

# LA APLICACIÓN DE *BOTRYOCOCCUS* (CHLOROCOCCALES) COMO INDICADOR PALEOAMBIENTAL EN EL TRIÁSICO DE ARGENTINA

C. RODRÍGUEZ AMENÁBAR Y E. G. OTTONE

Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón II, Ciudad Universitaria. C1428EHA, Buenos Aires, Argentina.  
E-mail: cr\_amenabar@yahoo.com.ar; ottone@gl.fcen.uba.ar

---

## Resumen

Se realizó el estudio morfológico detallado de los estadios de desarrollo, forma y tamaño de las colonias de *Botryococcus* (Chlorococcales) encontradas en sedimentos lacustres de la sección basal de la Formación Casa de Piedra, Subcuenca triásica de Rincón Blanco, Argentina. A partir del estudio de las microalgas fósiles, y por analogía con los requerimientos ecológicos conocidos para las formas actuales, se obtuvieron nuevos datos para una posible interpretación paleoambiental de los niveles portadores. Las colonias de *Botryococcus* crecieron probablemente bajo condiciones climáticas variables. La relativa abundancia de las colonias, en ausencia de otro tipo de Chlorococcales, estuvo relacionada con la somerización de la subcuenca en un ambiente estresante (bajo contenido de O<sub>2</sub>).

*Palabras clave:* *Botryococcus*, Chlorococcales, Triásico lacustre, Argentina.

## Abstract

[*The application of Botryococcus (Chlorococcales) as palaeoenvironmental indicator in the Triassic of Argentina*]. The detailed study of stages of development, shape and size of *Botryococcus* colonies (Chlorococcales), from Triassic lacustrine intervals of the basal section of the Casa de Piedra Formation, Rincón Blanco Sub-basin, Argentina, have been carried out. The study of fossil microalgae provided, by analogy with ecological requirements of extant forms, new data for a palaeoenvironmental interpretation of *Botryococcus*-bearing levels. The colonies of *Botryococcus* probably grew under variable climatic conditions. The relative abundance of colonies, in absence of any other Chlorococcalean, is related to the shallowness of the Sub-basin under stressed conditions (low O<sub>2</sub> content).

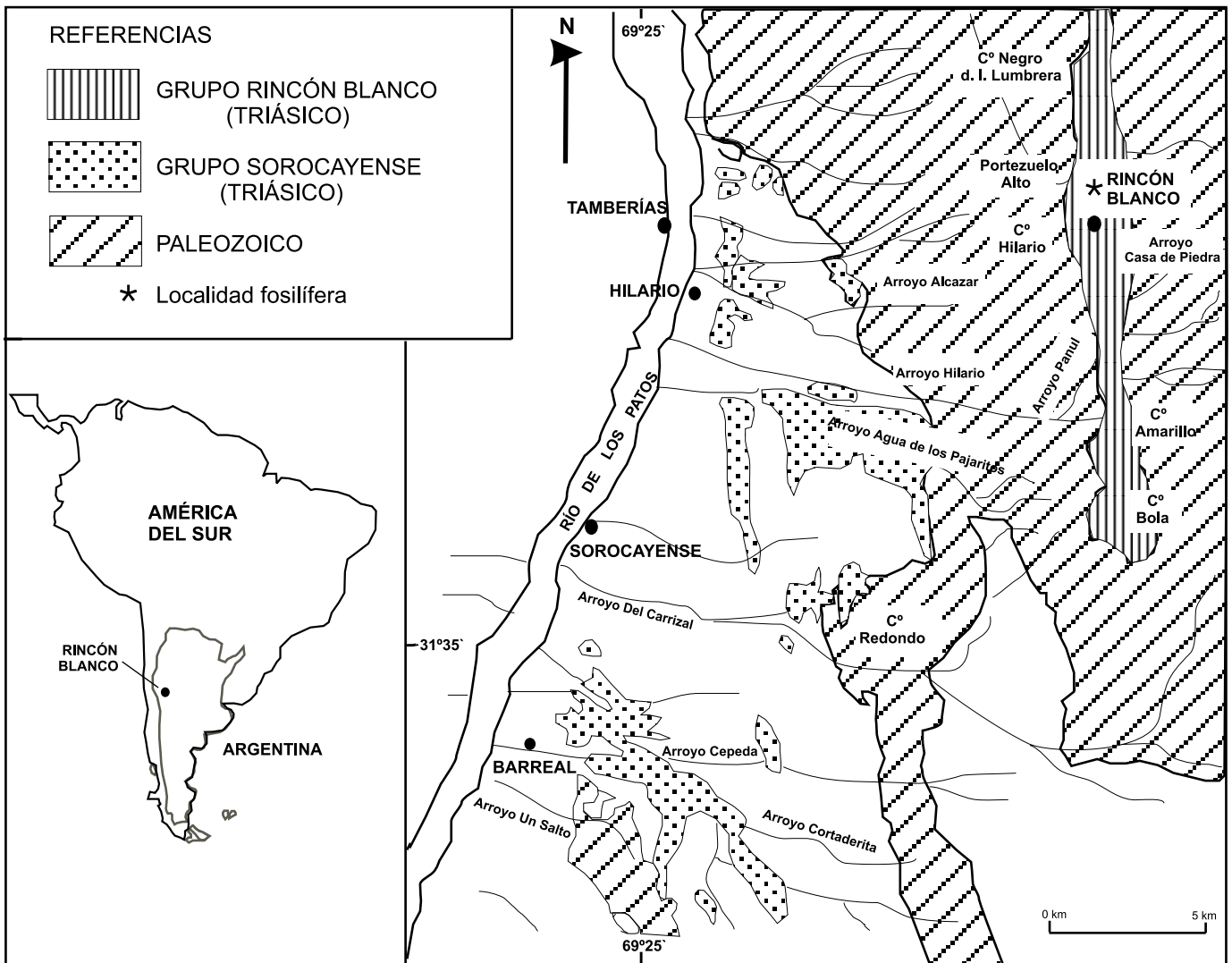
*Keywords:* *Botryococcus*, Chlorococcales, Lacustrine Triassic, Argentina.

---

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta el estudio morfológico de las colonias de *Botryococcus* (Orden Chlorococcales) encontradas en sedimentos lacustres triásicos de la subcuenca Rincón Blanco, provincia de San Juan, Argentina (Fig. 1). Los resultados se emplean como una herramienta para la interpretación paleoambiental.

La subcuenca Rincón Blanco incluye unos 2.300 metros de sedimentitas continentales, reconociéndose, de base a techo, los conglomerados aluviales y areniscas gruesas de las Formaciones Ciénaga Redonda, Cerro Amarillo y Panul; las facies fluviales y lacustres de la Formación Portezuelo; las facies lacustres profundas de la Formación Carrizalito y las facies lacustres y fluviales de sag de la Formación

FIGURA 1—Mapa de ubicación. Modificado de Kokogian *et al.* (2001).FIGURE 1—Location map. Modified from Kokogian *et al.* (2001).

Casa de Piedra (Barredo *et al.*, 1999). *Botryococcus* se encuentra principalmente en los niveles peléticos de la sección basal de la Formación Casa de Piedra (Fig. 2). Esta unidad, atribuida al Triásico Medio a Tardío, representa el relleno final de la subcuenca e incluye facies lacustres en su parte basal, y facies de ríos entrelazados en su parte superior (Barredo *et al.*, 1999). Las facies lacustres contienen invertebrados fósiles dulceacuícolas tales como conchostráceos, macroflora representada por tallos de sphenophytas y una microflora del tipo Ipswich caracterizada por granos de polen del tipo *Alisporites*, bisacados diploxilonoides, inaperturados, esporas y abundantes

colonias de *Botryococcus* (Ottone y Rodríguez Amenábar, 2001). Las facies fluviales también contienen el mismo tipo de microflora, aunque sin *Botryococcus*, mientras que la macroflora presenta pteridospermas, sphenophytas y madera fósil característicos de la flora de *Dicroidium* (Barredo *et al.*, 1999; Ottone y Rodríguez Amenábar, 2001). La unidad representa un sistema lacustre ligeramente alcalino (Citrinovitz *et al.*, 1975), con desarrollo local de estromatolitos (Hauschke, 1991), que se someriza paulatinamente a medida que se produce la expansión de la cuenca (Barredo y Ramos, 1998). *Botryococcus* aparece en la subcuenca relacionado

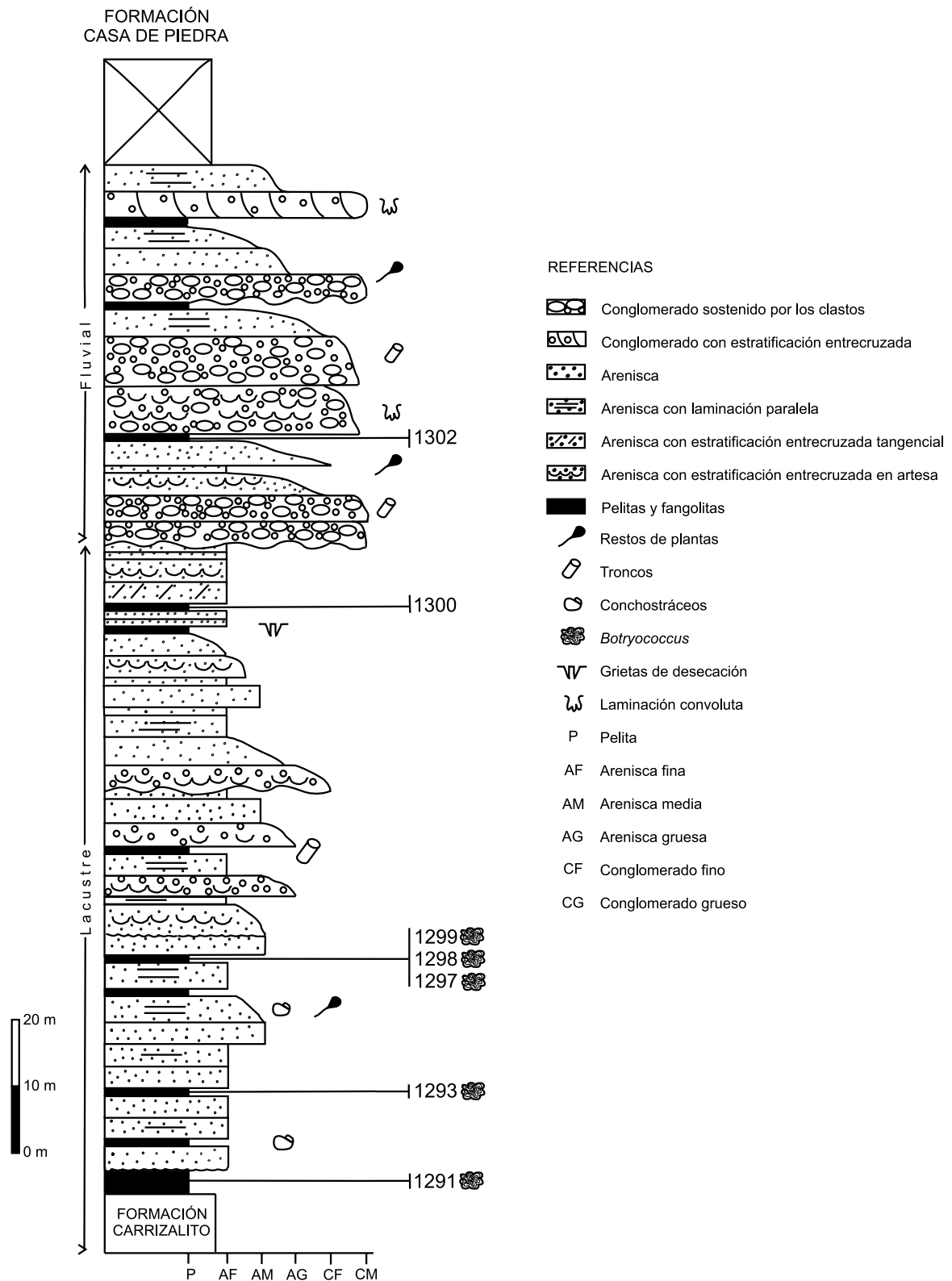


FIGURA 2—Columna estratigráfica sintética de la sección inferior de la Formación Casa de Piedra en Ciénaga Larga incluyendo niveles muestreados.

FIGURE 2—Synthetic stratigraphic log of the lower section of the Casa de Piedra Formation in Ciénaga Larga, with indication of levels sampled.

con facies lacustres marginales de la sección inferior de la Formación Casa de Piedra, siendo no sólo muy abundante (4 a 35% de *Botryococcus* sobre querógeno total) sino la única forma planctónica registrada en estos niveles.

Chlorococcales es un grupo de algas verdes que incluye especies unicelulares y coloniales. Muchas de las especies tienen paredes orgánicas resistentes y, por lo tanto, elevado potencial de fosilización (Batten y Grenfell, 1996).

Muchas son las investigaciones realizadas acerca de la composición química de los *Botryococcus* actuales y su potencial para generar hidrocarburos (Péniguel *et al.*, 1989), como así también los estudios morfológicos de los diferentes estadios de desarrollo en su ciclo de vida (Guy-Ohlson, 1992).

Las colonias de *Botryococcus* crecen a partir de una única célula inicial llamada autoespora que se sitúa dentro de una envoltura mucilaginosa en forma de copa. Esta célula, por sucesivas divisiones, genera una colonia simple de forma globosa, seguida luego de una colonia compuesta de forma botroidal, que finalmente se reproduce vegetativamente por medio de la fragmentación y/o liberación de nuevas autoesporas (Guy-Ohlson, 1992).

Las colonias muestran variaciones en su tamaño, morfología y estadio de desarrollo que se relacionan con cambios ambientales y/o climáticos tales como grado de humedad (Guy-Ohlson, 1992), intensidad de la luz (Guy-Ohlson y Lindström, 1994), salinidad (Guy-Ohlson y Lindström, 1994) y contenido de nitrógeno (Guy-Ohlson y Lindström, 1994; Tyson, 1995) y de oxígeno (Guy-Ohlson, 1992) en la columna de agua.

*Botryococcus* es en la actualidad una clorofita planctónica cosmopolita que se encuentra fundamentalmente en cuerpos de agua dulce tales como lagos, reservorios y pantanos (Tyson, 1995; Zalessky, 1926), siendo característica de lagos oligotróficos, aunque también se encuentra en aguas mesotróficas. Las formas encontradas bajo condiciones salobres, de cerca de 10 g l<sup>-1</sup> NaCl, adoptan una morfología homogénea y globosa, mientras que las colonias que habitan en aguas dulces presentan una morfología botroidal, componiéndose de clústers conectados por cadenas de mucílago (Batten y Grenfell, 1996; Tyson, 1995; Zalessky, 1926).

Las Chlorococcales, en general, proliferan donde hay altas concentraciones de nutrientes y degradación de materia orgánica que aporta el nitrógeno necesario para el desarrollo de las colonias (Van den Hoek *et al.*, 1995; Batten y Grenfell, 1996).

*Botryococcus* compete más satisfactoriamente con otros organismos planctónicos en aguas someras donde la precipitación es relativamente baja y las condiciones climáticas varían a lo largo del año (Guy-Ohlson y Lindström, 1994).

Las floridas (*blooms*) de *Botryococcus* se registran en lagos someros de aguas calmas, generalmente efímeros, tolerando cierto grado de salinidad (Guy-Ohlson, 1992; Tyson, 1995). Sin embargo, las condiciones que producen las floridas no están del todo establecidas (Batten y Grenfell, 1996).

El registro estratigráfico de *Botryococcus* abarca desde el Carbonífero hasta la actualidad, siendo una forma relativamente común en el Triásico de Gondwana (Brenner y Foster, 1994; Zavattieri, 1991). Los registros del Cámbrico-Ordovícico reflejan probablemente una sinonimia errónea con las cianobacterias marinas fósiles de tipo *Gloeocapsomorpha* (Tyson, 1995). Considerando que *Botryococcus* no ha variado desde el punto de vista morfológico desde sus primeros registros hasta nuestros días, se considera que los especímenes fósiles habrían vivido bajo condiciones ecológicas similares a sus equivalentes actuales. De ésta manera, la comparación de las colonias de *Botryococcus* fósiles con las actuales es muy útil para la interpretación paleoambiental (Batten y Grenfell, 1996; Guy-Ohlson, 1992; Guy-Ohlson y Lindström, 1994; Guy-Ohlson, 1998).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestrearon siete niveles pelíticos correspondientes a la sección inferior de la Formación Casa de Piedra, en la quebrada de Ciénaga Larga, provincia de San Juan (Fig. 2). De los siete niveles, los cinco inferiores corresponden a facies lacustres, y aportaron *Botryococcus*. Los dos restantes, corresponden a facies fluviales y no incluyen *Botryococcus*.

Para determinar el carácter autóctono de *Botryococcus* se siguieron los criterios generales enunciados por Zippi (1998).

Las muestras fueron procesadas por los métodos palinológicos estándar, los cuales incluyen la molienda de las rocas, la eliminación de carbonatos con HCl y silicatos con HF 70%, y el filtrado del residuo orgánico obtenido con una malla de 25 µm. Parte del residuo orgánico fue montado en slides usando glicerogelatina como medio de fijación. Las colonias fueron estudiadas mediante un microscopio Leitz Orthoplan de luz transmitida.

Del residuo orgánico se extrajeron bajo lupa y microscopio colonias de *Botryococcus* de diferente

tamaño (posibles distintos estadios de desarrollo). Las colonias fueron luego fijadas en un portaobjetos para su metalización y posterior observación en un microscopio electrónico de barrido Leitz-AMR 1200.

Para determinar la frecuencia de *Botryococcus* en cada preparado se contó el número de colonias por nivel sobre un total de 300 palinomorfos, en microscopía de luz transmitida, y se expresó luego el resultado en porcentajes de *Botryococcus* sobre querógeno total (Tabla 1). El material estudiado se halla depositado en el Departamento de Ciencias Geológicas, FCEN-UBA, donde se encuentra catalogado bajo la sigla BAFC-PL.

## RESULTADOS E INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL

### 1. Descripción de las colonias fósiles de *Botryococcus*

Las colonias poseen un contorno redondeado a oval. Sus tamaños varían de 40 a 70 µm de diámetro en las colonias más pequeñas y de 110 a 220 µm de diámetro en las colonias de mayor tamaño. Estas últimas presentan lóbulos o clusters cuyo tamaño varía de 40 a 80 µm, que se conectan por cordones de mucílago. La mayoría de las colonias constan de copas pequeñas de 5 µm de diámetro, densamente empaquetadas y con paredes delgadas de entre 1,5 y 2 µm de espesor. Las

Muestra (BAFC-PL)	% de <i>Botryococcus</i> sobre el total de querógeno	TIPOS DE COLONIAS Y ESTADIOS DE DESARROLLO						Observaciones	Ejemplos	Interpretaciones paleoecológicas (según Guy-Ohlson, 1992; Guy-Ohlson y Lindström, 1994; Guy-Ohlson, 1998)
		Simple	Compuesta			Aspecto de la Colonia				
			Joven y/o adulta	Joven y/o adulta	Mayor tamaño µm	Auto-esporas	Esqueleto de copas			
1291	18		X	175			X	Un solo tipo de estadio de desarrollo. Ausencia de autoesporas. Formas de las colonias similares. Conservación de las colonias en las cuales permanece sólo el esqueleto de sus copas.	Lámina 1, Figs. 4, 6, 7, 8, 11	Período breve de crecimiento bajo condiciones ambientales y/o climáticas uniformes. Depósito bajo condiciones favorables, probablemente en aguas someras oxigenadas tranquilas, y con un rápido enterramiento.
1293	10		X	100	X		X	Un solo tipo de estadio de desarrollo. Ausencia de autoesporas. Diferentes formas de las colonias. Colonias con buena conservación y otras con tendencia a formar una matriz "no estructurada".	Lámina 1, Fig. 1	Período breve de crecimiento bajo condiciones ambientales y/o climáticas variables. Las colonias se depositaron en un ambiente con bajo contenido de oxígeno.
1297	16	X	X	200	X		X	Distintos estadios de desarrollo, presencia de "anillos de crecimiento" y autoesporas (escasas). Diferentes formas de las colonias. Colonias con buena conservación y otras con tendencia a formar una matriz "no estructurada".	Lámina 1, Figs. 2, 3, 5, 9, 10	Prevalen condiciones ambientales y/o climáticas variables durante un largo período de tiempo. El depósito se produjo en un ambiente somero sin marcadas perturbaciones y con un rápido enterramiento; con baja disponibilidad de oxígeno.
1298	35	X	X	220			X	Distintos estadios de desarrollo. Ausencia de autoesporas. Diferentes formas de las colonias. Colonias con buena conservación y otras con tendencia a formar una matriz "no estructurada".		Prevalen condiciones ambientales y/o climáticas variables durante un largo período de tiempo. El depósito se produjo en un ambiente con baja disponibilidad de oxígeno.
1299	4		X	110			X	Un solo tipo de estadio de desarrollo. Ausencia de autoesporas. Colonias de formas similares. Colonias con buena conservación y otras con tendencia a formar una matriz "no estructurada".	Lámina 1, Fig. 12	Período breve de crecimiento bajo condiciones ambientales y/o climáticas uniformes. El depósito se produjo en un ambiente con bajo contenido de oxígeno.

Tabla 1—Análisis morfológico e interpretación paleoambiental de las colonias de *Botryococcus*.  
 TABLE 1—Morphological analysis and palaeoenvironmental interpretation of the *Botryococcus* colonies.

mismas se asemejan a las formas "tipo 2", ilustradas por Batten y Grenfell (1996) para el Cretácico Inferior del Reino Unido (Batten y Grenfell, 1996. Plate 2, Fig. 5).

En ausencia de células o de material celular en las algas fósiles, la comparación con *Botryococcus braunii* Kützing 1849 debe ser realizada basándose en la estructura y morfología del complejo extra celular (Burns, 1982). Las colonias analizadas en este trabajo son, en este sentido, similares a la especie actual. Sin embargo, se prefiere mantener abierta la asignación específica de nuestro material por resultar imposible de probar la equivalencia entre la especie *braunii* y las formas fósiles más allá del estrecho parecido morfológico existente entre ambas.

## 2. Interpretación paleoambiental

En los trabajos paleoambientales realizados por Guy-Ohlson (1992 y 1998) y Guy-Ohlson y Lindström (1994) se toman en cuenta dos aspectos de las colonias de *Botryococcus* para la interpretación paleoambiental: los estadios de desarrollo de las colonias (basándose la presencia de formas simples y compuestas, en sus tamaños y formas); y el estado de conservación de las mismas. En este trabajo se realiza un análisis similar.

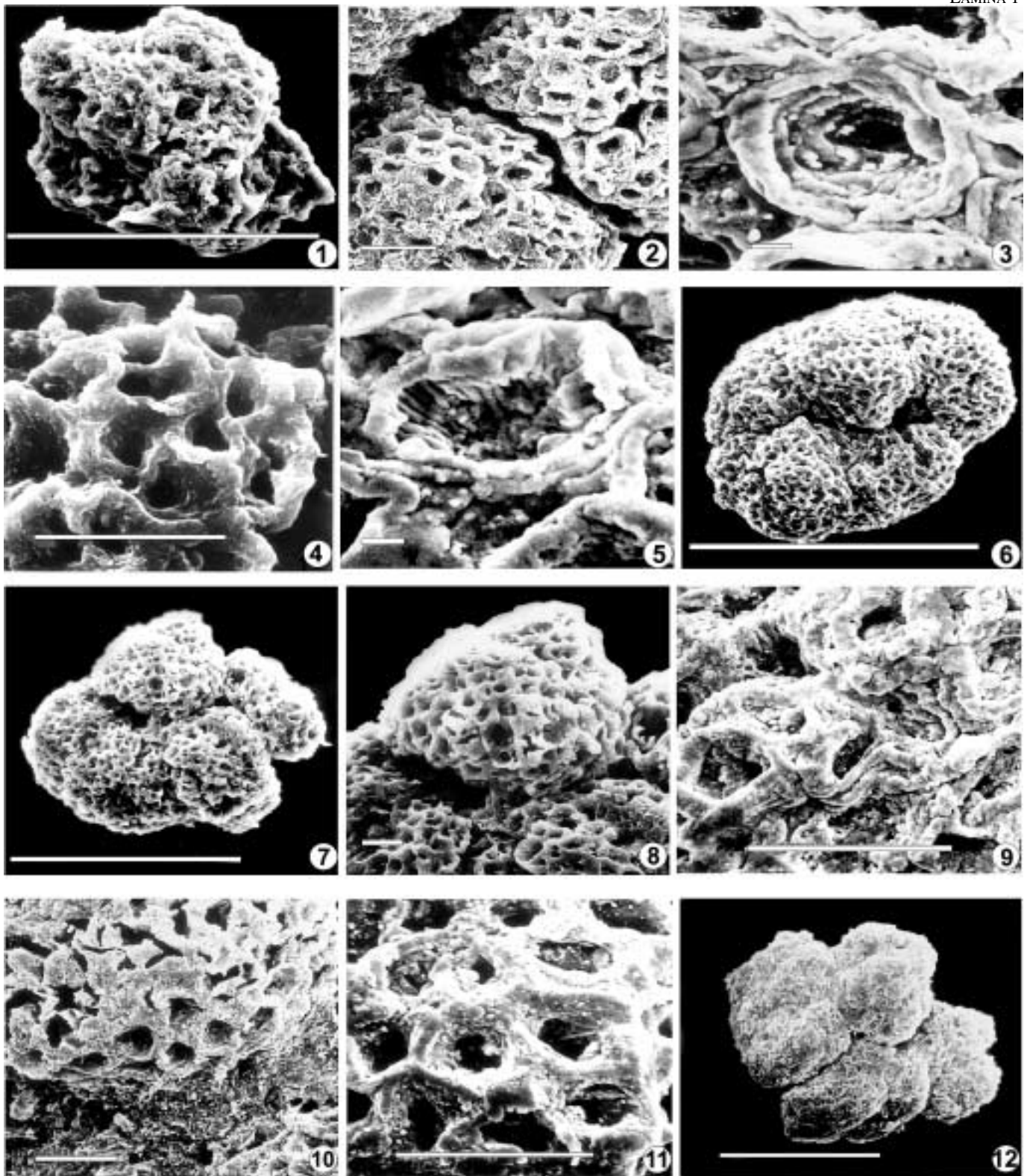
El nivel basal, BAFC-PL 1291 (18% de *Botryococcus*) presenta un solo estadio de desarrollo (colonias compuestas), sin autoesporas, y formas de las colonias similares. Esto indicaría un breve período de crecimiento bajo condiciones ambientales y/o climáticas uniformes (Guy-Ohlson y Lindström, 1994; Guy-Ohlson, 1998). Las colonias exhiben una buena conservación de copas y esqueleto, sin autoesporas (Lámina 1, Figs. 4, 6, 7, 8 y 11), lo que sugiere que el depósito se produjo en condiciones favorables, probablemente en aguas someras oxigenadas y tranquilas, y con un rápido enterramiento (Guy-Ohlson, 1992).

El siguiente nivel, BAFC-PL 1293 (18% de *Botryococcus*), también presenta un solo tipo de estadio de desarrollo (colonias compuestas), sin autoesporas, y con colonias de diferentes formas. Esto reflejaría un breve período de crecimiento bajo condiciones ambientales y/o climáticas variables (Guy-Ohlson y Lindström, 1994; Guy-Ohlson, 1998). Presenta algunas colonias que muestran buena conservación de copas y esqueleto, mientras que en otras el esqueleto se reduce a una espesa matriz alterada (Lámina 1, Fig. 1). Las colonias que poseen esta tendencia a formar una matriz no estructurada sugieren que el depósito se produjo en un ambiente con bajo contenido de oxígeno (Guy-Ohlson, 1992).

→

LÁMINA 1-12, *Botryococcus* sp. 1, aspecto general de una colonia compuesta mostrando sectores con esqueleto y copas y otros sectores cuya masa está algo alterada, BAFC-PL 1293; 2, detalle de copas bien conservadas de una colonia compuesta. En ciertos sectores de la colonia se observa masa no estructurada, BAFC-PL 1297; 3, detalle de la figura 2 mostrando una copa bien conservada, con los anillos de crecimiento, BAFC-PL 1297; 4, detalle una colonia en las que se conservó el esqueleto de las bases de las copas, BAFC-PL 1291; 5, detalle de una copa mostrando anillos de crecimiento, BAFC-PL 1297; 6, aspecto general de una colonia compuesta mostrando el esqueleto de las bases de sus copas bien definidas, BAFC-PL 1291; 7, aspecto general de una colonia compuesta de forma botroidal, mostrando el esqueleto de las bases de sus copas bien definidas, BAFC-PL 1291; 8, detalle de la colonia de la figura 7 en las que se conserva, bien delineado, el esqueleto de las bases de las copas, BAFC-PL 1291; 9, colonia bien conservada, los bordes de las copas se encuentran algo deformados probablemente debido a la diagénesis, BAFC-PL 1297; 10, detalle de una colonia mostrando sectores de masa no estructurada, BAFC-PL 1297; 11, detalle una colonia en las que se conserva el esqueleto de las bases de las copas, BAFC-PL 1291; 12, aspecto general de una colonia compuesta botroidal, mostrando sectores en los que se conserva el esqueleto con las copas y otros sectores cuya masa está algo alterada, BAFC-PL 1299. Escala gráfica: 100 µm, en las figuras 1, 6, 7, 12; 10 µm, en las figuras 2, 4, 8, 9, 10, 11; 1 µm, en las figuras 3, 5.

PLATE 1-12, *Botryococcus* sp. 1, compound colony showing certain parts with skeleton and cups, and patches of structureless mass, BAFC-PL 1293; 2, detail of well-preserved cups of a compound colony. Part of the colony displays a structureless mass, BAFC-PL 1297; 3, detail of the colony of figure 2 showing a well-preserved cup with growth rings, BAFC-PL 1297; 4, detail of a colony showing the skeleton of the well-defined cups, BAFC-PL 1291; 5, detail of a cup showing growth rings, BAFC-PL 1297; 6, compound colony showing the skeleton of the well-defined cups, BAFC-PL 1291; 7, botryoidal compound colony showing the skeleton of the well-defined cups, BAFC-PL 1291; 8, detail of the colony of figure 7 showing the skeleton of the well-defined cups, BAFC-PL 1291; 9, well-preserved colony, the edge of the cups are slightly deformed, probably due to diagenesis. BAFC-PL 1297; 10, detail of a colony with patches of structureless mass, BAFC-PL 1297; 11, detail of a colony showing the skeleton of the cups, BAFC-PL 1291; 12, compound botryoidal colony showing, in parts, skeleton and cups, and patches of structureless mass, BAFC-PL 1299. Scale bar: 100 µm, figures 1, 6, 7, 12; 10 µm, figures 2, 4, 8, 9, 10, 11; 1 µm, figures 3, 5.



En el nivel BAFC-PL 1297 (16% de *Botryococcus*) coexisten distintos estadios de desarrollo (colonias simples y compuestas) y distintas formas de las colonias, con lo que se puede inferir el predominio de condiciones ambientales y/o climáticas variables durante un largo período de tiempo (Guy-Ohlson, 1998). Este nivel se caracteriza por una buena conservación en algunas de las colonias, en las cuales se pueden observar anillos de crecimiento (Lámina 1, Figs. 2, 3, 5 y 9) y autoesporas, aunque estas últimas son escasas. En el mismo nivel otras colonias presentan una tendencia a formar una matriz no estructurada (Lámina 1, Figs. 2 y 10). La buena conservación de las colonias estaría señalando que el depósito se produjo en un ambiente somero sin marcadas perturbaciones y con un rápido enterramiento (Guy-Ohlson, 1992), mientras que la presencia de una matriz no estructurada en otras colonias sugeriría una baja disponibilidad de oxígeno en el medio durante el depósito (Guy-Ohlson, 1992).

En el nivel BAFC-PL 1298 (35% de *Botryococcus*) también coexisten distintos tipos de estadios de desarrollo de las colonias (simples y compuestas), con diferentes formas. Esto sugiere condiciones climáticas variables durante un largo período de tiempo (Guy-Ohlson, 1998). En cuanto a la conservación de las colonias, algunas exhiben sectores de matriz no estructurada, lo cual sugeriría que el depósito se produjo en un ambiente con limitado contenido de oxígeno (Guy-Ohlson, 1992).

El último nivel pelítico (BAFC-PL 1299) registra un bajo porcentaje de *Botryococcus* (4%). Se presenta un solo estadio de desarrollo (colonias compuestas), sin autoesporas, y colonias de formas similares. Esto indica que hubo un corto período de crecimiento bajo condiciones climáticas uniformes. Presenta algunas colonias que muestran buena conservación de copas y esqueleto, mientras que en otras el esqueleto tiene una tendencia a formar una espesa matriz alterada (Lámina 1, Fig. 12). Las colonias que poseen esta tendencia a formar una matriz no estructurada sugieren que el depósito se produjo en un ambiente con bajo contenido de oxígeno (Guy-Ohlson, 1992).

Las características morfológicas generales de las colonias presentes en cada uno de los niveles analizados se resumen en la Tabla 1.

## DISCUSIÓN

El estudio morfológico de las colonias de *Botryococcus* recuperadas de los niveles lacustres triásicos de la sección basal de la Formación Casa de Piedra permite inferir que las colonias se habrían

desarrollado en un ambiente lacustre marginal bajo condiciones paleoambientales y/o paleoclimáticas variables, probablemente bajo un clima con estaciones alternantes húmedas y secas (Barredo, 1998). El medio habría sido ligeramente alcalino, somero y tranquilo, permitiendo la proliferación de estas Chlorococcales. Las riberas del lago estuvieron cubiertas por vegetación baja, fundamentalmente de sphenophytas (Barredo *et al.*, 1999). La somerización paulatina del sistema, que fue evolucionando desde un sistema lacustre profundo (Formación Carrizalito) a un sistema lacustre somero (facies con *Botryococcus* de la sección inferior de la Formación Casa de Piedra) y luego hacia facies fluviales de sag (sección superior de la Formación Casa de Piedra) (Barredo *et al.*, 1999), habría creado las condiciones ambientales adecuadas para la proliferación de *Botryococcus*. La presencia de colonias de matriz no estructurada permitiría inferir que el medio habría exhibido una reducción en su contenido de oxígeno hacia los niveles superiores de la sección estudiada, sin alcanzar, sin embargo, condiciones de anoxia.

Según su morfología funcional, *Botryococcus* es un S-estratega, es decir, una especie tolerante al estrés, caracterizada por un crecimiento lento y hábito colonial, con colonias que muestran una baja relación superficie/volumen. Dominan en condiciones de alta luminosidad y bajas concentraciones de nutrientes, y exhiben poco desarrollo en bajas temperaturas (Huszar y Carrasco, 1998). En este sentido, *Botryococcus* habría proliferado en el ambiente ligeramente estresante (y en ausencia de otras Chlorococcales) de los niveles basales de la Formación Casa de Piedra. *Botryococcus* posee adaptaciones para vivir bajo condiciones desfavorables como la habilidad para resistir a cambios ambientales y para reservar grandes cantidades de alimento, sus paredes son resistentes a la desecación y se reproducen vegetativamente (Guy-Ohlson, 1992).

*Botryococcus* no está representado en las facies fluviales de ríos entrelazados desarrolladas en la parte superior de la Formación Casa de Piedra, posiblemente debido a la renovación continua del agua superficial característica de este ambiente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente al Dr. M. Arai, las Dras. S. Barredo, A. Concheyro, M. Di Pasquo y M. Prámparo, por la lectura del manuscrito y al Dr. C. M. Closas por las valiosas sugerencias brindadas como árbitro de la *Revista Española de*



*Micropaleontología*, a N. Devincenzo (MEB, Universidad de Morón) por su invaluable apoyo técnico, y a G.D. Holfeltz por el procesamiento palinológico de las muestras y la confección de las fotografías. Al CONICET y a la UBA por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

- Barredo, S.P. 1998. Control tectónico y climático en la generación de las pelitas bituminosas de Rincón Blanco, San Juan, Argentina. *X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica*, Buenos Aires, Volumen 1, 220.
- Barredo, S. P., y Ramos, V. 1998. Tectonic control in the Triassic sedimentation of the Rincón Blanco Basin, Argentina. *XV International Sedimentological Congress*, Alicante, Actas, 174-175.
- Barredo, S. P.; Ottone, E. G.; Marsicano, C. A., y Rodríguez Amenábar, C. 1999. Continental biotic association of the Triassic Rincón Blanco Subasin, Argentina. *VII International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems*, Buenos Aires. Abstracts, 8-9.
- Batten, D. J., y Grenfell, H. R. 1996. Chapter 7D. *Botryococcus*. En: *Palynology: principles and applications* (Eds. J. Jansonius y D. C. McGregor). *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, Volume 1, 205-214.
- Brenner, W., y Foster, C. B. 1994. Chlorophycean algae from the Triassic of Australia. *Review of Paleobotany and Palynology*, 80, 209-234.
- Burns, D. A. 1982. A transmission electron microscope comparison of modern *Botryococcus braunii* with some microfossils previously referred to that species. *Revista Española de Micropaleontología*, 14, 165-185.
- Citrinovitz, A.; Llanos, J. A.; Serralonga, A.; Toro, J. O.; Mattar, A. T.; Grosso, S. G.; Bassegio, R.; Criado, A.; Arnulphi, G.; Florida, J. J.; Bassotti, H.; Balbuena, O. E.; Fernández, M. C., y Díaz, L. A. 1975. Estudio petrográfico, físico y químico de las rocas bituminosas de Rincón Blanco. *II Congreso Iberoamericano de Geología Económica*, Buenos Aires, Tomo 4, 474-493.
- Guy-Ohlson, D. 1992. *Botryococcus* as an aid in the interpretation of palaeoenvironment and depositional processes. *Review of Paleobotany and Palynology*, 71, 1-15.
- . 1998. The use of the microalga *Botryococcus* in the interpretation of lacustrine environments at the Jurassic-Cretaceous transition in Sweden. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 140, 347-356.
- Guy-Ohlson, D., y Lindström, S. 1994. Palaeoecology of the Early Permian strata at Heimefrontfjella, Dronning Maud Land, Antarctica. *Antarctic Science*, 6, 507-519.
- Hauschke, N. 1991. Durchwurzelte Sedimentfolgen in der Trias des Cuyo-Beckens, W-Argentinien. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 183, 307-328.
- Huszar, V. L., y Carrasco, N. F. 1998. The relationship between phytoplankton composition and physical-chemical variables: a comparison of taxonomic and morphological-functional descriptors in six temperate lakes. *Freshwater biology*, 40, 679-696.
- Kokogian, D. A.; Spalletti, L. A.; Morel, E. M.; Artabe, A. E.; Martínez, R. N.; Alcober, O. A.; Milana, J. P., y Zavattieri, A. M. 2001. Estratigrafía del Triásico argentino. En: *El sistema Triásico en la Argentina*. (Eds. A. E. Artabe; E. M. Morel, y A. B. Zamuner). *Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno"*, La Plata, 23-54.
- Kützing, F. T. 1849. *Species algarum*. Brockhaus, Leipzig, 922 pp.
- Ottone, E. G., y Rodríguez Amenábar, C. 2001. A new disaccate pollen grain from the Triassic of Argentina. *Ameghiniana*, 38(2), 157-161.
- Péniguel, G.; Couderc, R., y Seyve, C. 1989. Les microalgues actuelles et fossiles-Intérêts stratigraphique et pétrolier. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*, 13(2), 455-482.
- Tyson, R. V. 1995. *Sedimentary organic matter. Organic facies and palynofacies* (Eds. Chapman & Hall), London, 615 pp.
- Van den Hoek, C.; Mann, D. C., y Jahns, H. M. 1995. *Algae: an introduction to phycology*. Cambridge University Press, Cambridge, 623 pp.
- Zalesky, M. M. D. 1926. Sur les nouvelles algues découvertes dans le Sapropélogène du Lac Beloe (Hauteurs de Valdai) et sur une algue sapropélogène *Botryococcus braunii* Kützing. *Revue Générale de Botanique*, 38, 30-42.
- Zavattieri, A. M. 1991. Granos de polen de la Formación Las Cabras (Triásico) en su localidad tipo, provincial de Mendoza, Argentina. Parte 2. *Ameghiniana*, 28(3-4), 205-224.
- Zippi, P. A. 1998. Freshwater algae from the Mattagami Formation (Albian), Ontario: Paleoecology, botanical affinities, and systematic taxonomy. *Micropaleontology*, 44, Supplement 1, 78 pp.

MANUSCRITO RECIBIDO: 11 marzo, 2003

MANUSCRITO ACEPTADO: 5 junio, 2003