Koutsoukos et al., 1990 ; Bartolini et al., 1992) y de invertebrados marinos (véase Simanauskas y Cisterna, 2000), que suelen ser de pequeño tamaño relativo, en nuestro caso *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. presenta conchas grandes. Por ejemplo, Bartolini et al. (1992), para el caso del Toarciense del sur de Italia, han considerado que *Paralingulina tenera* (BORNEMANN) fue probablemente una especie altamente oportunista que pudo dominar un ambiente inestable, perturbado por un bajo contenido de oxígeno. Pequeños ejemplares de esa especie aparecen en grandes cantidades y son dominantes en el residuo de fracción menor a 150 (µ, en niveles con alto contenido de carbono orgánico, y desaparecen cuando los sedimentos se vuelven más oxigenados (masivos y rojizos). Según los autores, el pequeño tamaño de *P. tenera* y su proliferación puede deberse a su rápida reproduccción bajo condiciones óptimas para oportunistas, caracterizadas por abundancia de alimento, como ha sido observado por Phleger y Soutar (1973) en ambientes anaerobios recientes, depositados bajo condiciones de oxígeno mínimo en el Pacífico oriental.

Sin embargo, no hay consenso respecto a la relación entre el tamaño de las conchas y el ambiente. Se ha planteado, por ejemplo, el hecho de que los foraminíferos pueden alcanzar tamaños mayores en ambientes donde las condiciones de reproducción son desfavorables y que faunas de tamaño diminuto pueden florecer en condiciones óptimas de reproducción. Bradshaw (1961) usó el término "condiciones marginales del ambiente" y aduce que estas condiciones, como ley, provocan el desarrollo de ejemplares de mayor tamaño. Phleger (1960) por su parte, opinó que el tamaño pequeño es consecuencia de condiciones de vida muy favorables, y por consiguiente, de alta reproducción. Resumiendo este tema, Boltovskoy (1965) refirió que los ejemplares más grandes se originan en condiciones algo desfavorables, cuando ellos alcanzan su madurez algo más tarde de lo normal ; los ejemplares medianos, así como los pequeños, corresponden a condiciones óptimas. Boltovskoy et al. (1991) mencionaron hallazgos sobre cómo la baja nutrición afecta el tamaño de las conchas. Han referido por ejemplo, las experiencias de Lalicker (1948) y de Corliss (1979) quienes sugirieron que insuficiencia de alimento crea conchas de pequeña talla. Myers (1943), en relación con la nutrición de *Elphidium crispum*, concluyó que los ejemplares de la zona sublitoral eran un 60 % más grandes y tenían una mayor cantidad de cámaras (40 %) que los de la zona litoral. Dicho autor explicó este fenómeno por la circunstancia de que en la primera zona las condiciones de alimentación son mucho más adecuadas que en la zona litoral. En contraste, Hallock (1985) consideró que una insuficiente nutrición puede retardar el desarrollo, retardando la madurez sexual, generando, a la postre, especímenes de mayor tamaño. Para el caso particular de ambientes arrecifales con escaso contenido de nutrientes, propuso que el gran tamaño de los foraminíferos constituye una adaptación morfológica para acomodar algas simbiontes. Esta misma autora reconoció que algunos foraminíferos tienen la capacidad intraespecífica de responder al "stress" ambiental aumentando su fecundidad. Cuando las condiciones son desfavorables para la reproducción pero tolerables para el crecimiento, los organismos simplemente continúan su crecimiento hasta que las condiciones mejoran y entonces se reproducen o eventualmente mueren. Dado que el número de juveniles es directamente proporcional a la biomasa de los padres (Röttger, 1974 ; Muller, 1974), como el retardo en la reproducción conlleva una mayor masa, entonces más juveniles se producirán cuando la reproducción finalmente ocurra. Es función también de las algas simbiontes proveer lentamente la acumulación de la energía necesaria para la reproducción.

Consideramos significativo que en la microfauna oportunista de *E. caracolla caracolla* de la Formación Río Mayer, Malumián y Náñez (1983) observaron como rasgo propio y discordante que ese taxón es la forma de mayor tamaño dentro de la asociación, aunque de todas maneras con menores dimensiones (diámetro entre 0,320 y 0,450 mm) que la descrita en este trabajo. En el caso del Hauteriviense superior bajo de Alemania, las especies recuperadas alcanzan y superan el milímetro de diámetro (Bartenstein y Brand, 1951, 1987).

En las dos últimas décadas (véase Allison et al., 1995) se han reconocido estrategias de vida para bacterias simbiontes óxido-reductoras en algunos grupos de invertebrados marinos. Una variedad de bivalvos y gusanos observan este comportamiento (Grassle, 1985) requeriendo una combinación de sulfuro y oxígeno. Tales organismos son encontrados, por ejemplo, alrededor de chimeneas ("vents") oceánicas con producción de sulfuros en ambientes marinos profundos ; la presencia de estos procariotas simbiontes puede contribuir a un mayor tamaño de los invertebrados (véase Grassle, 1985 : 716). Estos hallazgos han posibilitado la sugerencia de que una estrategia quimiosimbionte puede haber sido importante en muchos taxa fósiles presentes en lutitas negras (Savrda y Bottjer, 1991).

Bernhard (1996) demostró la existencia de foraminíferos bentónicos microaerófilos (microaerofilia = requerimiento de vestigios o "cantidades traza" de oxígeno) y estudió las posibles adaptaciones que permiten a estos protistas habitar ambientes deficitarios en oxígeno. Este autor hace referencia a bacterias simbiontes las cuales requieren compuestos sulfurosos má oxígeno para su desarrollo; menciona el caso de las bacterias simbiontes observadas en *Globocassidulina* cf. *G. biora* similares en apariencia a la bacteria quimiolitotrófica *Thiobacillus*, la cual produce óxido-reducción de compuestos sulfurosos fijando dióxido de carbono. La bacteria observada en el citoplasma de *Buliminella tenuata* en sedimentos laminados en la cuenca de Santa Bárbara (Stolz et al., 1986) aparece similar a aquellas que requieren hierro y valores traza de oxígeno o sulfuro para su metabolismo ("magnetotactic bacterias").

Por último, respecto al sedimento portador, en todos los casos mencionados las microfaunas de epistominas están asociadas con sedimentos de grano fino, de colores oscuros, laminados, ricos en materia orgánica, usualmente con indicios de piritización.

En nuestro caso, los niveles con *Epistomina loncochensis* BALLENT nov. sp. se asocian con fangolitas oscuras, margas y calizas micríticas con materia orgánica y pirita, que indicarían condiciones reductoras.

En los otros ejemplos citados para Argentina, las epistominas tithonienses de la Formación Vaca Muerta del subsuelo del sector del engolfamiento neuquino (Ballent, 1986–1988), se asocian a cientos de metros de sedimentos euxínicos, mayormente pelitas oscuras y laminadas de cuenca interior (Legarreta y Gulisano, 1989). Malumián y Náñez (1983 : 370) asocian los niveles portadores de epistominas de la Formación Río Mayer con lutitas y fangolitas negras con intercalaciones de bancos de calizas.

En todas las secciones estratigráficas estudiadas en este trabajo, hacia arriba de los niveles basales analizados, la sucesión continúa con ritmos pelita-caliza y marga-caliza en los que se aprecia una mayor diversidad faunística. Parecen, pues, restablecerse condiciones marinas normales con mejor oxigenación de fondo, lo que es demostrado por la presencia de foraminíferos lagénidos los cuales sugieren ambientes de plataforma marina con salinidad normal, particularmente en áreas de sedimento de grano fino (Copestake y Johnson, 1989) y florecimientos de polimorfínidos hacia la parte superior de las secciones.

8. Conclusiones

Las sedimentitas de la sección basal de la Formación Agrio (Valanginiense inferior alto-Valanginiense superior) se depositaron bajo condiciones de baja energía y aguas relativamente profundas, en un ambiente de rampa carbonática distal, durante los estadios iniciales de un evento transgresivo.

Dicho evento transgresivo habría conducido a condiciones altamente eutróficas en la columna de agua, las cuales resultaron favorables para la proliferación y consiguiente abundancia de microbiota planctónica de radiolarios, e indujeron a condiciones de fondo deficitarias en oxígeno.

Los depósitos trangresivos iniciales son portadores de una peculiar microfauna compuesta casi exclusivamente por *Epistomina loncochensis* nov. sp. BALLENT. La abundancia con que se presenta esta nueva especie se atribuye al desarrollo de conchas plano-convexas ó biconvexas, ventajosas para un modo de vida epifaunal o semi-epifaunal, y a su hábito alimentario detritívoro activo. Estos atributos habrían favorecido la expansión de *Epistomina loncochensis* nov. sp. BALLENT durante episodios deficitarios en oxígeno. Su gran tamaño y robustez podrían estar relacionados con estrategias quimiosimbiontes de bacterias que necesitan combinaciones de compuestos sulfurosos y oxígeno, o hierro y valores traza de oxígeno o sulfuro, para desarrollar su metabolismo, lo cual concuerda con la presencia recurrente de pirita en el sedimento portador.

Agradecimientos

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (Conicet) apoyó financieramente este estudio. Se agradece muy especialmente a H. Echeveste y M. Del Blanco (INREMI, La Plata) por la excelente disposición a colaborar con las autoras en el estudio de minerales pesados y cortes calcográficos. S. Damborenea (Museo de La Plata, Argentina) sugirió bibliografía específica y M. Bagnola (GEMA) colaboró con la toma de algunas fotografías de microfósiles bajo lupa binocular. La versión en francés del resumen se debe al Dr. H. Oertli (Bizanos, Francia). Las correcciones y sugerencias de los árbitros propuestos por Geobios (F. Olóriz y E. Caus), mejoraron sensiblemente el contenido del trabajo. A todos ellos se hace extensivo nuestro agradecimiento.

Referencias

Aguirre Urreta, B., Rawson, P., 1997. The ammonite sequence in the Agrio Formation (Lower Cretaceous), Neuquén Basin, Argentina. Geological Magazine 134, 449–458.

Aguirre Urreta, B., Sagasti, G., 1999. Valanginian ammonites from the Aconcagua-Neuquén Basin of Argentina : distribution, sea level changes, and inter-regional correlations. Boletim do 5º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil y 1º Simposio sobre el Cretácico de América del Sur (Serra Negra-SP, Brasil, 1999), pp. 137–142.

Allison, P.A., Wignall, P.B., Brett, C.E., 1995. Palaeo-oxigenation: effects and recognition. In: Bisence, D.W., Allison, P.A. (Eds.), Marine Palaeoenvironmental Analysis from Fossils. Special Publication, 83. Geological Society, London, Special publication 83, pp. 97–112.

Ballent, S.C., 1986–1988. Estudio micropaleontológico de pozos de la cuenca Neuquina. Convenio Facultad Ciencias Naturales y Museo-UNLP- Petrolera Pérez Companc. La Plata (informes inéditos).

Ballent, S., Sagasti, G., 2000. Microfósiles calcáreos de la Formación Agrio (Cretácico inferior) en el sur de la provincia de Mendoza,

Argentina. Reunión Anual de Comunicaciones Asociación Paleontológica Argentina. Ameghiniana 37, Suplemento, 2000–Resúmenes, 69R–70R.

Ballent, S.C., Whatley, R., 2000. The composition of Argentinian Jurassic marine ostracods and foraminiferal faunas: environment and zoogeography. Geobios 33 (3), 365–376.

Bartenstein, H., Brand, E., 1951. Mikropaläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwestdeutschen Valendis. Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft 485, 239–336.

Bartenstein, H., Brand, E., 1987. *Epistomina ohmi* n. sp., an index foraminifer in the Valanginian of Central Europe (Protista: Foraminiferida; Lower Cretaceous). Senckenbergiana lethaea 68, 249–253.

Bartolini, A., Nocchi, M., Baldanza, A., Parisi, G., 1992. Benthic Life during the early Toarcian Anoxic Event in the Southwestern Tethyan Umbria-Marche Basin, Central Italy. Studien in Benthic Foraminifera BENTHOS'90, Sendai, 1992. Tokai University Press, pp. 323–338.

Bernhard, J.M., 1986. Characteristic assemblages and morphologies for anoxic organic rich deposits: Jurassic through Holocene. Journal of Foraminiferal Research 16, 107–215.

Bernhard, J.M., 1996. Microaerophilic and facultative anaerobic benthic Foraminifera: a review of experimental and ultrastructural evidence. Revue de Paléobiologie 15, 261–275.

Bettenstaedt, F., 1962. Evolutionsvorgänge bei fossilen Foraminiferen. Mitteilungen des Geologischens Staatsinstutas 31, 385–460.

Boltovskoy, E., 1965. Los foraminíferos recientes. EUDEBA, Buenos Aires.

Boltovskoy, E., Scott, D.B., Medioli, F.S., 1991. Morphological variations of benthic foraminiferal tests in response to changes in ecological parameters: a review. Journal of Paleontology 65, 175–185.

Bradshaw, J.S., 1961. Laboratory experiments on the ecology of foraminifera. Cushman Foundation for Foraminiferal Research Contributions 12, 67–106.

Brouwer, J., 1969. Foraminiferal assemblages from the Lias of Northwestern Europe. Verhandlingen der Koninklijke Nederlandge Akademie van Wetenschappen, Afo. Natuurkunde 25, 1–64.

Burchette, Wright, 1992. Carbonate ramp depositional systems. Sedimentary Geology 79, 3–57.

Concheyro, A., Sagasti, G., 1999. Lower Cretaceous calcareous nannofossils of Agrio Formation, Mendoza Province, Argentina. Boletim do 5º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil y 1º Simposio sobre el Cretácico de América del Sur (Serra Negra-SP, Brasil, 1999), pp. 359–365.

Copestake, P., 1978. Foraminifera from the Lower and Middle Lias of the Mochras Borehole. Unpublished Ph.D. thesis, University College of Wales, Aberysthwyth.

Copestake, P., Johnson, B., 1989. Jurassic. Part 6. The Hettangian to Toarcian (Lower Jurassic). In: Jenkins, D.G., Murray, J.W. (Eds.), Stratigraphical Atlas of Fossil Foraminifera, second edition. Ellis Horwood Ltd., Chichester, pp. 129–188.

Corliss, B.H., 1979. Size variation in the deep-sea benthonic foraminifer *Globocassidulina subglobosa* (BRADY) in the southeast Indian Ocean. Journal of Foraminiferal Research 9, 5–60.

Corliss, B.H., 1985. Microhabitats of benthic foraminifera with deep sea sediments. Nature 314, 435–438.

Corliss, B.H., Chen, C., 1988. Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifers and ecological implications. Geology 16, 716–719.

DiGregorio Uliana, M., 1979. Cuenca Neuquina. In: Turner, J.C.M. (Ed.), Segundo Simposio de Geología Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba 2, pp. 985–1032.

Espitalié, J., Sigal, J., 1963. Contribution à l'étude des foraminifères (micropaléontologie-microstratigraphie) du Jurassique Supérieur et du Néocomien du bassin de Majunga (Madagascar). Annales géologiques de Madagascar 32, 1–99.

Gordon, W.A., 1970. Biogeography of Jurassic Foraminifera. Geological Society of America Bulletin 81, 1689–1704.

Grassle, J.F., 1985. Hydrothermal vent animals: distribution and biology. Science 229, 713–717.

Groeber, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70º. Asociación Geológica Argentina, Reimpresiones, Buenos Aires 1, 1–174 (1980).

Hallock, P., 1985. Why are larger foraminifera large? Paleobiology 11, 195–208.

Hylton, M.D., Hart, M.B., 1985. Benthic Foraminiferal Response to Pliensbachian-Toarcian (Lower Jurassic) Sea-Level Change and Oceanic Anoxia in NW Europe. GeoResearch Forum 6, 455–462.

Koutsoukos, E.A., Hart, M.B., 1990. Cretaceous foraminiferal morphogroup distribution patterns, palaeocommunities and trophic structures: a case study from the Sergipe Basin, Brazil. Transactions of the Royal Society of Edinburgh (Earth Sciences) 81, 221–246.

Koutsoukos, E.A., Leary, P.N., Hart, M.B., 1990. Latest Cenomanian-earliest Turonian low-oxygen tolerant benthonic foraminifera: a case-study from the Sergipe basin (N.E. Brazil) and the western Anglo-Paris basin (southern England). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 77, 145–177.

Lalicker, C.G., 1948. Dwarfed protozoan faunas. Journal of Sedimentary Petrology 18, 51–55.

Legarreta, L., Gulisano, C.A., 1989. Análisis estratigráfico-secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior-Terciario inferior). In: Chebli, G., Spalletti, L. (Eds.), Cuencas Sedimentarias Argentinas. Serie de Correlación Geológica 6 pp. 221–243.

Legarreta, L., Gulisano, C.A., Uliana, M.A., 1993. Las secuencias sedimentarias Jurásico-cretácicas. In: Ramos, V.A. (Ed.), Geología y Recursos Minerales de Mendoza, Relatorio 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza, 1993), pp. 87–114.

Levington, J.S., 1970. The paleoecological significance of opportunistic species. Lethaia 3, 69–78.

Loeblich Jr., A.R., Tappan, H., 1988. Foraminiferal genera and their classification. Van Nostrand Reinhold Company, Nueva York.

Malumián, N., Nañez, C., 1983. Foraminíferos de ambiente anóxico de la Formación Río Mayer (Cretácico inferior), provincia de Santa Cruz. Ameghiniana 20, 367–393.

Masiuk, V., Ballent, S.C., 1979. Informe micropaleontológico sobre perfiles de la provincia de Mendoza. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Laboratorio Geológico, Buenos Aires (inédito).

Masiuk, V., Viña, F., 1986. Estratigrafía de la Formación Agrio de la Cuenca Neuquina. Boletín de Informaciones Petroleras, Tercera Época III 6, 2–38.

Muller, P., 1974. Sediment production and population biology of the benthic foraminifer *Amphistegina madagascariensis*. Limnology Oceanography 19, 802–809.

Murray, J.W., 1973. Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminifers. Heineman, Londres.

Murray, J.W., 1991. Ecology and palaeocology of benthic Foraminifera. Longmann, Nueva York.

Myers, E.H., 1943. Life activities of foraminifera in relation to marine ecology. American Philosophical Society, Proceedings 66, 439–458.

Phleger, F.B., 1960. Ecology and distribution of recent Foraminifera. J. Hopkins Press, Baltimore.

Phleger, F.B., Soutar, A., 1973. Production of benthic foraminifera in three east Pacific oxygen minima. Micropaleontology 19, 110–115.

Rosenberg, R., Loo, L.O., 1988. Marine eutrophication induced oxigen deficiency : effects on soft bottom fauna, western Sweden. Ophelia 29, 213–225.

Röttger, R., 1974. Larger Foraminifera : reproduction and early stages of development in *Heterostegina depressa*. Marine Biology 26, 5–12.

Sagasti, G., 2002. Estudio sedimentológico y de estratigrafía secuencial de las sedimentitas carbonáticas de la Formación Agrio (Cretácico inferior), en el sector surmendocino de la cuenca Neuquina, República Argentina. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (inédito).

Sagasti, G., Poiré, D.G., 1998. Asociaciones icnolitológicas de la porción basal de la Formación Agrio, arroyo Loncoche, provincia de Men-

doza. Revista de Asociación Argentina de Sedimentologia 5, 105–118.

Savrda, C.E., Bottjer, D.J., 1991. Oxygen-related biofacies in marine strata : an overview and update. In: Tyson, R.V., Pearson, T.H. (Eds.), Modern and Ancient Continental Shelf Anoxia. Special Publication, 58. Geological Society, London, pp. 201–220.

Sen Gupta, B.K., Machain-Castillo, M.L., 1993. Benthic foraminifera in oxygen-poor habitats. Marine Micropaleontology 20, 183–201.

Shipp, D.J., 1989. Jurassic. Part 6. The Oxfordian to Portlandian. In: Jenkins, D.G., Murray, J.W (Eds.), Stratigraphical Atlas of Fossil Foraminifera, second edition. Ellis Horwood Ltd., Chichester, pp. 237–262.

Simanauskas, T., Cisterna, G., 2000. A palaeo-opportunistic brachiopod from the early Permian of Argentina. Alcheringa 24, 45–53.

Stolz, J.F., Chang, S.B.R., Kirschvink, J.L., 1986. Magnetotactic bacteria and single domain magnetite in hemipelagic sediments. Nature 321, 849–851.

Schwarz, E., 2000. Informe de avance de Beca de Formación de Postgrado de CONICET. (inédito).

Tyszka, J., 1994. Response of Middle Jurassic benthic foraminiferal morphogroups to dysoxic/anoxic conditions in the Pieniny Klippen Basin, Polish Carpathians. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 110, 55–81.

Weaver, V., 1931. Palaeontology of the Jurassic and Cretaceous central Argentina. University of Washington, Memoir 1, 1–496.

Whatley, R., 1965. Callovian and Oxfordian Ostracoda from England and Scotland. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Hull.