

# ACTIVIDAD BIOEROSIVA DE BRIOZOOS CTENOSTOMADOS EN EL ORDOVÍCICO SUPERIOR DE LA ZONA CANTÁBRICA DEL MACIZO HESPÉRICO (CABO VIDRIAS, OVIEDO)

Eduardo MAYORAL

Dpto. de Geología y Minería  
Universidad de Sevilla.

## ABSTRACT

An highly boring activity produced by the oldest Ctenostomate Bryozoans is revealed on the basis of the Upper Ordovician brachiopods research from the Cantabrian Zone of the Hesperian Massif (Asturian Coast, Northern Oviedo).

A new ichnospecies (*Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnosp.) is proposed to characterize the typical boring pattern, unknown for the present in the bibliography.

The morphologic characteristics are described and because of their distinctive features which will evolve intensively during the Paleozoic Era, are noted as a possible origin of ulterior well defined boring systems related which them.

**Keywords:** Bioerosion, *Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnosp, Ctenostomate Bryozoans, Upper Ordovician, Hesperian Massif, Asturian Coast.

## RESUMEN

El estudio de las faunas de braquiópodos del Ordovícico Superior de la zona cantábrica del Macizo Hespérico (Costa de Asturias al NO de Oviedo), ha puesto de manifiesto la existencia de una intensa actividad perforadora atribuida a la acción de Briozoos Ctenostomados que constituyen uno de los registros estratigráficos más antiguos de este Orden. Se propone la adopción de una nueva icnoespecie: *Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnoesp. para referirse a los modelos de perforación exhibidos, que son diferentes de los hasta ahora reseñados en la bibliografía.

Se describen todas las características morfológicas que los definen y se apunta la posibilidad de que sean el origen a partir del cual se desarrollen otros modelos mejor conocidos, merced a que presentan una serie de rasgos que luego evolucionarán de forma más acusada durante el Paleozoico.

**Palabras clave:** Bioerosión, *Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnoesp., Briozoos Ctenostomados, Ordovícico Superior, Macizo Hespérico, Litoral de Asturias.

## INTRODUCCIÓN

Los estudios de bioerosión relacionados con la actividad de los Briozoos no son excesivamente frecuentes en la literatura científica, si bien son conocidos desde finales del siglo pasado. El tratamiento que han recibido la mayoría de ellos ha sido desde el punto de vista meramente taxonómico, utilizando para este fin las perforaciones producidas sin conceder a éstas su valor de huellas fósiles.

Con el presente trabajo se pretende reafirmar esta última consideración, como un ejemplo más de la aplicación de las ideas propuestas por el autor en una comunicación anterior (Mayoral, 1988). Gracias a esto se simplifican y evitan las confusiones que aparecen al consultar la bibliografía específica, por lo general poco documentada y dispersa.

## MATERIAL ESTUDIADO

Los materiales que han servido de base para establecer el estudio icnológico de las perforacio-

nes han sido los braquiópodos de las familias Plecorthidae y Oepikinidae hallados en la serie vulcanosedimentaria (Fm. El Castro, Radig, 1962) del Cabo Vidrias, en el litoral asturiano al NO de Avilés en la provincia de Oviedo (Fig. 1) y que fueron estudiados por Villas *et al.* (1989).

La Fm. El Castro ha sido estudiada por Julivert y Truyols (1972) y Truyols y Julivert (1976). Consta de una serie vulcano-detritica de 400-500 m. de espesor, cuya base se sitúa según Gutiérrez Marco (1986) por debajo del límite Ordovícico Medio-Superior, mientras que el techo podría corresponder ya al Silúrico basal.

Los braquiópodos estudiados se encuentran en un delgado horizonte situado aproximadamente en la parte alta de la mitad inferior de la serie, que según Villas *et al.* (1989) pertenece ya al Ashgill. En la parte baja de este tramo inferior en el afloramiento del Cabo Peñas, se localiza otro horizonte fosilífero de edad Ordovícico Medio (Llandeilo), que contiene igualmente braquiópodos en litofacies semejantes, aunque sin evidencias hasta el momento de bioerosión.

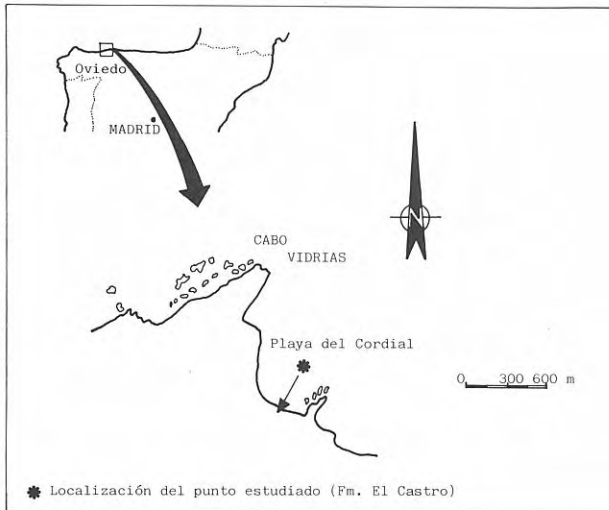


Figura 1. Situación geográfica del área estudiada.

## ICNOLOGÍA SISTEMÁTICA

ICNOgénero *Pinaceocladichnus* Mayoral, 1988

**ICNOespecie tipo:** *Pinaceocladichnus onubensis* Mayoral, 1988.

**Diagnosis:** Modelo de perforación formado por un sistema muy regular de túneles finos, suavemente arqueados que se bifurcan de forma verticelada en sentidos opuestos. Esta disposición del sistema recuerda a las hojas de los pinos o abetos, aspecto del cual toma el nombre.

*Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnoesp

Figs. 2 a 11, Lám. I, figs. 1-6; Lám. II, figs. 1-5

- 1879 *Ropalonaria venosa* Ulrich, Pl. 1, figs. 1-7; Text-fig. 1A, 6C1.  
 1974 *Immergentia devonica* Richards, Pl. 1, figs. 1-6; Text-fig. 1.  
 1978 *Ropalonaria? arachne* (Fischer, 1866); Pohowsky, 52-55, Pl. 2, Pl. 3, figs. 1-6.  
 1978 *Orbignyopora archiaci* (Fischer, 1866); Pohowsky, 59-61, Pl. 5, figs. 1-5.  
 1978 *Orbignyopora? capillaris* (Dollfus, 1877); Pohowsky, 61-64, Pl. 4.  
 1978 *Orbignyopora? tridelta*, Pohowsky, Pl. 5, fig. 6, Text-fig. 6 B-3.  
 1978 *Orbignyopora? cornbrashica* Pohowsky, Pl. 5, fig. 7.  
 1987 *Orbignyopora* Vogel, Abb. 10, 11.  
 1987 *Orbignyopora devonica* (Richards, 1974); Vogel *et al.*, Fig. 3 A-C.

**Origen del nombre:** De bulbo, debido al aspecto general que presentan la mayoría de las cavidades principales que componen el sistema de perforación.

**Localidad tipo:** En la cornisa cantábrica, concretamente en la costa asturiana del Cabo Vidrias, situado al NO de la población de Avilés (Oviedo).

**Estrato tipo:** Fm. *El Castro*, Ordovícico Superior (Ashgill).

## Material

Abundante. Se encuentran como moldes internos en las valvas de los braquiópodos pertenecientes a las familias Plectorthidae (*Mcewanella vulcanica* Villas) y Oekipinidae (*Hesperinia asturica* Villas).

Holotipo: MPZ-4522 (Lám. I; fig. 1).

Paratipos: MPZ-4527, MPZ-4538 (En *Hesperinia asturica*), MPZ-4500, MPZ-4505, MPZ-4508, MPZ-4509, MPZ-4512, MPZ-4517, (En *Mcewanella vulcanica*) y MPZ-4518, MPZ-4519, MPZ-4520, MPZ-4521, MPZ-4523, MPZ-4524, MPZ-4525, MPZ-4526, MPZ-4528 (En *Hesperinia asturica*).

(Nota: Se ha respetado el siglado utilizado por Villas *et al.* (1989) en el estudio sistemático de los braquiópodos mencionados, introduciendo tan sólo un nuevo número de orden: MPZ-4538).

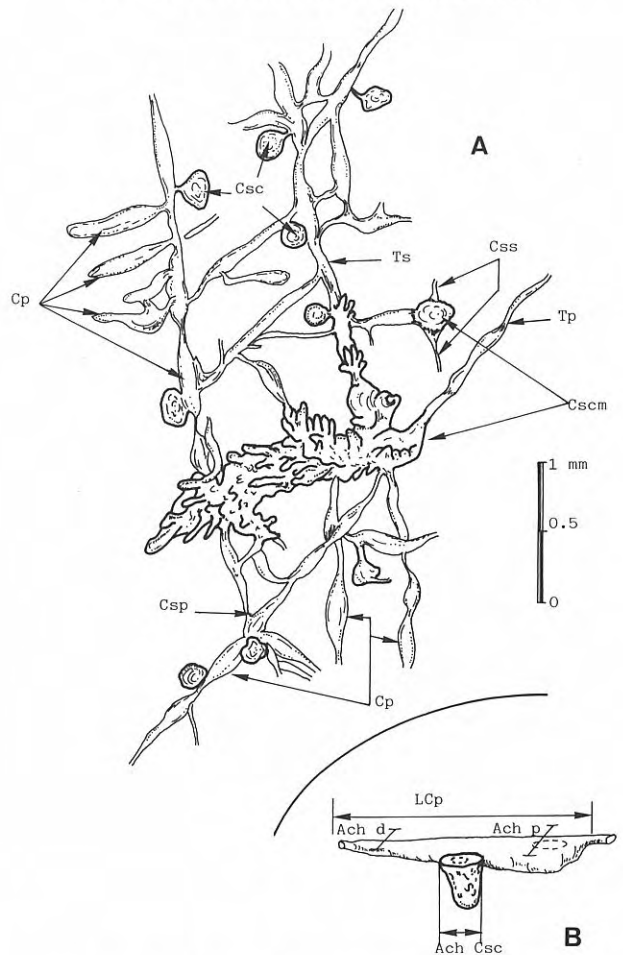


Figura 2. Aspecto general de un sector de *Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnoesp.: a) Sistema con cavidades secundarias simples y altamente modificadas en tipo *Ubres de vaca*. b) Parámetros dimensionales considerados para las cavidades primarias y cavidades secundarias.

Cp: Cavidad principal; Csc: Cavidad secundaria; Cscm: Cavidad secundaria modificada; Lcp: Longitud cavidad principal; Ach p: Anchura proximal; Ach d: Anchura distal; Ach Csc: Anchura cavidad secundaria; Csp: Conducto subordinado principal; Cscs: Conducto subordinado secundario; Tp: Túnel primario; Ts: Túnel secundario;  $\beta_1$ : Angulo de bifurcación primario;  $\beta_2$ : Angulo de bifurcación secundario.

Los ejemplares estudiados se encuentran depositados en el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza.

**Diagnosis**

*Pinaceocladichnus* que presentan modelos superficiales de trazado normalmente denso, aunque guardan una regularidad de bifurcación perfectamente definida y diferenciable. La característica esencial de esta icnoespecie es el aspecto fusiforme y toscamente bulboso de las cavidades principales que componen la arquitectura interna del sistema.

**Descripción**

La terminología utilizada para referirse a las distintas partes del sistema es la propuesta por Mayoral (1988) en la descripción morfológica de las perforaciones atribuidas

a la acción de briozoos. De cualquier forma un esquema de la nomenclatura empleada en este trabajo se resume en el gráfico de la Fig. 2a y 2b.

El modelo de perforación consiste en un entramado regular formado por un conjunto de túneles de diverso orden (primarios, secundarios, terciarios, etc.) íntimamente conectados a una serie de cavidades principales que se disponen en la misma dirección que ellos a modo de zonas de ensanche y que discurren justo por debajo de la superficie original de la primitiva concha ahora disuelta (recordemos que todo son moldes internos naturales).

El modelo de bifurcación de los túneles se realiza siguiendo unas pautas generalizadas que consisten en una primera fase, en una separación en forma de Y (ángulos de 55°), en una segunda fase casi ortogonal (81°), (Lám. II, figura 4) pudiendo en fases sucesivas separarse indistintamente en uno u otro modo (Fig. 3; Lám. I, figura 1).

Las cavidades principales que se sitúan a intervalos regulares en la dirección de avance de los túneles, se hallan en conexión directa con éstos y presentan en líneas generales un aspecto irregularmente fusiforme de trazado más o menos rectilíneo (Figs. 2 a 7; Láms. I-II).

Estas cavidades tienen normalmente una zona más ancha que otra (zona proximal) que también es al mismo tiempo más profunda (mayor altura).

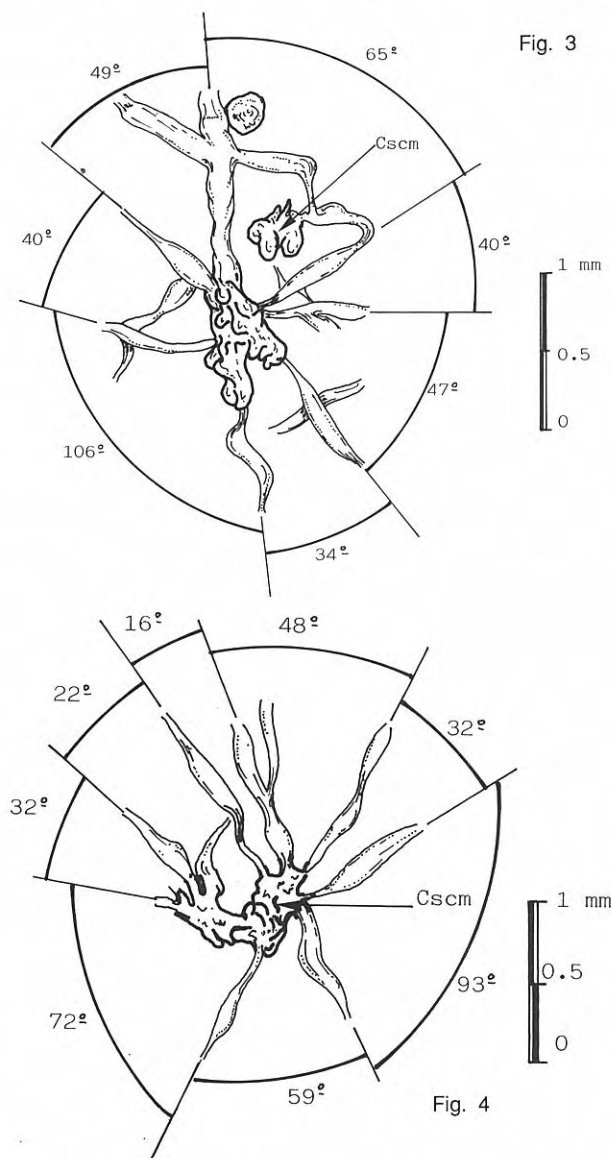
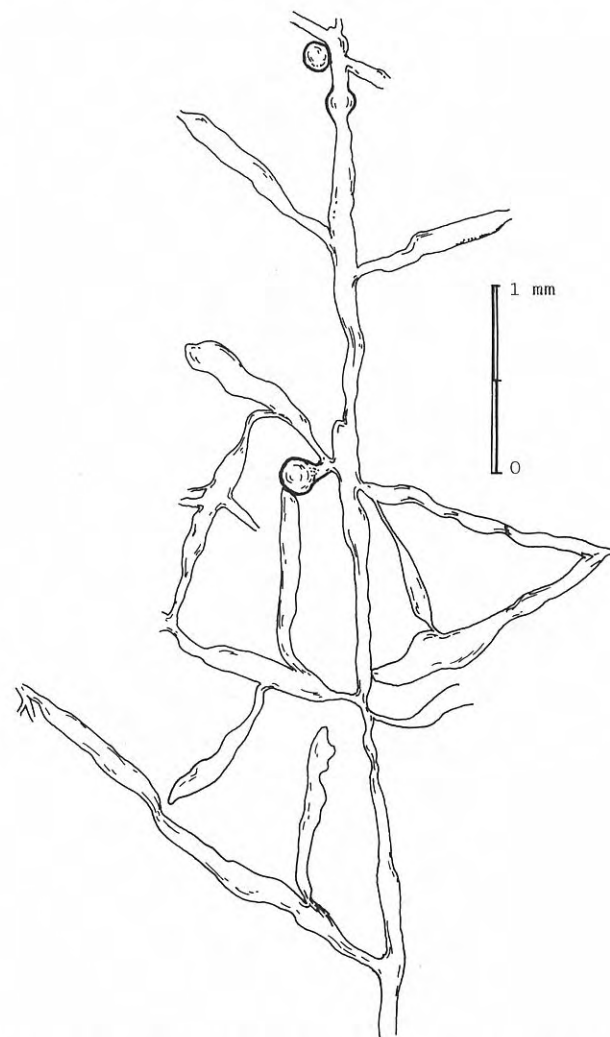


Fig. 3

Fig. 4



**Figura 5.** *Pinaceocladichnus bulbosus* en modelo de **baja densidad** con desarrollo de cavidades principales de tipo fusiforme y alargado con escasas cavidades secundarias.

**Figuras 3 y 4.** Centros de irradiación de cavidades principales a partir de cavidades secundarias modificadas con expresión de los ángulos de separación.

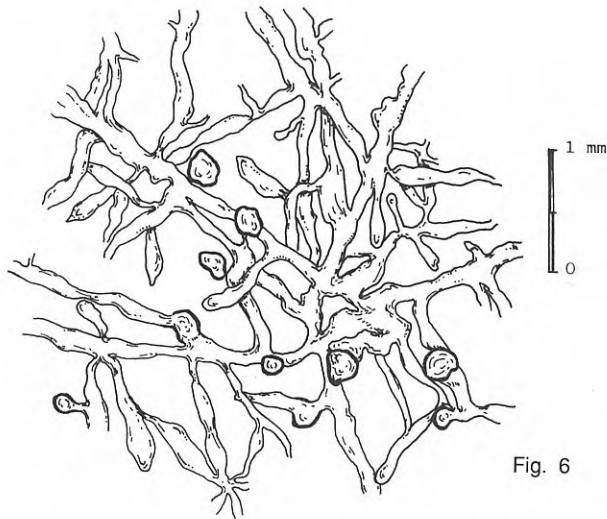


Fig. 6

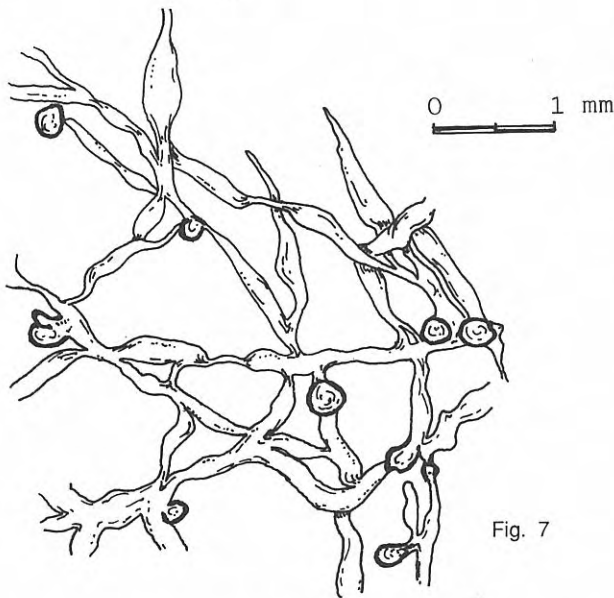


Fig. 7

**Figuras 6 y 7.** *Pinaceocladichnus bulbosus* en modelo de **alta densidad**. Obsérvese los escasos intervalos de separación entre las cavidades principales y secundarias y el alto número de éstas últimas.

Este hecho, unido al contorno toscamente sinuoso de las mismas les confiere una morfología bulbosa o globosa, de la cual recibe el nombre la icnoespecie.

Los túneles de orden jerárquico menor (secundarios, terciarios,...) parten de la zona proximal de las cavidades,

aproximadamente a un tercio de su longitud total y lo hacen a uno y otro lado de dichas cavidades; ya sea a partir de un mismo punto (división verticelada) o de puntos muy próximos entre sí (uno más retrasado en relación al otro).

En los puntos de bifurcación no siempre se produce una doble separación, ya que a veces sólo se individualiza una de las ramas, que por lo general no da lugar al desarrollo de un sistema completo de túneles y cavidades, sino que se concreta en una cavidad principal conectada al túnel nodriza por un conducto subordinado secundario de corta longitud. Estos conductos, que suelen servir de nexo de unión entre cavidades y túneles, pueden no realizar tal función. En este caso salen desde cualquier zona de la cavidad principal (en número de 2 a 6) y desembocan en puntos ciegos, ligados directamente a la superficie inicial de la concha (Lám. II, fig. 4).

Otras de las características identificativas del sistema interno de perforación es la existencia de cavidades secundarias, a modo de bolsas o sacos, de aspecto totalmente bulboso, que refuerza aún más la impresión general antes comentada. Estas cavidades a diferencia de las anteriores no suelen disponerse paralelas a la dirección de los túneles, sino que lo hacen de forma perpendicular a los mismos. Su posición en relación a ellos no ocupa un lugar preferente, ya que pueden aparecer intercalados en su trayectoria, como una modificación de las cavidades principales (Lám. I, figs. 3-4) o bien situarse al lado de estas últimas en íntima conexión mediante un conducto subordinado secundario extremadamente corto o sin él (Lám. I, figs. 3, 4 y 5; Lám. II, figs. 2 y 4).

Cuando la presencia de estas cavidades secundarias es muy notable, la densidad del entramado es extraordinariamente alta y el modelo general se complica enormemente, siendo muy frecuente incluso, el solapamiento y/o entrecruzamiento de distintas trayectorias de túneles (Lám. I, figs. 3-4; Lám. II, fig. 2).

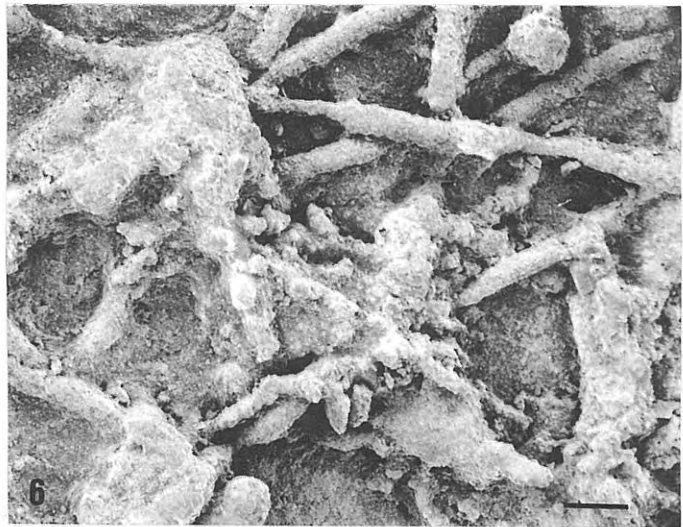
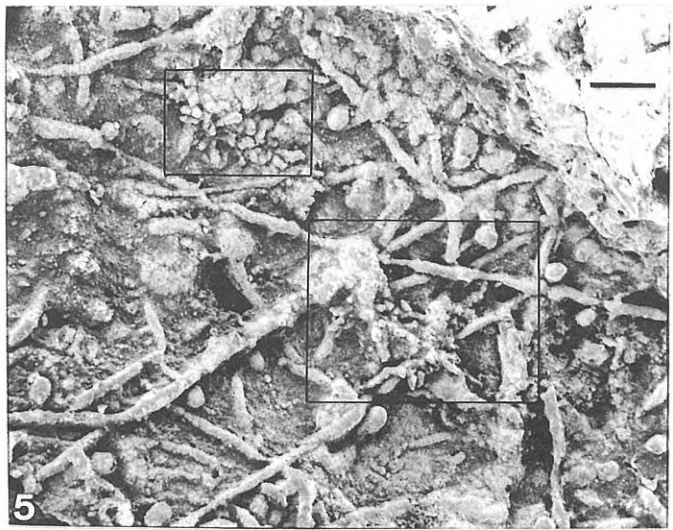
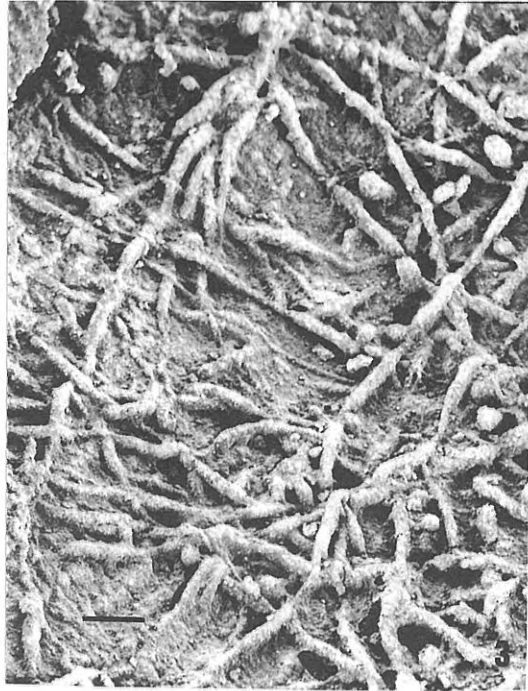
En estos casos es posible encontrar un tipo especial de cavidad secundaria altamente modificada, que presenta el aspecto de una gran bolsa de contorno irregular. En su superficie se encuentra otra serie de pequeñas bolsadas de las que pueden irradiar en distintos sentidos (Figs. 2 y 4) nuevas y pequeñas cavidades cilindroides o bolsitas, de tal modo que el conjunto general se asemeja en gran medida a las ubres de una vaca (Lám. I, figs. 5-6 y Lám. II, fig. 1).

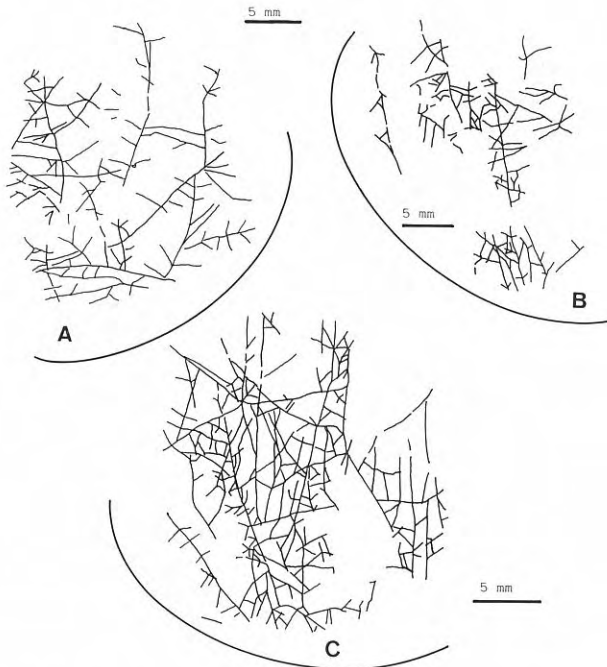
Hasta la fecha y dado el carácter de fosilización de los ejemplares (moldes internos naturales), no se ha podido determinar la existencia o no, de aberturas que pudieran estar ligadas a los diferentes tipos de cavidades. Por la forma irregular de éstas y por la presencia de zonas locales más anchas y profundas (zonas proximales) es bastante factible suponer que las aberturas, de existir, se localizaran en la parte superior de esas zonas. Tampoco es descartable la existencia de más de una abertura, que pudiera situarse en el extremo opuesto (zona distal).

#### Lámina I

1. Holotipo de *Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnosp. en *Hesperinia astuturica* Villas (MPZ-4522). Molde interno de la valva pedicular. Escala de la barra: 5 mm.
2. Paratipo de *Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnosp. en *Hesperinia asturica* Villas (MPZ-4520). Molde interno de la valva pedicular. Escala de la barra: 5 mm.
3. Vista general de un sistema de *Pinaceocladichnus bulbosus*. Modelo de **alta densidad**. Escala de la barra: 500  $\mu$ .

4. Idem a la figura 3. Obsérvese cómo el sistema de cavidades principales queda enmascarado por el desarrollo notable de cavidades secundarias. Escala de la barra: 500  $\mu$ .
5. Vista general de un sistema de *Pinaceocladichnus bulbosus* con desarrollo de cavidades secundarias simples y altamente modificadas en tipo **ubres de vaca** (recuadros en parte superior izquierda y centro-derecha) conectadas a la red normal de cavidades principales. Escala de la barra: 500  $\mu$ .
6. Detalle del recuadro centro-derecha de la figura anterior. Escala de la barra: 200  $\mu$ .





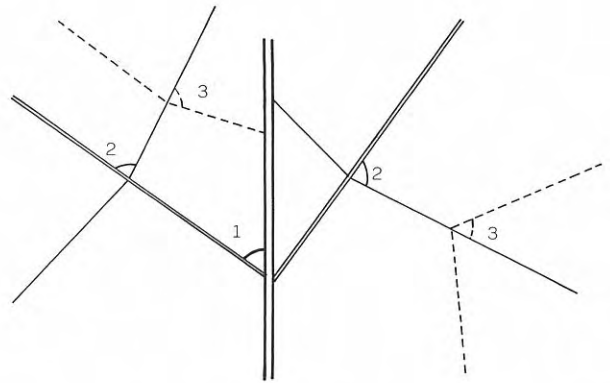
**Figura 8.** a, b y c: Modelos de perforación en superficie de *Pinaceocladichnus bulbosus* con situación aproximada de las aberturas correspondientes a las cavidades principales y secundarias (líneas de trazos).

#### Medidas (Valores promedio)

- Longitud cavidad principal (LCp): 623  $\mu$ -861  $\mu$ .
- Anchura cavidad principal:
  - \* Anchura zona proximal (Ach. p): 111  $\mu$ .
  - \* Anchura zona distal (Ach. d): 80  $\mu$ .
- Anchura cavidad secundaria (Ach. Csc): 142  $\mu$ .
- Longitud cavidad secundaria modificada (LCscm): 433  $\mu$ -1.9 mm.
- Anchura cavidad secundaria modificada (ACscm): 230  $\mu$ -700  $\mu$ .
- Distancia entre cavidades principales (Dta/Cp):
  - \* En modelos *densos*: 216  $\mu$ .
  - \* En modelos *espaciados*: 306  $\mu$ .
- Diámetro túnel principal (DTp): 53  $\mu$ .
- Diámetro túnel secundario (DTs): 30  $\mu$ .
- Diámetro conducto subordinado principal (DCsp): 29  $\mu$ .

#### Lámina II

1. Detalle de un centro de irradiación de cavidades principales en el sentido de avance impuesto por el túnel primario de la colonia, a partir de una cavidad secundaria modificada.
2. Detalle de dos generaciones sobrepuestas de *Pinaceocladichnus bulbosus* en un modelo de **alta densidad**. La primera generación (a) presenta las cavidades principales y secundarias de menor tamaño que la segunda (b). Escala de la barra: 100  $\mu$ .



**Figura 9.** Angulos de bifurcación de los túneles primarios, secundarios y terciarios. 1 y 3 son agudos, 2 casi rectos.

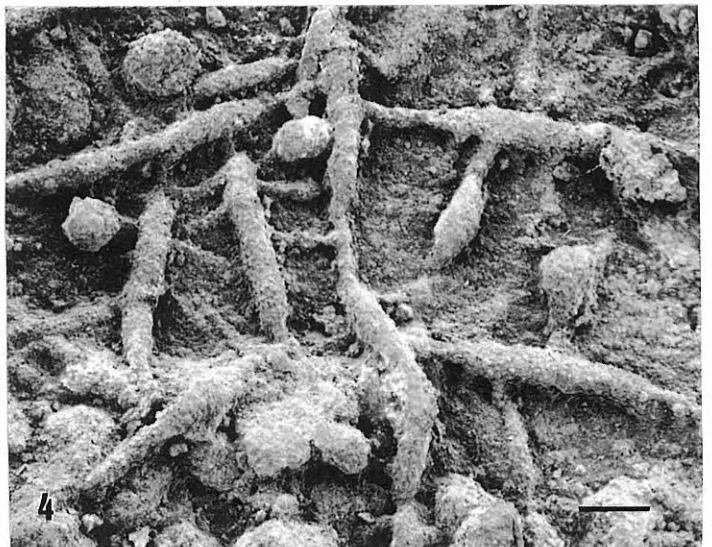
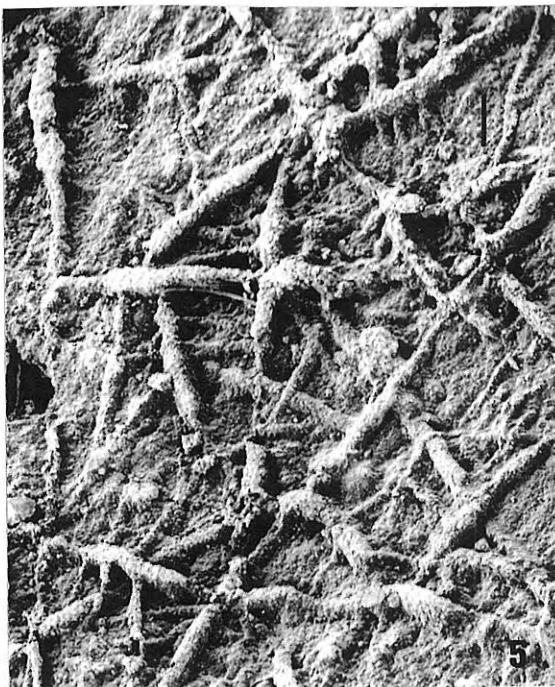
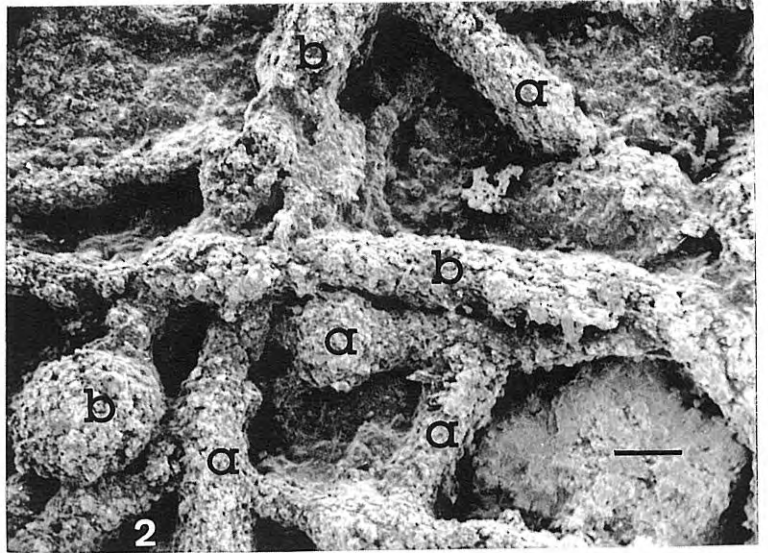
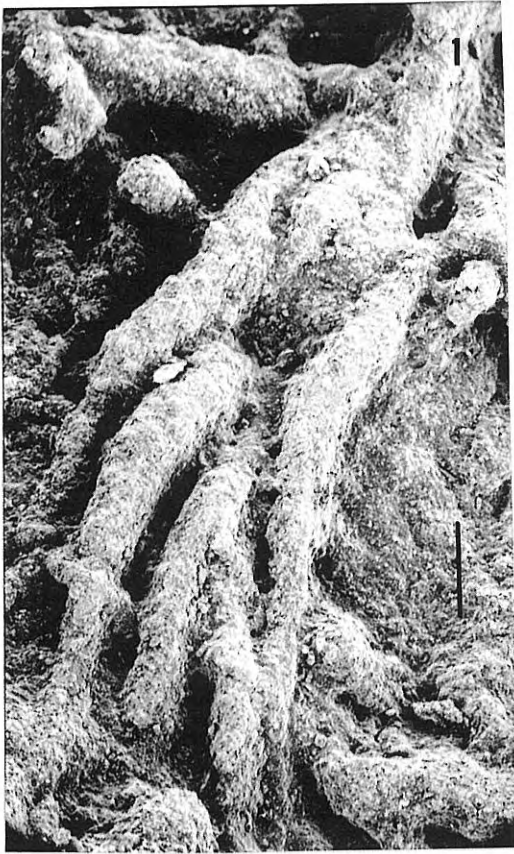
- Diámetro conducto subordinado secundario (DCss): 10  $\mu$ -15  $\mu$ .
- Angulos de bifurcación:
  - \* Entre túneles primarios-secundarios:  $\beta_1$ : 55°.
  - \* Entre túneles secundarios-terciarios:  $\beta_2$ : 81°.
  - \* Entre túneles terciarios-cuaternarios:  $\beta_3$ : 55° o 81°.
- Angulos de irradiación desde las cavidades secundarias modificadas ( $\alpha$ ):
  - \*  $\alpha$  mínimo: 16°.
  - \*  $\alpha$  máximo: 106°.
  - \*  $\alpha$  promedio: 54°.

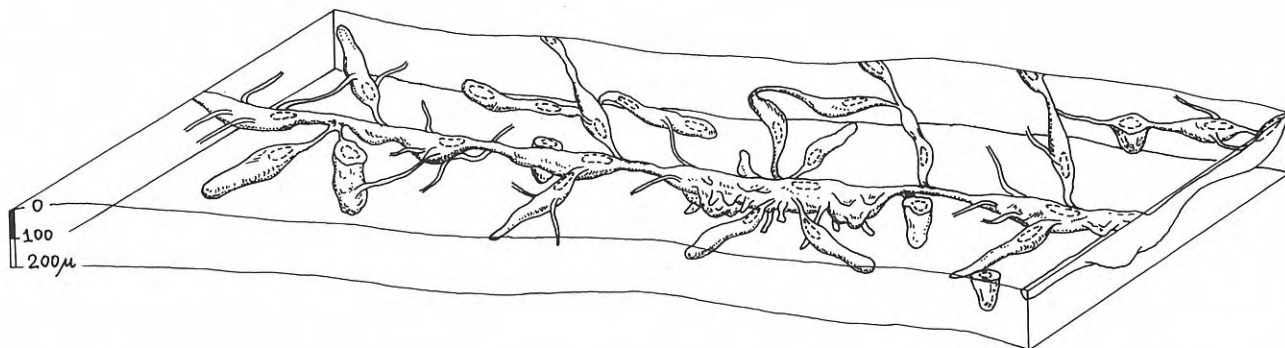
#### Discusión

El sistema de cavidades y túneles reconocido como *Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnoesp. se asemeja en gran medida a los producidos por el briozoo ctenostomado *Orbignyopora* propuesto por Pohowsky (1978). Sin embargo, semejantes tipos de perforación ya habían sido descritos con anterioridad por Richards (1974) para el Devónico de Nueva York (Grupo Hamilton), aunque los incluyó dentro del género *Immergentia* Silén. Pohowsky en la propuesta del género *Orbignyopora* no tuvo en cuenta esta posible sinonimia, debido al hecho de que *Immergentia* era considerado por él como un sistema construido por zooides verticalizados en el sustrato y no distribuidos de forma mayoritariamente horizontal como era la de su nueva propuesta.

Recientemente Vogel (1987) y Vogel *et al.* (1987),

- 3 y 5. Vista general de un sistema de *Pinaceocladichnus bulbosus* en modelo de **baja densidad**. Escala de la barra: 200  $\mu$ .
4. Vista de detalle de *Pinaceocladichnus bulbosus* en modelo de **baja densidad**. Obsérvese la existencia de un eje de avance secundario (centro) del que parten en ángulos de bifurcación también secundarios ( $\approx 80^\circ$ ) otros de rango y desarrollo menor. Asociados a ellos se encuentran cavidades principales fu siformes a elongadas, que se conexionan entre sí o con cavidades secundarias, mediante conductos subordinados primarios o secundarios. Escala de la barra: 200  $\mu$ .





**Figura 10.** Reconstrucción de un sistema de *Pinaceocladichnus bulbosus* con situación aproximada de las aberturas correspondientes a las cavidades principales y secundarias (líneas de trazos).

han reconsiderado la descripción original de Richards (1974), pero utilizando la terminología y las ideas de Pohowsky (1978), proponiendo el término *Orbignyopora devonica* (Richards) para referirse a las perforaciones de este briozoo, localizadas en el Devónico Medio del estado de Nueva York.

Sin embargo, a pesar de reconocer su carácter técnico de **icnofósil**, lo identifican como un taxón biológico normal, aduciendo que la información obtenida a partir de las perforaciones lo permite considerar perfectamente como tal. A este respecto nuestra opinión ya ha sido expresada (Mayoral, 1988), por lo que seguiremos empleando la nomenclatura en sentido icnogénico.

En líneas generales, se puede decir que *Orbignyopora devonica* (Richards) coincide en gran modo con el modelo presentado por *Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnoesp. Las autozoecias de Vogel *et al.* (1987) o cavidades principales (según terminología de este trabajo), son de forma globosa y están insertadas paralelamente bajo un fino estolón o túnel de diverso orden (según las terminologías empleadas).

También presentan estolones o túneles secundarios que parten con ángulos de bifurcación semejantes, aproximadamente a la mitad de la longitud del autozooide o cavidad principal. Están conectados a la superficie por numerosas papilas (túbulos accesorios) o conductos subordinados secundarios. Del mismo modo, presentan sacos heterozooidales o cavidades secundarias, conectadas igualmente por conductos subordinados secundarios.

Las diferencias más notables radican en la longitud de las cavidades principales (260  $\mu$  en *Orbignyopora devonica* frente a las 623-861  $\mu$  de *Pinaceocladichnus bulbosus*) y en su anchura (54-80  $\mu$  para la primera frente a las 80-111  $\mu$  del segundo); así como en el diámetro del túnel principal que es de 10  $\mu$  frente a 53  $\mu$ , en la ausencia de cavidades secundarias modificadas y en la mayor escasez de cavidades secundarias. Estas son muy numerosas en *Pinaceocladichnus bulbosus*, pudiendo llegar a ocupar una relativa gran extensión areal.

El espaciado entre cavidades principales es también mucho mayor en *Orbignyopora devonica*, que presenta en general, modelos poco densos y menos complejos. Por lo demás, el resto de las medidas son asombrosamente parecidas. Así, coinciden la anchura de las cavidades secundarias: 110-200  $\mu$  en

*Orbignyopora devonica* frente a 142  $\mu$  en *Pinaceocladichnus bulbosus* y el diámetro de los conductos subordinados secundarios: 5-10  $\mu$  frente a 10-15  $\mu$ .

El hecho de que *Orbignyopora devonica* sea una especie paleozoica (Devónico Medio), refuerza también dentro de lo que cabe, las líneas de semejanza o parentesco, ya que como se expone a continuación son muy pocos los registros que se encuentran pertenecientes a esta Era.

De todas las especies estudiadas por Pohowsky (1978), tan sólo *Orbignyopora? capillaris* (Dollfus) es atribuida con dudas dentro del Paleozoico Inferior (Silúrico Medio?), ya que el resto pertenecen a hallazgos más modernos: *Orbignyopora cornbrashica* Pohowsky, Jurásico Medio; *Orbignyopora archiaci* (Fischer), Cretácico Superior? y *Orbignyopora? tridelta* Pohowsky, Plioceno Inferior.

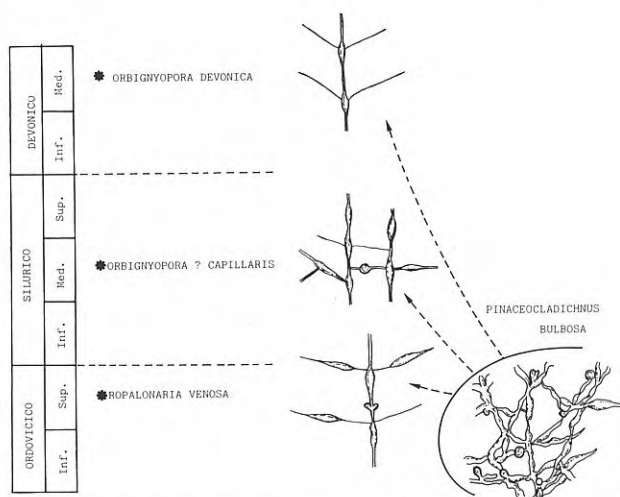
*Orbignyopora? capillaris* exhibe un modelo de perforación muy parecido al que aquí se estudia, donde coincide la forma y disposición de las cavidades principales, el punto y modo de bifurcación de los túneles y la presencia frecuente de cavidades secundarias modificadas (sacos zooidales o heterozooides según Pohowsky, 1978).

Las principales diferencias radican en la menor longitud de las cavidades principales que es de 340-470  $\mu$ , frente a las 623-861  $\mu$  de *Pinaceocladichnus bulbosus* y en el menor grado de densidad de éstas. Así, se disponen a intervalos regulares cuya distancia es prácticamente equivalente a la longitud de las cavidades, mientras que en las nuestras esta distancia es la mitad o menos de la longitud total de las mismas.

Aunque existe un hecho común, como es la presencia de cavidades secundarias (sacos zooidales), éstas suelen ser menos numerosas en los ejemplares de Pohowsky, con la diferencia de que en ellos nunca llegan a aparecer grupos complejos de cavidades secundarias modificadas del tipo *ubres de vaca*. Dado el carácter de íntima asociación con las primeras, deben de interpretarse como *bolsas* o *sacos* adaptados probablemente a finalidades probablemente reproductoras de la colonia o inclusive considerarse como un tipo de ancétrula primitiva subterránea, a partir de la cual irradiará la futura colonia. Este hecho podría explicar la ausencia de la ancétrula en los ejemplares estudiados por el primer autor.

En otro orden de comparaciones, *Pinaceocla-*





**Figura 11.** Posición estratigráfica de *Pinaceocladichnus bulbosus* y posibles relaciones de parentesco con los briozoos ctenostomados más antiguos.

*dichnus bulbosus* guarda también ciertas semejanzas con las perforaciones atribuidas a *Orbignyopora archiaci*. Este construye un sistema de cavidades principales relativamente largas: 1-1,6 mm, con túneles que salen aproximadamente de la parte media de su longitud total y donde son frecuentes los conductos subordinados secundarios (túbulos según Pohowsky, 1978).

La principal diferencia, aparte del rango estratigráfico de aparición (recordemos que es Cretácico Superior con dudas), radica en la inexistencia de cavidades secundarias verticalizadas (heterozooides, según Pohowsky, 1978), ya sean con o sin modificaciones.

*Orbignyopora? tridelta* y *Orbignyopora cornbrastica* son similares a *Orbignyopora archiaci*, aunque el tamaño de la primera en general es mayor que el de la segunda (560-800  $\mu$  frente a 430-500  $\mu$ ) manteniendo ausente de igual modo, las cavidades secundarias y las ancétrulas.

Un rasgo importante y que no puede evaluarse a la hora de intentar una asignación sistemática fidedigna, es la presencia, forma y localización de la/s abertura/s que conecta/n las cavidades principales con el exterior de la superficie original de las conchas. Al disponer sólo de moldes internos, esta característica queda totalmente vedada y únicamente se pueden aventurar conjeturas en cuanto a su localización. Debido al ensanchamiento que suelen presentar en la zona proximal de las cavidades principales, es de suponer que ésta fuera la zona donde se ubicara en la superficie tal abertura. Cuando los ensanchamientos tienden a ser dobles (en la parte proximal y distal respectivamente) no es descartable el suponer que hubiera otras tantas aberturas. De hecho esta circunstancia se ha observado en las cavidades (autozooides) de otro briozoo ctenostomado también perforante, como es el caso de *Ropalonaria* Ulrich (1879).

Este último género muestra también un modelo parecido al de *Pinaceocladichnus bulbosus*, donde

las semejanzas mayores se centran, aparte del rango estratigráfico de aparición (Ordovícico Superior) en la forma de las cavidades principales y sobre todo en la presencia de cavidades secundarias verticalizadas en el sustrato. Estas son muy comunes y pueden aparecer en cualquier punto de la colonia y en posiciones muy próximas a las de las cavidades principales.

Las mayores diferencias estriban en el mayor tamaño de estas cavidades: 380-560  $\mu$  para *Ropalonaria arachne* (Fischer) y 200-350  $\mu$  para *Ropalonaria venosa* Ulrich; en la ausencia de cavidades secundarias modificadas y de conductos subordinados secundarios que partan de ellas y sobre todo, en el punto de bifurcación verticelado, que se realiza siempre en el extremo de la cavidad principal próximo a la abertura y nunca partiendo de la mitad o del primer tercio de la misma.

La relación con *Pinaceocladichnus onubensis* Mayoral, 1988, descrito por el autor en el Plioceno Inferior de la Cuenca del Bajo Guadalquivir son bastante remotas; ya que en éste las cavidades principales son más cilíndricas, de tamaño ligeramente menor (400-500  $\mu$ ) y se disponen de forma inclinada en relación al sustrato. Tampoco presenta cavidades secundarias verticalizadas o modificadas en conexión con el trazado de los túneles correspondientes.

El hecho de que *Pinaceocladichnus bulbosus* presente diferentes modelos de densidad está relacionado con las distintas partes de la colonia. Así, los *modelos densos* en los que son muy frecuentes las cavidades secundarias simples o complejas (mono o polibulbosas) y el solapamiento de túneles de diverso orden, deben de estar ligadas con gran probabilidad a zonas reproductoras o de alta diversificación.

Por el contrario, los *modelos espaciados* se corresponden con las morfologías de mayor tamaño, en los que las cavidades secundarias son nulas o muy escasas, pudiendo representar estados avanzados de desarrollo o etapas de madurez.

Desde el punto de vista tafonómico, hay que hacer constar que no existen localizaciones ni orientaciones preferentes en las perforaciones, ya que siempre se distribuyen de una forma más o menos homogénea por toda la superficie de las valvas. Estas, por otra parte, se encuentran totalmente desarticuladas, lo cual confirma la hipótesis ya observada por Villas *et al.* (1989), de que los organismos perforantes se instalaron después de la muerte de los braquiópodos y durante largos períodos de tiempo antes del enterramiento final.

Desde el punto de vista paleoecológico y por similitud con otros modelos de perforación atribuidos a *Orbignyopora* (Vogel *et al.*, 1987) podría deducirse la presencia de un fondo blando rico en nutrientes, aeróbico, en un medio de plataforma relativamente somera (20-30 m), donde la tasa de sedimentación y turbidez fueran en general bajas.

## CONCLUSIONES

El estudio de las faunas de braquiópodos de las

series vulcano-clásticas del Ordovícico Medio-Superior de la zona asturiana de la cornisa cantábrica, ha permitido poner de manifiesto la existencia de una gran actividad bioerosiva que se refleja en la presencia de una nueva icnoespecie denominada: *Pinaceocladichnus bulbosus* nov. icnoesp.

Esta se define principalmente por la forma característica de sus cavidades principales y cavidades secundarias, algunas de las cuales presentan interesantes modificaciones relacionadas muy probablemente con las funciones específicas desarrolladas en las primitivas colonias.

Las características generales de estos modelos de perforación permiten atribuir con bastante fidelidad la paternidad de los organismos productores, que corresponde a la acción vital de briozoos ctenostomados.

El interés de estos hallazgos estriba en que los modelos estudiados son diferentes de los hasta ahora reseñados en la bibliografía. Así, las perforaciones parecen responder a briozoos de características intermedias entre los Ropalonariidos y/o Orbignyoporiidos. Los primeros (*Ropalonaria*) corresponden a los briozoos perforantes más antiguos conocidos, concretamente del Ordovícico Superior, mientras que el primer registro de los segundos (*Orbignyopora*) aparece con dudas en el Silúrico medio. De ser así, *Pinaceocladichnus bulbosus* se encuadra dentro del registro estratigráfico más antiguo de los briozoos perforantes ctenostomados y es posible que incluso pueda llegar hasta el Ordovícico Medio, ya que en éste se encuentran facies y sustratos orgánicos (braquiópodos) de características extraordinariamente semejantes.

Además, el modelo de perforación que exhibe, podría suponer el ancestro primitivo común a partir del cual han podido evolucionar en el tiempo los otros modelos correspondientes a los géneros anteriormente mencionados. (Fig. 11).

## AGRADECIMIENTOS

A los Dres. Eladio Liñán y Enrique Villas del área de Paleontología del Dpto. de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza por la facilidad mostrada en ceder los datos de base y el material de investigación; así como por sus sugerencias, lectura y revisión crítica del manuscrito. También a D. Eduardo Gómez del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (C. S. I. C. de Sevilla) por su colaboración en la realización de las fotografías obtenidas con el microscopio electrónico de barrido.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dollfus, G. F. 1877. *Terebripora capillacea* bryozoaire nouveau du terrain Dévonien du Cotetin. *Société Linneenne Normandie, Bulletin*, **T-1**, 96-108.
- Fischer, P. 1866. Etude sur les bryozoaires perforantes de la famille des Térébriporides. *Musée nationale Histoire naturelle Nouveaux Archives*, **T-2**, 293-313.
- Gutiérrez Marco, J. C. 1986. *Graptolitos del Ordovícico español*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid, 701 p.
- Julivert, M y Truyols, J. 1972. La coupe de Cabo Peñas, une coupe de référence pour l'Ordovicien du Nord-Ouest de l'Espagne. *Compte rendu sommaire des Séances de la Société Géologique de la France*, **6**, 241-243.
- Mayoral, E. 1988. *Pennatichnus* nov. icnogen.; *Pinaceocladichnus* nov. icnogen, e *Iramena*. Huellas de bioerosión debidas a Bryozoa perforantes (Ctenostomata, Plioceno inferior) en la Cuenca del Bajo Guadalquivir. *Revista Española de Paleontología*, **3**, 13-22.
- Pohowsky, R. A. 1978. The boring Ctenostomata Bryozoa: Taxonomy and Paleobiology based on cavities in calcareous substrata. *Bulletins of American Paleontology*, **73**, n.º 301, 192 p.
- Radig, F. 1962. Ordovizium/Silurium und die Frage Pravariszicher Faltungen in Nordspanien. *Geologische Rundschau*, **52**, 346-357.
- Richards, R. P. 1974. Devonian *Immergentia* (Ectoprocta, Ctenostomata) from Ohio. *Journal of Paleontology*, **48**, 941-946.
- Truyols, J y Julivert, M. 1976. La sucesión paleozoica entre Cabo Peñas y Antromero (Cordillera Cantábrica). *Trabajos de Geología*, **8**, 5-30.
- Ulrich, E. O. 1879. Descriptions of new genera and species of fossils from the Lower Silurian about Cincinnati. *Cincinnati Society Natural History Journal*, **2**, 8-30.
- Villas, E; Gisbert, J y Montesinos, R. 1989. Brachiopods from volcano-clastic Middle and Upper Ordovician of Asturias (Northern Spain). *Journal of Paleontology*, **63**, 5, 554-565.
- Vogel, K. 1987. Bohrorganismen und Fazies im Mitteldevon des Staates New York, USA. *Natur und Museum*, **117**, (7), 207-216.
- Vogel, K; Golubic, S y Brett, C. E. 1987. Endolith associations and their relation to facies distribution in the Middle Devonian of New York State USA. *Lethaia*, **20**, 263-290.

*Manuscrito recibido:* 9 de febrero, 1990.

*Manuscrito aceptado:* 22 de mayo, 1990.