

ASOCIACIONES DE MEGAFÓSILES DE INVERTEBRADOS EN EL NEÓGENO ATLÁNTICO DE LA PATAGONIA ARGENTINA

Ester A. Farinati ¹ y Carlos Zavala ^{1,2}

¹ *Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670, 8000 Bahía Blanca, Argentina. farinati@criba.edu.ar*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. czavala@criba.edu.ar*

Resumen: La zona costera del noreste de la Patagonia se caracteriza por importantes acantilados que contienen excelentes afloramientos de la Formación Río Negro (Mio-Plioceno). Dentro de una sucesión principalmente continental se intercala un nivel marino asignado al Mioceno Superior que presenta espesores máximos de hasta 10 metros y una geometría lenticular a gran escala. Está constituido por pelitas y areniscas finas bioturbadas con asociaciones de megafósiles que incluyen moluscos, principalmente bivalvos, corales, cirripedos y erizos. El nivel marino integra una secuencia deposicional caracterizada por un ciclo marino completo transgresivo-regresivo. El contexto geotectónico del área de estudio sugiere un control mayormente eustático durante la época en que se formaron estas asociaciones de megafósiles, las cuales fueron analizadas desde el punto de vista tafonómico y paleoecológico. Las asociaciones fosilíferas relacionadas con el cortejo transgresivo (TST) se caracterizan por su riqueza en bivalvos (ostreidos y pectinidos). Las asociaciones relacionadas al cortejo de alto nivel (HST) constituyen acumulaciones monoespecíficas de ostreas donde se manifiestan muy importantes los procesos de bioerosión que indican que los organismos han estado expuestos un tiempo suficientemente largo durante el cual la sedimentación fue mínima. Hacia el techo de la secuencia se evidencia una rápida somerización relacionada con una regresión forzada (FR) debido a una rápida caída del nivel del mar. El proceso de somerización en sentido vertical se pone de manifiesto por la presencia de especies de menor batimetría, procesos de incrustación y la superposición abrupta de asociaciones costeras sobre otras de mayor profundidad.

Palabras clave: Megafósiles, Neógeno, Patagonia, Argentina.

Abstract: The northeastern Patagonia coastal zone of Argentina provides excellent exposures to analyze the deposits of the Río Negro Formation (Mio-Pliocene). A shallow marine level assigned to this unit is recognized within continental (aeolian) deposits. The level, up to 10 meters thick and characterized by a large-scale wedge geometry, is composed of mudstones and bioclastic sandstones with different megafossils including molluscs, mainly bivalves, corals, barnacles and echinoids. The marine level, deposited in a shallow and partially confined sea, with some evidences of wave reworking processes, records a complete transgressive-regressive cycle. The shell concentrations of the deposits were mainly controlled by eustatic sea-level changes. The megafossils assemblage studied and their taphonomic and paleoecological signatures were different. Megafossil assemblages associated to transgressive systems tract (TST) are characterized by the abundance of bivalves (pectinids and oysters). Megafossil assemblages associated to highstand systems tract (HST) are characterized by monospecific concentrations of oysters; bioerosion indicates that organisms were exposed during a period of low sedimentation rate. At the top of the sequence the shallowing-upward trend is related to a forced regression (FR) produced by a relatively fast sea level fall. This is reflected by species of less bathymetry, encrustation processes and the abrupt superposition of coastal assemblages upon others of deeper environments.

Key words: Megafossils, Neogene, Patagonia, Argentina.

Farinati, E.A. y Zavala, C. (2005): Asociaciones de megafósiles de invertebrados en el Neógeno Atlántico de la Patagonia argentina. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 18 (3-4): 187-194

En la zona costera atlántica localizada al noreste de la Patagonia argentina se reconocen importantes acantilados que contienen excelentes afloramientos marinos y continentales de la Formación Río Negro (Andreis, 1965) asignados al intervalo Mioceno tardío-Plioceno temprano. El conocimiento paleontológico, estratigráfico y sedimentológico de estos potentes acantilados de hasta 65 m de altura data del siglo XIX (D'Orbigny, 1842; Doering, 1882; Wilckens, 1905; Witte, 1916; Wichmann, 1918; Feruglio, 1950;

Frenguelli, 1950; Kaaschieter, 1965; Andreis, 1965; De Ferrariis, 1966; Farinati et al., 1981; Angulo y Casamiquela, 1982; Isla y Rivero D'Andrea, 1993).

La Formación Río Negro, integrada principalmente por las típicas areniscas gris-azuladas, presenta una continuidad lateral mayor a 120 km y aflora horizontal entre El Cóndor y Bahía Rosas (Fig. 1). En dicho sector y a lo largo de 60 km aparece una intercalación marina (Farinati et al., 1981; Angulo y Casamiquela, 1982) que se apoya discordantemente sobre la secuencia eólica



Figura 1.- Mapa de ubicación del área estudiada y localización de las secciones estratigráficas de detalle.

basal y es cubierta en contacto neto discordante por las siguientes secuencias eólicas (Zavala y Freije, 2001).

El nivel marino está constituido por pelitas y areniscas finas bioturbadas que fueron depositadas en forma casi horizontal (antiguas superficies del terreno) y luego erosionadas por el avance del mar durante los últimos 2 millones de años, adquiriendo su actual aspecto. Las asociaciones de megafósiles de invertebrados presentes en el nivel marino de los acantilados son taxonómicamente diversas e incluyen moluscos, especialmente bivalvos, además de gasterópodos, cirripedos, corales, erizos, crustáceos y anélidos. Esta riqueza fosilífera fue evaluada en tres afloramientos seleccionados donde se efectuó el levantamiento de secciones estratigráficas de detalle. Gracias al conocimiento estratigráfico preciso y los datos aportados por la estratigrafía secuencial fue posible determinar el cortejo sedimentario con el que están relacionadas las distintas asociaciones fosilíferas estudiadas.

Las observaciones tafonómicas se realizaron teniendo en cuenta fundamentalmente los moluscos por ser el taxón mejor representado. En algunos sitios las condiciones de afloramiento y conservación de los fósiles permitieron una detallada observación y un amplio estudio tafonómico, si bien no todos presentan la misma preservación destacándose entre los mejor conservados a los ostreídos, pectínidos y cirripedios.

El objetivo principal de este trabajo es apreciar si los cambios del nivel del mar, determinados a partir del análisis de facies, tuvieron una influencia registrable, tanto en las características tafonómicas como paleoecológicas, en las asociaciones de megafósiles presentes en el nivel marino estudiado.

Marco estratigráfico

Los afloramientos costeros fueron asignados a la Formación Río Negro e interpretados como una unidad

principalmente fluvial (Kaaschieter, 1965; Andreis, 1965; De Ferrariis, 1966). Recientes estudios de Zavala y Freije (2001) propusieron un nuevo origen y esquema estratigráfico para la sucesión, reconociendo dentro de la Fm Río Negro tres unidades limitadas por discordancias (Fig. 2):

1) el Mb Inferior, que aflora con base cubierta y se compone de depósitos arenosos acumulados en un paleoambiente eólico con facies de dunas e interdunas.

2) el Mb Medio, que se dispone discordantemente sobre el miembro inferior cerca de la base del acantilado y está compuesto por areniscas finas bioclásticas y pelitas depositadas en un ambiente marino somero.

3) el Mb Superior, que yace discordantemente sobre el miembro medio y comprende capas arenosas acumuladas en un ambiente eólico similar al ambiente deposicional del miembro inferior.

Zavala y Freije (2000) analizaron las facies y estratigrafía secuencial del nivel medio, determinando un ciclo marino completo (transgresivo-regresivo), donde el glacioeustatismo habría sido el principal factor de control. Dicho nivel integra una única secuencia deposicional caracterizada internamente por un cortejo transgresivo (TST) seguido por un cortejo de alto nivel (HST) y un *set* de regresión forzada (FR) debido probablemente a una caída del nivel del mar relativamente rápida (Fig. 3).

De acuerdo con su posición en la secuencia y a dataciones de Potasio-Argón de depósitos marinos equivalentes (9.41×10^6 años, Zinsmeister *et al.* 1981) y dataciones de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sobre bivalvos de la Fm Puerto Madryn (entre 9 y 11 Ma, Scasso *et al.*, 1999) el miembro medio fue asignado al Mioceno Superior (Tortonense).

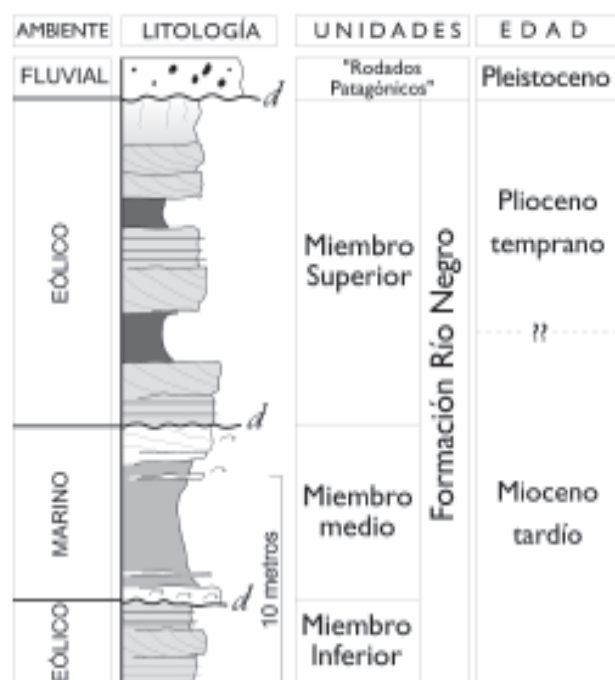


Figura 2.- Esquema estratigráfico de la Fm Río Negro.

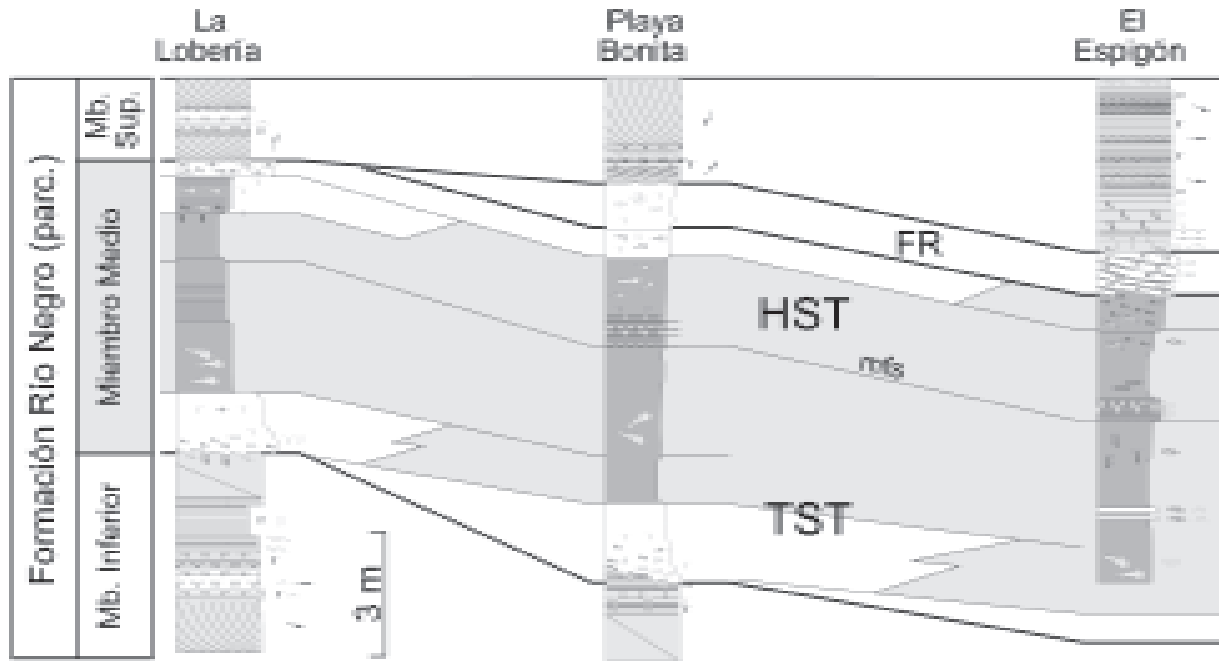


Figura 3.- Correlación estratigráfica secuencial del nivel marino (Miembro Medio). TST: cortejo sedimentario transgresivo; HST: cortejo sedimentario de alto nivel; FR: regresión forzada; mfs: superficie de máxima inundación.

Respecto a su origen, el análisis de facies sugiere un ambiente marino somero afectado por oleaje donde se reconocen depósitos de playa con facies de *offshore* que gradan hacia sectores marginales a facies de *shoreface* y *foreshore* (Zavala y Freije, 2000).

El miembro medio presenta espesores máximos de 10 metros y geometría lenticular de gran escala, acuñándose totalmente hacia el Oeste en una distancia de 60 kilómetros.

Los máximos espesores se presentan en el perfil de Playa Bonita (Figs. 4 y 5) por lo que es considerado el más representativo, si bien las observaciones tanto tafonómicas como paleoecológicas son de carácter general para las distintas secciones.

Asociaciones de megafósiles relacionadas al cortejo transgresivo (TST)

El cortejo transgresivo comienza con un nivel basal de areniscas finas bioclásticas con facies de *foreshore*, de aproximadamente 2 m de espesor, que habría sido acumulado por procesos de oleaje en un ambiente de energía relativamente alta. Los principales icnogéneros son *Ophiomorpha* y *Skolithos* (icnofacies de *Skolithos*). El contacto inferior de este miembro muestra una notable alteración biogénica, con perforaciones de distintas dimensiones. (Figs. 4 y 5 a y b).

Entre los abundantes bioclastos que conforman las asociaciones típicas de este cortejo se incluyen:

- Bivalvos: *Chlamys tehuelchus* d'Orbigny, *Chlamys actinodes* (Sowerby), *Ostrea patagonica* d'Orbigny, *Pododesmus papyraceus* Philippi, *Anadara* sp., *Scapharca* sp., *Dosinia* sp., *Chionopsis* sp., *Mactra* sp., *Pitar* sp., *Dinocardium* sp., *Panopea* sp.

- Gasterópodos: *Epitonium chubutina* Ihering, *Epitonium borcherti* (Ihering).
- Crustáceos decápodos: quelípedos y caparzones de cangrejos (? *Coeloma*)
- Cirripedios: *Balanus* sp.
- Anélidos: Serpúlidos.

En los moluscos, la diversidad específica es mayor en bivalvos que en gasterópodos. Los pectínidos están representados por numerosos ejemplares de *Chlamys tehuelchus* desarticulados, pero no fragmentados y un rasgo de la buena preservación de sus valvas es la presencia de las aurículas bien conservadas. *Chlamys tehuelchus* es una especie epifaunal libre, de hábito suspensívoro y ambientes de baja a moderada energía (Aguirre y Farinati, 2000). Otra especie epifaunal asociada a *Chlamys tehuelchus*, aunque en menor proporción es el anomíido *Pododesmus papyraceus* cuyos ejemplares se encuentran desarticulados pero en buen estado de preservación a pesar de la fragilidad de sus valvas.

Se destaca la presencia de numerosos moldes internos (steinkerns) de bivalvos infaunales, bien preservados (*Anadara*, *Scapharca*, *Dosinia Chionopsis*, *Mactra*, *Pitar*, *Dinocardium*, *Panopea*) en cuya superficie se observan estructuras biogénicas generadas por anélidos serpúlidos. Las mismas sugieren que debieron originarse o en la interfase valva-relleno o cuando los moldes ya estaban expuestos sobre el fondo y consolidados. En el primer caso, los procesos diagenéticos permitieron la conservación de las trazas luego de la disolución de las valvas.

La facies de *shoreface* incluye entre los principales icnogéneros a *Thalassinoides*, *Planolites* y *Chondrites* de la icnofacies de *Cruziana*.

En contacto gradual sobre los niveles basales de playa, se reconoce un nivel de unos 4 m de potencia de

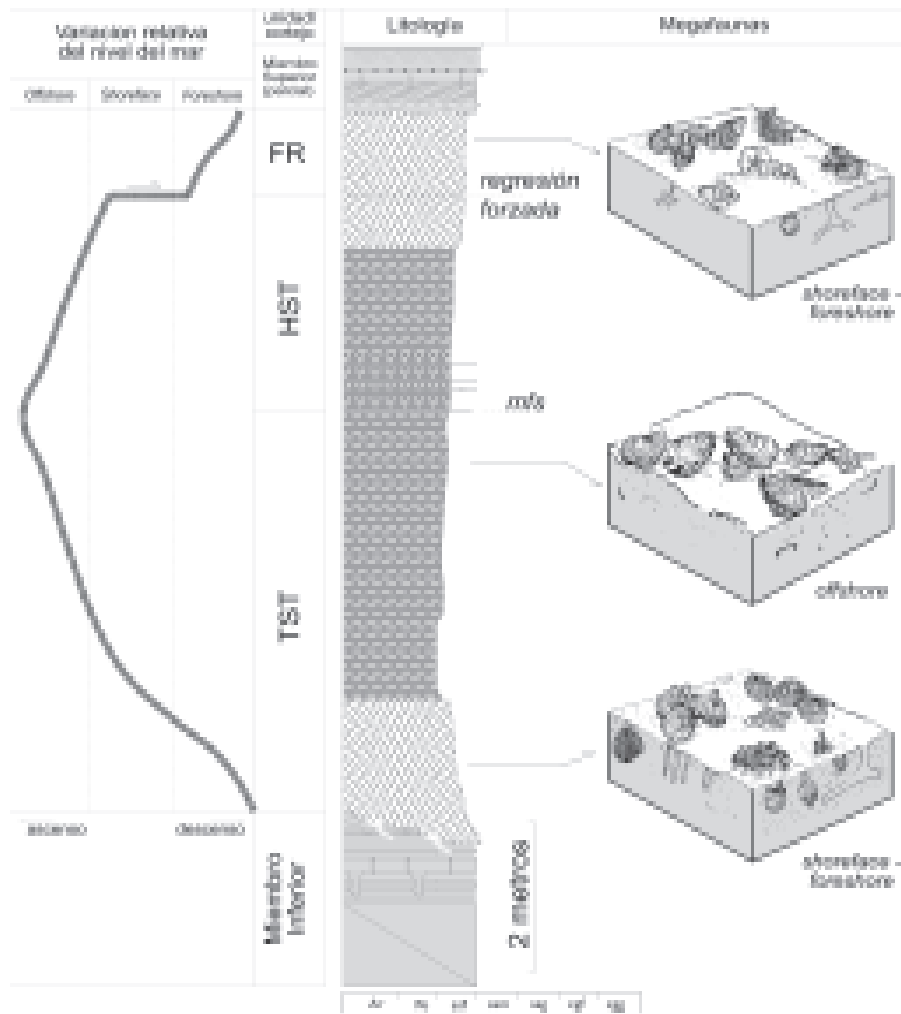


Figura 4.- Esquema ilustrativo de las asociaciones de megafósiles relacionadas a los distintos cortejos sedimentarios, ambiente deposicional y curva de nivel del mar. Sección de Playa Bonita.

pelitas masivas de *offshore*, que representan el tramo superior del cortejo transgresivo. Estas pelitas están moderadamente bioturbadas con trazas de *Chondrites* de la icnofacies de *Cruziana*.

En las pelitas se reconocen parches o bolsones monoespecíficos de *Ostrea patagonica*. Los ostreoides de este nivel son formas muy gruesas y de notable crecimiento (hasta 150 mm de longitud), cuyos ejemplares se encuentran completos, con las dos valvas desarticuladas pero asociadas y con relleno interior. No presentan señales de rodamiento ni truncamiento, siendo probablemente autóctonas. En general, presentan una orientación paralela al plano de estratificación y con la convexidad hacia arriba (Fig. 5b).

Batimétricamente las ostreas actuales viven confinadas a baja profundidad entre la zona intertidal y los 30 m y se desarrollan en aguas levemente salobres en ambientes marinos restringidos. La temperatura de las aguas es por lo general templado-cálida (Stenzel, 1971). Requieren un sustrato firme (rocoso, conchil) en el cual puedan adherirse unas sobre otras, disponiéndose en forma transversal a la circulación de las aguas con el propósito quizás de optimizar los

efectos de la corriente. Condiciones paleoambientales semejantes han sido sugeridas para la mayoría de las especies fósiles del género (Jiménez *et al.*, 1991).

Dadas las condiciones más favorables para la vida de las ostreas, el desarrollo de este nivel sugeriría una baja tasa de sedimentación. Estas concentraciones de valvas de ostreas conforman uno de los sustratos orgánicos más abundantes, que albergan en sus valvas a una gran variedad de productores de trazas bioerosivas endolíticas. Constituyen el sustrato ideal para organismos perforantes como bivalvos, poríferos, anélidos y briozoarios.

En las tres secciones estudiadas (El Espigón, Playa Bonita y La Lobería) la asociación de icnogéneros registrada en las ostreas, donde son predominantes las perforaciones como *Gastrochaenolites*, junto a otras como *Entobia* y *Maeandropolydora* se adjudica a la icnofacies típica de sustratos duros *Entobia* (Bromley y Asgaard, 1993).

Gastrochaenolites se presentan distribuidas en la superficie tanto externa como interna de las ostreas y generalmente donde el espesor de la valva es mayor (Fig. 5b). Algunas presentan relleno sedimentario en

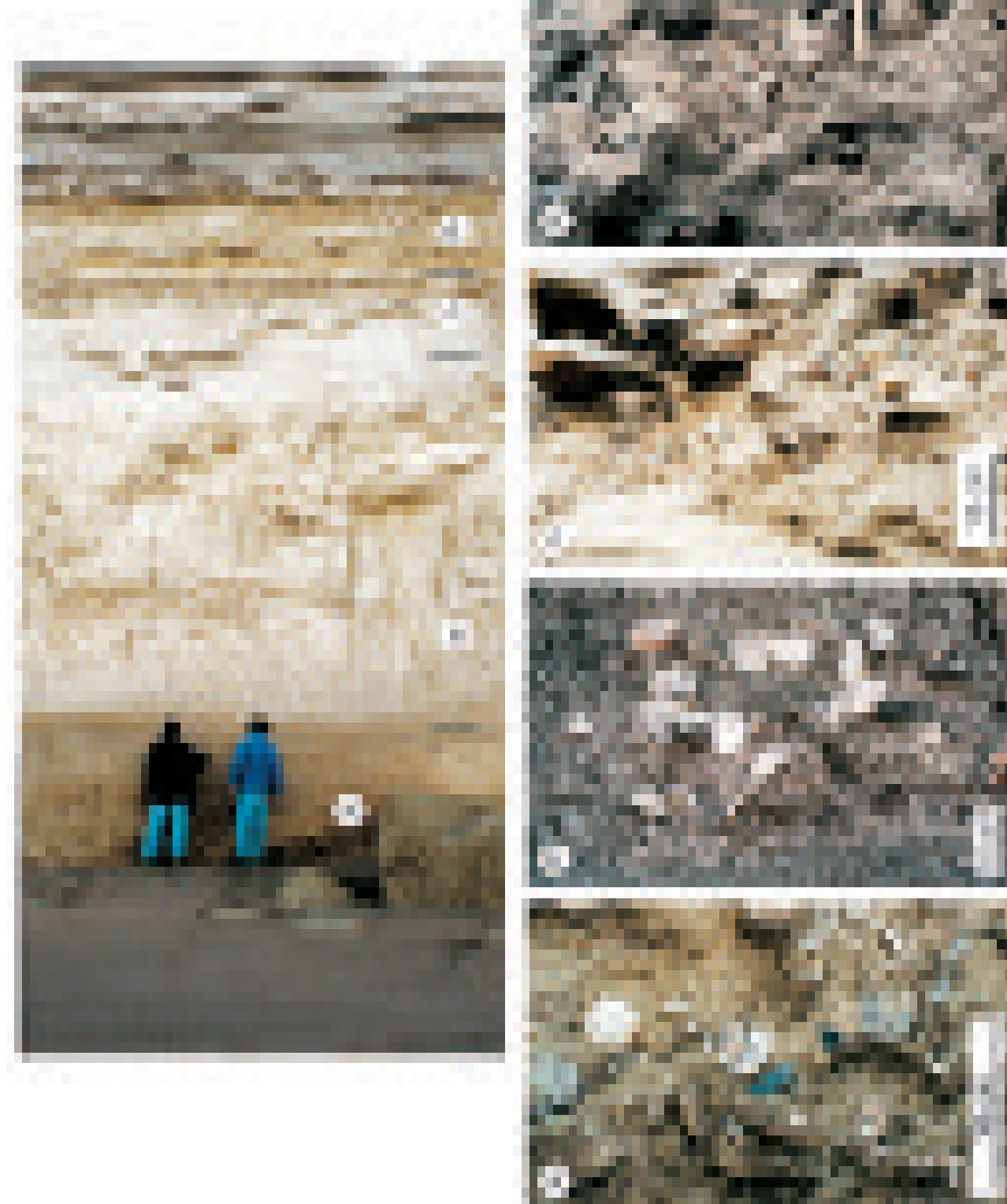


Figura 5.- Sucesión en orden estratigráfico de: **a)** areniscas con pectínidos; **b)** pelitas con ostras; **c)** concentraciones monoespecíficas de ostras; **d)** areniscas con corales, cirripedios y erizos. Sección de Playa Bonita.

forma de moldes internos que reproducen la morfología tridimensional del interior de las perforaciones. *Gastrochaenolites torpedo* es característica de aguas muy someras (Bromley, 1994).

Otras trazas bioerosivas de esponjas, anélidos y briozoos perforantes son atribuidas a los icnogéneros

Entobia, *Maeandropolydora* y *Paravinella* respectivamente (Farinati y Zavala, 2002).

Además, de un modo distintivo, estos ostreoides han sufrido una incipiente alteración diferencial, evidenciada por procesos avanzados de disolución valvar los que se manifiestan por el aspecto *chalky* de

sus valvas que dejan marcas blancas, pulverulentas al contacto con los dedos.

La disolución que presentan las valvas de ostreas de este nivel (junto con la bioerosión) es uno de los atributos tafonómicos más destacados y el proceso que mayor alteración ha causado sobre los bivalvos. Es frecuente que algunas se fracturen o incluso se desintegren debido a la compactación y a posteriores fenómenos diagenéticos. También se observan fenómenos de descorticación umbonal.

En general, desde el punto de vista paleoecológico, las asociaciones de megafósiles del TST representan ecosistemas poco desarrollados con especies oportunistas (parches de ostreas) y una buena representación de organismos epifaunales (pectínidos, gasterópodos, balánidos y serpúlidos).

Asociaciones de megafósiles relacionadas al cortejo de alto nivel (HST)

La superficie de máxima inundación (mfs) (Fig. 4), correspondiente al máximo nivel de la transgresión, marca el inicio del cortejo de alto nivel (HST). Este cortejo se asocia a un ascenso moderado del nivel del mar favoreciendo de este modo el inicio de la retracción costera. Las asociaciones de megafósiles incluyen niveles condensados de ostreas los que se ubican al inicio de la regresión (Figs. 4 y 5c). Dichas acumulaciones podrían corresponder a concentraciones de valvas de tipo hiatal (Kidwell, 1991) que reflejan largos períodos (cientos a miles de años) durante los cuales la sedimentación fue mínima.

El componente principal de estas acumulaciones mono-específicas, de aproximadamente un metro de espesor es *Ostrea patagonica* d'Orbigny. La conservación general es buena, hallándose individuos completos que mantienen ambas valvas totalmente unidas con su interior casi siempre relleno de sedimento, sin microfauna. Las valvas se disponen, mayoritariamente paralelas al plano de estratificación y con la convexidad hacia arriba. Algunos ejemplares presentan las valvas ligeramente desplazadas, con mayor alteración bioestratínómica aunque sin signos de disolución valvar. La falta de signos de disolución en este segundo horizonte de ostreas permite diferenciarlas claramente de las del primero (correspondiente al cortejo transgresivo). Es probable que la disolución en el primer horizonte se relacione con una alteración subsuperficial temprana a partir de ácidos orgánicos, relacionados a la máxima inundación del sistema.

Respecto a la bioerosión, el segundo horizonte (correspondiente al HST) evidencia al igual que el primero un alto grado de actividad bioerosiva, puesta de manifiesto en la superficie tanto externa como interna de las valvas. Son frecuentes las estructuras bioerosivas de organismos perforantes (bivalvos, poríferos y anélidos) referidos a *Gastrochaenolites*,

Entobia y *Maeandropolydora* respectivamente. Este segundo nivel de ostreas, se habría desarrollado en condiciones de mayor turbulencia mecánica, con aguas más oxigenadas respecto al horizonte inferior.

Asociaciones de megafósiles relacionadas a la regresión forzada (FR)

Los intervalos analizados precedentemente, situados en un contexto de ascenso global relativo del nivel del mar (HST), son seguidos por una rápida somerización evidenciada por abruptos pasajes entre facies de *offshore* a *foreshore*. (Figs. 4 y 5d). Esta somerización se relacionaría a una regresión forzada debida a una caída rápida del nivel del mar que culminaría con la desecación total de la cuenca y deposición del miembro superior (eólico) (Zavala y Freije, 2001).

El proceso de somerización en sentido vertical se pone de manifiesto en la dominancia hacia el techo de especies de organismos de menor batimetría.

El nivel de areniscas es portador de:

- Bivalvos: *Ostrea patagonica* d'Orbigny, *Pododesmus papyraceus* (Philippi)
- Equinodermos: *Monophoraster darwini* (Desor)
- Cnidarios: *Oculina singleyi* (Vaughan)
- Cirripedios: *Balanus* sp.
- Anélidos: serpúlidos.

Los erizos monophorastidos (*Monophoraster darwini*) presentan alta fragmentación debido a su fragilidad y a posteriores fenómenos diagenéticos.

En este nivel son comunes los fenómenos de incrustación de serpúlidos y cirripedios sobre sustratos orgánicos. Numerosas valvas de bivalvos (*Ostrea* y *Pododesmus*) y también de erizos monophorastidos han sido incrustados postmortem por cirripedios como *Balanus* sp.

Otro incrustador notable es *Oculina singleyi*, coral anthozoo epibionte sobre la superficie externa de valvas de *Ostrea patagonica*. *Oculina singleyi* presenta cálices profundos, circulares de hasta 3 mm de diámetro, distribuidos irregularmente (Fig. 5d).

Discusión

La acumulación de las valvas muertas puede influenciar directamente la estructura y dinámica de las comunidades bénticas al cambiar las características físicas del fondo del mar (Kidwell y Jablonski, 1983; Kidwell, 1986). Estos procesos de realimentación tafonómica (*taphonomic feedback*) son debidos a la sustitución de un sustrato inicialmente blando por uno duro que posibilita y favorece la vida de organismos epifaunales que desplazan a los infaunales. Se evidencian en la elevada bioturbación con la consecuente destrucción de estructuras sedimentarias primarias por la rápida superposición en los niveles basales de facies progresivamente más profundas en un espesor reducido. El nivel de ostreas del HST es un

claro ejemplo de esto. Estas concentraciones de ostreas deben haberse acumulado en ambientes de sedimentos marinos restringidos evidenciando la secuencia regresiva del proceso.

Los cambios en sentido vertical de profundización-somerización se reflejan en las asociaciones de moluscos por el reemplazo de infaunales que habitan sustratos arenosos blandos por epifaunales de sustratos duros, así como por especies de menor batimetría (corales, balánidos y erizos).

Conclusiones

El ambiente deposicional en el que se acumuló el Miembro Medio de la Formación Río Negro está relacionado con medios marinos someros, afectados por oleaje, los que dieron origen a concentraciones de valvas de mayor o menor entidad y visibles en el campo. Dado que la zona de estudio se encuentra sobre un área cratónica con poca movilidad durante el Terciario, se interpreta que los cambios eustáticos deben haber sido el factor primordial que controló la sedimentación durante la época en que se formaron dichas concentraciones (Zavala y Freije, 2000).

Los depósitos originados en un contexto de ascenso inicial del nivel del mar (TST) se caracterizan por su riqueza en megafósiles de los cuales los más representativos son los moluscos bivalvos (ostreidos y pectínidos).

Procesos de bioerosión e incrustación como los observados nos indican que los organismos han estado expuestos en el fondo marino un tiempo suficientemente largo durante el cual la sedimentación ha sido mínima.

El primer nivel portador de bivalvos ostreidos con abundantes trazas bioerosivas (*Gastrochaenolites*, *Entobia*, *Maeandropolydora*) estaría relacionado con un rápido pasaje entre facies de *foreshore* y *shoreface* bajo registrado durante el desarrollo del cortejo transgresivo. Una característica distintiva para este nivel es la presencia de un alto grado de disolución de las valvas. Por otra parte, el segundo nivel de ostreidos, estaría relacionado a una incipiente somerización asociada al inicio del cortejo de alto nivel.

Los cambios eustáticos relativamente rápidos registrados hacia el techo de la sucesión (FR) muestran una notable incidencia en el contenido faunístico, superponiendo abruptamente asociaciones costeras sobre otras de mayor profundidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dra. M. Quattrocchio y a la Municipalidad de Viedma por el apoyo brindado.

Referencias

Aguirre, M. L. y Farinati, E. A. (2000): Moluscos del Cuaternario marino de la Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 64: 235-333.

- Andreis, R. (1965): Petrografía y paleocorrientes de la Formación Río Negro. *Revista del Museo de La Plata*, 5 (Geología 36): 245-310.
- Angulo, R.J. y Casamiquela, R.M. (1982): Estudio estratigráfico de las unidades aflorantes en los acantilados de la costa norte del golfo de San Matías (Río Negro y Extremo austral de Buenos Aires) entre los meridianos 62°30' y 64°30' W. *Mundo Ameghiniano*, 2:20-73.
- Bromley, R.G. (1994): The paleoecology of bioerosion. En: *The paleobiology of trace fossils* (Donovan, S. K., Ed.). John Wiley & Sons, Chichester, 5, 134-154.
- Bromley, R.G. and Asgaard, U. (1993): Two bioerosion ichnofacies produced by early and late burial associated with sea-level change. *Geologische Rundschau*, 82: 276-280.
- Bromley, R.G. and D'Alessandro, A. (1987): Bioerosion of the Plio-Pleistocene transgression of southern Italy. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 93(3): 379-442.
- De Ferrariis, C.I. (1966): Estudio estratigráfico de la Formación Río Negro de la Provincia de Buenos Aires. Sus relaciones con la región Nordpatagónica. *Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*, 7: 85-165.
- Doering, A. (1882): *Informe oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro*. 3, Geología: 295-530.
- D'Orbigny, A. (1842): *Voyage dans l'Amérique Méridionale*. 3(3): 7-177. París y Estrasburgo.
- Farinati, E.A., Aramayo, S. y Terraza, J. C. (1981): La presencia de un nivel marino en la Formación Río Negro (Plioceno superior) Provincia de Río Negro, Argentina. En: *Anales Segundo Congreso Latinoamericano Paleontología*, 1: 651-665.
- Farinati, E. A. and Zavala, C. (2002): Trace fossils on shelly substrate. An example from the Miocene of Patagonia, Argentina. *Acta Geológica Hispanica*, 37(1): 29-36.
- Feruglio, E. (1950): *Descripción geológica de la Patagonia*. Dirección General Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 2: 1-349.
- Frenquelli, J. (1950): *Rasgos generales de la morfología y de la geología de la Provincia de Buenos Aires*. LEMIT, 2(33): 1-72.
- Isla, F. I. y Rivero D'Andrea, I. (1993): Procesos retrotafonomicos en secuencias de aguas someras. *Pesquisas*, 20(2): 90-95.
- Jiménez, A., Braga, J. and Martín, J.M. (1991): Oyster distribution in the upper Tortonian of the Almanzora Corridor (Almería, S.E. Spain). *Geobios*, 24(6): 725-734.
- Kaaschieter, J. (1965): Geología de la Cuenca del Colorado. En: *Actas Segundas Jornadas Geológicas Argentinas*, 3:251-271.
- Kidwell, S.M. (1986): Taphonomic Feedback in Miocene Assemblages: Testing the role of dead hardparts in benthic communities. *Palaos*, 1: 239-255.
- Kidwell, S.M. (1991): The stratigraphy of shell concentrations. En: *Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record* (Allison, P.A. y Briggs, D.E., Eds.). Plenum Press, New York, 115-209.
- Kidwell, S.M. and Jablonski, D. (1983): Taphonomic feedback: ecological consequences of shell accumulation. En: *Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities* (Tevesz, M. y MacCall, P., Eds.). Plenum Press, New York, 195-248.
- Scasso, R. A., del Río, C., MacArthur, J. y Martínez, S. (1999): Edades ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr para el Entierriense (Mioceno) de Península

- Valdés, Provincia de Chubut, Argentina. En: *XIV Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 73.
- Stenzel, H.B. (1971): Oysters. En: *Treatise on invertebrate paleontology* (Moore R.C., Ed.). N. Mollusca, 6(3): 953-1224, Geological Society of America and Kansas University Press, Tulsa.
- Wichmann, R. (1918): Estudios geológicos e hidrogeológicos en la región comprendida entre la boca del Río Negro, San Antonio y Choel Choel. *Dirección General Minería, Geología e Hidrogeología*, 13(3):1-44.
- Wilckens, O. (1905): Die Meresablagerungen der Kreide und Tertiär Formation in Patagonien. *Neues Jahrb. F. Min. Geol. U Pal.* Beilageband. 21:98-195.
- Witte, I. (1916): *Estudios geológicos de la región de San Blas (partido de Patagones) Provincia de Buenos Aires*. Ministerio Obras Públicas, Dirección Geología y Minas, 1-97.
- Zavala, C. y Freije, H. (2000): Estratigrafía secuencial del Terciario superior marino de Patagonia. Un equivalente de la «crisis del Messiniano»? *Geotemas* 1(2): 217-221.
- Zavala, C. and Freije, H. (2001): On the understanding of aeolian sequence stratigraphy: an example from Miocene-Pliocene deposits in Patagonia, Argentina. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 107(2): 251-264.
- Zinsmeister, W. J., Marshall, L. G., Drake, R. E. and Curtis, G. H. (1981): First Radioisotope (Potassium-Argon) Age of Marine Neogene Rio Negro Beds in Northeastern Patagonia, Argentina. *Science*, 212: 440.

Manuscrito recibido el xx de xxxxxxx de 2005

Aceptado el manuscrito revisado el xx de xxxxxxx de 2005