

Los rizolitos de la Fm. Aguilar (Kimmeridgiense-Berriasiense, Palencia, Burgos y Cantabria): caracterización, génesis y significado

Rizoliths of the Aguilar Fm. (Kimmeridgian-Berriasian, Palencia, Burgos and Cantabria): characterization, genesis and significance

J. M^a Hernández, V. Pujalte y S. Robles

Dpto. de Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco. Apdo. 644. 48.080 Bilbao

ABSTRACT

Four different types of rizoliths have been recognized within the alluvio-lacustrine deposits that made up the Aguilar Fm. On the base of their macroscopic and microscopic features and of the sedimentology of the facies association in which they occurred, a genetic model is proposed for each of them.

Key words: Rizoliths, alluvio-lacustrine sediments, Aguilar Fm., Late Jurassic-Earliest Cretaceous, Basquecantabrian Basin.

Geogaceta, 22 (1997), 93-96
ISSN: 0213683X

Introducción

La Fm. Aguilar, está constituida por una potente sucesión aluvio-lacustre de edad Kimmeridgiense-Berriasiense, y representa el relleno de una cuenca continental originada en la fase inicial de la etapa rift del Jurásico superior-Cretácico inferior (rift noribérico) (Hernández *et al.*, 1995, Pujalte *et al.*, 1996). La sucesión está ampliamente aflorada en el Margen Suroccidental de la Cuenca Vascocantábrica (Fig. 1a), donde es posible reconocer la transición desde facies aluviales hasta lacustres tanto en perfiles verticales como en afloramientos lateralmente continuos. Ello permite realizar una reconstrucción fiable del cinturón de ambientes sedimentarios que coexistieron durante el depósito de la unidad, a saber: aluvial distal, palustre y lacustre poco profundo (Fig. 1b). En los tres citados ambientes se han reconocido rizolitos, que demuestran la actividad de antiguas raíces. Se constata, sin embargo, que en cada ambiente se desarrolló un tipo específico de rizolito (Fig. 1c). El objetivo de esta nota es caracterizar las distintas clases de rizolitos observados y proponer un modelo genético para cada uno de ellos.

Clasificación de los rizolitos

Según Klappa (1980), el término rizolito describe aquella roca cuyos rasgos estructurales, texturales y de fábrica son resultado, total o mayoritariamente de la actividad, o antigua actividad, de raíces de plantas. A lo largo del cinturón de facies aluvial-lacustre somero de

la Fm. Aguilar (Fig. 1c, d), se han reconocido cuatro tipos de rizolitos: dos de ellos, a los que denominaremos rizotúbulos y concreciones rizogénicas (nuevos términos) están asociados a ambientes aluviales; otro (rizocreción), es característico de margenes lacustres / palustres; el último tipo, referido como pseudomicrokarst, está relacionado con facies lacustres someras. Los rasgos distintivos observados, y los procesos genéticos deducidos para cada uno de ellos, se resumen a continuación.

Rizotúbulos: Son formas cilíndricas, de diámetro no superior a 1.5 cm y longitud variable entre 5 y 10 cm, presentan relleno calcarenítico o microconglomerático (Fig. 2a, b). Habitualmente se disponen subverticalmente en horizontes de potencia inferior a medio metro, intercalados entre facies lutíticas rojas.

Su proceso de formación comprendería tres estadios:

1. Instauración de una comunidad de plantas superiores en un lecho fangoso aluvial, cuyas raíces penetran en un sustrato aún no litificado.

2. Desaparición de la vegetación, probablemente por variación de las condiciones ambientales (deseccación), preservándose las cavidades de las raíces en el sustrato ya suficientemente consolidado.

3. Relleno de los huecos dejados por las raíces, por aporte de terrígenos.

La preservación del rizotúbulo está directamente relacionada con el tamaño de grano del sedimento terrígeno: éste debe ser lo suficientemente grueso como para poder dife-

renciarse del sustrato, y lo bastante fino como para rellenar la cavidad sin destruirla.

Un rizotúbulo, por tanto, puede definirse como el relleno del hueco dejado por una raíz, cuya granulometría es diferente a la del sustrato encajante (generalmente más gruesa). Plaziat y Freydet (1982), atribuyen a sus «isotubules» una génesis similar, mientras que Klappa (1980) los define como «root cast». En nuestra opinión, sin embargo, el término rizotúbulo da una idea más exacta tanto del origen (rizo) de esta estructura biosedimentaria, como de su forma (túbulo).

En cualquier caso, los horizontes de rizotúbulos representan breves episodios de colonización vegetal en una orla aluvial, durante los cuales no se produce calcificación alrededor de las raíces bien por la escasa disponibilidad de carbonato en el sustrato, por la no existencia de microorganismos precipitadores y/o por la falta de tiempo necesario para que se produzca la precipitación.

Concreciones rizogénicas: Son nódulos micríticos subesféricos o subcilíndricos, dispuestos verticalmente y formando horizontes de potencia métrica. Aparecen intercalados entre facies lutíticas rojizas, grises o verdosas, presentándose como calcretas pedotubulares («pedotubule calcrete» *sensu* Goudie, 1983), o bien formando parte de secuencias sedimentarias. La sucesión vertical de facies en dichas secuencias es la siguiente: a) margas y lutitas grises; b) nivel de concreciones rizogénicas, gradualmente más denso hacia techo; c) margocalizas y calizas micríticas con el techo brechificado (cantos angulosos de hasta 15 cm), con margas y lutitas grises rellenando los

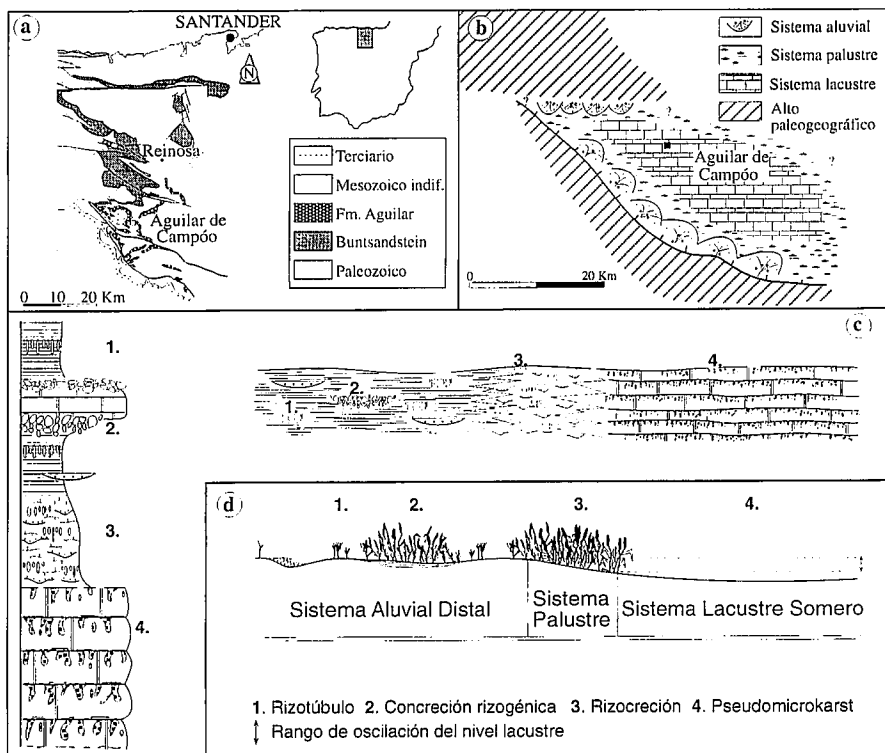


Fig. 1.- a) Contexto geológico y localización de afloramientos de la Fm. Aguilar; b) esquema paleogeográfico simplificado de la Cuenca de Aguilar mostrando sus ambientes sedimentarios; c) relación vertical y lateral de las asociaciones de facies de la Unidad, con situación de los distintos tipos de rizolitos; d) modelo de cinturón de ambientes descrito en este estudio.

Fig. 1.- a) Geological context and location of the Aguilar Fm. outcrops; b) simplified palaeogeography of the Aguilar Basin showing its sedimentary environments; c) vertical and lateral relationship of the facies association of the Unit, with location of the different types of rizoliths; d) model of the environmental belt described in this study.

intersticios entre los clastos. Estas secuencias se atribuyen a la instauración progresiva de un sistema lacustre, cuya última fase podría representar bien un descenso del nivel lacustre (con el consiguiente retrabajamiento subacuático del fondo del lago), bien la llegada de un flujo energético, que removilizara el sustrato lacustre, y posteriormente depositara lutitas y margas.

Se propone aquí el término concreción rizogénica, porque en la literatura no existe una definición específica para esta estructura, empleándose términos ambiguos como nódulo o glaébula, los cuales por sí solos sólo aportan información sobre su morfología y relación con la roca encajante, sin entrar en consideraciones genéticas.

La formación de las concreciones rizogénicas se produce a partir de la precipitación de carbonato, inducida por la actividad de raíces. El mecanismo de precipitación, sin embargo, no es demasiado bien conocido. Klappa (1980) lo atribuye al efecto de ácidos orgánicos y evapotranspiración; Salomons & Mooks (1986) hacen referencia a evaporación/evapotranspiración o «degassing»; Anadón (1984) cita como el principal factor de concentración de carbonato la aspiración

radicular; mientras que Calvet *et al.*, (1975) indica que la calcificación asociada a la muerte y descomposición de raíces, produce micrita. Independientemente de los mecanismos de producción de carbonato, los horizontes de concreciones rizogénicas reflejan episodios de intensa rizoturbación del sustrato. Representan suelos hidromorfos en una llanura de inundación, calcretas freatofíticas (Cohen, 1982), o etapas de intensa colonización vegetal del sustrato durante episodios de fuerte humedificación (charcas).

Rizocreción: Se designa así a morfologías subcilíndricas de diámetro comprendido entre 1 y 4 cm (Fig. 2c) las cuales presentan dos partes bien diferenciadas: un canal axial, que en sección muestra una morfología circular o poligonal rellena por limo, sedimento carbonatado fino o calcita esparfítica; y un túbulo, con microestructura concéntrica, que en detalle muestra envueltas laminares, intercaladas con intervalos de microestructura arborecente o en forma de penacho («brush» o «tuft») (Fig. 2d). Externamente, la pared de la rizocreción suele presentar una textura rugosa granuda, reflejo de la microestructura interna. Asimismo, el túbulo puede presentar una serie de pequeñas grietas radiales rellenas por

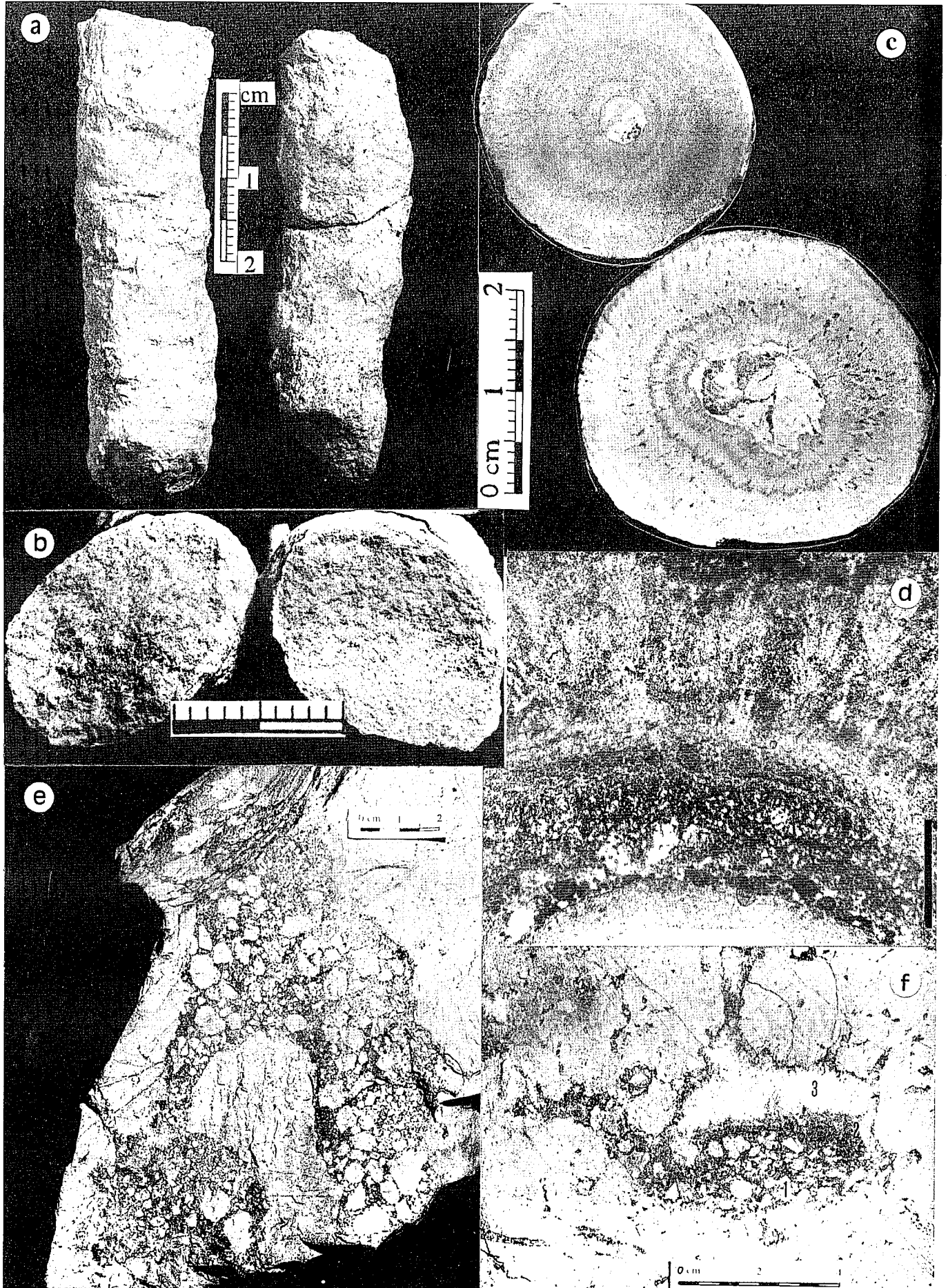
cemento esparfítico (Fig. 2c).

Klappa (1980) emplea el término rizocreción para definir las acumulaciones pedogénicas minerales alrededor de raíces de plantas vivas o muertas. Previamente otros autores habían utilizado este mismo término (i.e. Kindle, 1925; Steinen, 1974; Calvet *et al.*, 1975; Ward, 1975; Esteban, 1976 o Harrison, 1977), pero con significados variados y no siempre coincidentes. Plaziat y Freyret (1982) definen como «cylindrical subcutanic feature» a una estructura similar a nuestras rizocreciones, pero sin hacer referencia alguna a microestructura en el túbulo.

En una rizocreción, el canal axial corresponde a la traza de la raíz verdadera, mientras que el túbulo se ha formado por impregnación calcítica alrededor de la raíz. Varios autores implican actividad de microorganismos como el factor principal del crecimiento del túbulo. Así Johnson (1967), habla de simbiosis de raíces con bacterias, hongos, o algún tipo de algas verdeazuladas; Calvet *et al.*, (1975), indica que la formación de envueltas calcíticas

Fig. 2.- a) Morfología externa de fragmentos de rizotúbulos; b) sección transversal de rizotúbulos mostrando su relleno calcarenítico (escala=1 cm); c) sección transversal de rizocreciones mostrando los canales axiales (rellenos de sedimento y cemento), y la estructura concéntrica del túbulo (nótese el relleno calcítico de las grietas radiales); d) segmento del túbulo de una rizocreción visto al microscopio, mostrando un detalle de la morfología «tuft» algal (barra vertical=1 mm); e) estructura pseudomicrokarst bifurcada en caliza lacustre con relleno brechoide y calcarenítico; f) otro ejemplo de estructura pseudomicrokarst mostrando la secuencia de relleno completa: 1. brecha calcárea intraformacional, 2. calcarenita laminada de grano fino, y 3. cemento calcítico.

Fig. 2.- a) External morphology of rizotubule fragments; b) transversal sections of rizotubules showing their calcarenitic infill (scale=1 cm); c) transversal sections of rizocretions showing their axial channels (infilled by sediment and sparry cement), and the concentric structure of their respective tubules (note sparry cement infilling the radial cracks); d) a tubule segment of a rizocretion under the microscope, showing a detail of the algal tuft morphology (vertical bar=1 mm); e) a bifurcating pseudomicrokarst structure within a lacustrine limestone, infilled by intraformational carbonate breccia and calcarenite; f) another pseudomicrokarst feature showing a complete infilling sequence: 1. intraformational carbonate breccia, 2. fine-grained laminated grainstone, 3. sparry cement.



podiera estar inducida por microorganismo; Kindle (1925), sugiere la presencia de cianobacterias y/u hongos en las raíces, que podrían constituir un factor inicial en el desarrollo de la rizocreción; Klappa (1979) también atribuye un control en la formación de rizocreciones por parte de microorganismos (algas, hongos, actinomicetos). La microestructura «tuft» y «brush» presente en la laminación de las rizocreciones, y algunos oncolitos, de la Fm. Aguilar muestra restos calcificados de filamentos. Riding (1979 y 1983), describe una estructura similar para sus cianolitos: «oncoides construidos por cianofitas calcificadas», caracterizados por preservar las cubiertas algales, generalmente tubiformes, calcificadas, y no requerir de un movimiento regular para su formación. La similitud de esta microestructura con la que presentan nuestras rizocreciones, parece sugerir un origen algal para este tipo concreto de rizolito, por interacción de cianofitas con la raíz.

El proceso deducido para la formación de las rizocreciones de la Fm. Aguilar puede sintetizarse en las cuatro fases siguientes:

1. Formación de un túbulo calcificado en la periferia de la raíz de un vegetal vivo por la interacción de algas cianofíceas.

2. Descomposición y desaparición del tejido vegetal de la raíz tras la muerte de la planta durante periodos de aridez. El túbulo, calcificado, generalmente sufre un proceso de contracción con agrietamiento radial, debido a este proceso de desecación.

3. Relleno total o parcial por sedimento de la cavidad dejada por la raíz (canal axial).

4. Durante la diagénesis, cementación por calcita espática de las grietas radiales del túbulo y el canal axial (si no han sido rellenados previamente).

Pseudomicrokarst: Típicamente se desarrollan en el interior de calizas lacustres, concretamente en el techo de secuencias. Estas secuencias comienzan con un intervalo centimétrico margoso oscuro con numerosos cantos subredondeados negros («black pebbles»), el cual pasa gradualmente a calizas micríticas grises de potencia métrica, con gran número de pequeñas grietas y alta porosidad. El pseudomicrokarst afecta a la mayor parte de la caliza aunque su densidad aumenta en la vertical, alcanzando su máximo desarrollo en el techo de la secuencia.

En detalle el pseudomicrokarst se compone de numerosas cavidades subverticales, cada una de ellas de longitud métrica y anchura no superior a los 10 cm. Pueden ser simples o ramificadas, y sus bordes son netos aunque generalmente irregulares y estrellados (Fig. 2e, f). Presentan un relleno de sedimento carbonatado fino, brechas intraformacionales de clastos micríticos angulosos que proceden de

la roca encajante y rara vez superan el centímetro, y/o cemento calcítico en una o varias fases de relleno. En ocasiones pueden presentar relleno geopetal, mostrando de base a techo la siguiente secuencia: brecha calcárea intraformacional, sedimento carbonatado fino laminado, y cemento calcítico (Fig. 2f).

Plaziat y Freyret (1978, 1982), ligan los niveles de pseudomicrokarst a procesos de desecación de un ambiente lacustre, con colonización por vegetales superiores y, exposición subaérea prolongada. Durante esta etapa de exposición se producen alternancias de periodos lluviosos y secos que determinan el depósito de la brecha intraformacional; el eventual retorno hacia condiciones lacustres conlleva el relleno del sedimento interno en finas laminaciones; por último, si aún existiera porosidad, durante la diagénesis se rellena por esparita en una o varias fases.

Este proceso explica satisfactoriamente la formación de esta estructura biogénica, pero para el caso de los pseudomicrokarsts de la Fm. Aguilar no se descarta otro posible origen: un descenso del nivel lacustre permitiría la instauración y desarrollo de una comunidad vegetal higrófila, con una delgada lámina de agua. En este caso, la brecha intraformacional sería el resultado de la fracturación del sustrato semiconsolidado debido a la penetración de la red radicular, produciéndose el colapso una vez que ésta desaparece. El posterior depósito de sedimento fino se atribuye a la decantación de fango carbonatado durante la fase de nuevo ascenso del nivel lacustre. No existen criterios suficientes para desechar ninguna de las dos hipótesis, por lo que ambas son aceptables por el momento.

En cualquier caso, la presencia de ciclos como los arriba descritos indica claramente la repetitiva oscilación del nivel del lago, favoreciéndose la colonización vegetal en los momentos de fuerte descenso, con o sin exposición del fondo lacustre.

Conclusiones

- La continuidad de afloramientos de la Fm. Aguilar permite una reconstrucción fiable de los ambientes que coexistieron lateralmente durante su depósito. Se reconocen así unos cinturones de facies, que gradan desde asociaciones de facies aluviales hasta lacustres poco profundas. Todas y cada una de dichas asociaciones contiene rizolitos, prueba inequívoca de la actividad de antiguas raíces.

- Se han distinguido cuatro tipos de rizolitos en base a su morfología, microestructura y relleno: rizotúbulos, concreciones rizogénicas, rizocreciones y pseudomicrokarst. Cada uno de estos rizolitos refleja una serie de procesos de formación específicos, controlados estrechamente por el am-

biente sedimentario donde se instauró la comunidad vegetal.

- Los horizontes de rizolitos reflejan cambios en las condiciones del sustrato, bien hacia humedificación (concreciones rizogénicas) bien hacia desecación (pseudomicrokarst, rizotúbulos y rizocreciones). A la vista de la alta frecuencia de aparición de niveles de rizolitos en la Fm. Aguilar, cabe pensar en una repetida oscilación de las condiciones humedad/aridez durante el depósito de esta unidad.

Agradecimientos

Contribución al proyecto de investigación del Gobierno Vasco: PI.95/60

Referencias

- Anadón, P. (1984): *Ciclo Semin. Sedim. IGME, 1*: 93-129
- Calvet, F., Pomar, L y Esteban, M. (1975): *Inst. Invest. Geol. Univ. Barcelona, 30*: 35-60
- Cohen, A. S. (1982): *J. Sedim. Petrol., 52*: 401-414
- Esteban, M. (1976): *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 60*: 2048-2057
- Goudie, A. S. (1983): In: *Chemical Sediments and Geomorphology* (Ed. A.S. Goudie & K. Pye), 93-131. Academic Press, London, New York
- Harrison, R. S. (1977): *Bull. Can. Petrol. Geol., 25*: 123-173
- Hernández, J. M^a, Pujalte, V. y Robles S. (1995): *XIII Congr. Esp. Sedim. Comunicaciones*: 63-64
- Johnson, D. L. (1967): *Miner. Inf. Calif. Div. Mines. Geol., 20*: 151-158
- Kindle, E.M. (1925): *J. Geol., 33*: 744-746
- Klappa, C.F. (1979): *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 63*: 480
- Klappa, C. F. (1980): *J. Geol., 15*: 81-95
- Plaziat, J.C. y Freyret, P. (1978): *C. R. Acad. Sci. Paris, 286*: 1661-1664
- Plaziat, J.C. y Freyret, P. (1982): *Contributions Sedim., 12*: 213 pp. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
- Pujalte, V., Robles, S. y Hernández, J.M^a (1996): *Cuad. Geol. Iber., 21*: 227-251
- Riding, R. (1979): *2. Symp. Inter. Algues Fossiles*, Abstr.
- Riding, R. (1983): en: *Coated Grains*, Springer-Verlag. 665 pp.
- Salomons, W. y Mook, W.G. (1986): *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, 2*: 239-269. Elsevier
- Steinen, R.P. (1974): *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 58*: 1008-1024
- Ward, W.C. (1975): *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 2*: 500-571