

GYROLITHES VIDALI NOV. ICNOESP. (PLIOCENO MARINO) EN EL SECTOR SUROCCIDENTAL DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (ÁREA DE PALOS DE LA FRONTERA, HUELVA, ESPAÑA)

E. Mayoral*

RESUMEN

Se define *Gyrolithes vidali* una nueva icnoespecie para el Plioceno inferior marino en el sector más suroccidental de la cuenca del Guadalquivir. Esta distinción se realiza a partir de su tamaño, ángulos de desviación verticales y helicoidales, estructura interna y ornamentación exterior de las paredes, así como por la presencia de una cámara basal en la parte inferior del conjunto que completa todo el sistema.

Se propone un modelo de excavación que consiste en un movimiento helicoidal con dos componentes, una longitudinal y otra vertical.

El medio de sedimentación se interpreta como de muy baja energía en un área de offshore protegida.

Se discute el posible organismo constructor de esta galería y se concluye que su origen puede ser debido a la acción crustáceos decápodos del grupo de los callianásidos o thalasinídeos.

Palabras clave: *Icnología, Plioceno inferior, Cuenca del Guadalquivir.*

ABSTRACT

A new ichnospecies *Gyrolithes vidali*, is defined for the marine Lower Pliocene at the South-western Sector of the Guadalquivir Basin. The size, helical and vertical deviation angle, internal structure and external wall ornamentation as well as a lower basal camera ending whole the system, are indicatives for their distinction.

A pattern of burrowing behavior is proposed. This is made by means of a longitudinal and vertical helical movement.

A paleoenvironmental significance is showed. The ichnocoenosis assemblage was settled within a protective offshore environment under a continuous, slow sedimentation rate.

The tracemaker of *Gyrolithes vidali* is discussed and a callianassid or thalassinid shrimp origin is assumed.

Key words: *Ichnology, Lower Pliocene, Guadalquivir Basin.*

Introducción

El icnogénero *Gyrolithes*, de amplia distribución mundial, ha sido estudiado y referido por muchos autores, MacSotay (1967) en Venezuela, Dryden (1963) y Gernant (1972) en Estados Unidos, Bromley & Frey (1974) y Häntzschel (1934) en Europa, Fedonkin (1981) en Rusia, etc. Su posición estratigráfica abarca desde el Precámbrico de la Plataforma rusa, hasta el Jurásico-Terciario de Europa, Asia y Estados Unidos.

Este tipo de galería es bastante controvertida, pues a pesar de lo profusamente estudiada no hay un acuerdo definitivo en cuanto a la motivación de la conducta, ni en cuanto al organismo productores de la misma.

El presente trabajo, aparte de definir una nueva icnoespecie, cuyos caracteres son netamente identificativos, trata de esclarecer en lo posible, las cuestiones antes mencionadas y sirve para aportar una serie de nuevos datos de indudable interés para la comprensión de la evolución paleoecológica y paleogeográfica

* Sección de Geología de la Rábida. Palos de la Frontera (Huelva). Universidad de Sevilla.

de la cuenca en este sector y que es parte del trabajo que actualmente está realizando el presente autor en su Tesis Doctoral.

Sistemática

Ichnogénero *Gyrolithes* de Saporta 1884*.

Gyrolithes Debey 1849, p. 10.

Siphodendron de Saporta, 1884, p. 38.

Syringodendron Fuchs, 1895, p. 404.

Daemohelix krameri Von Ammon, 1900, p. 63.

Xenohelix Mansfield, 1927, p. 6.

Ichnoespecie tipo: *Gyrolithes davreuxi*.

Gyrolithes vidali nov. ichnoesp.

Origen del nombre:

En honor al doctor J. Rodríguez Vidal, quien me dio a conocer la existencia del yacimiento y de este tipo de galería en particular.

Localidad tipo:

Palos de la Frontera (Huelva).

Dispersión estratigráfica:

Plioceno inferior.

Holotipo:

Ejemplar tipo nº H/31/A/001. Paratipos: H/31/A/002 a H/31/A/008. Los ejemplares se hallan depositados en la Colección Paleontológica de la Sección de Geología de la Rábida (Palos de la Frontera, Huelva).

Diagnosís específica

Galería de enrollamiento espiralado vertical, contrario a la desviación lateral de su eje y de grosor más o menos constante en todo su recorrido. No presenta

* La característica del género se resume de la siguiente manera: galería de enrollamiento espiralado bastante irregular, dextral o sinistralmente, cuyo eje se orienta más o menos vertical en relación al sedimento. (Ver figuras 5, 9 y 10).

El sistema completo de galerías suele presentar frecuentemente un desplazamiento lateral y debido a cambios en la dirección de enrollamiento, pueden aparecer codos engrosados.

Raramente las galerías se ramifican, siendo más normal su intersección con otras. La sección es ovalada.

Las paredes son normalmente lisas y presentan sobre ellas un entramado de pequeñas galerías que se bifurcan, identificadas como *Chondrites* (Bromley & Frey, 1974).

El diámetro de la sección en la localidad tipo oscila entre 7,5-10,5 mm.

ramificaciones a ningún nivel y es característica la existencia de una amplia cámara basal ciega, de paredes rugosas en la parte inferior del sistema. La galería es de sección subcircular-ovalada y la superficie externa de las paredes (salvo la citada cámara basal) pueden ser lisa o irregularmente granulada.

Ornamentación externa de dos estrías dorsolaterales que se repiten periódicamente y que son perpendiculares al eje de enrollamiento.

Descripción de los ejemplares en el área tipo

Los ejemplares estudiados proceden todos (a excepción de uno, estudiado en Huelva) de un afloramiento situado al oeste de la localidad de Palos de la Frontera, en la margen izquierda del río Tinto.

Presentan un enrollamiento helicoidal verticalizado, en sentido tanto dextral como sinistral y sin ramificar, diagnosis ésta, que tal y como redefinieron Bromley & Frey (1974) es claramente identificativa del ichnogénero *Gyrolithes*.

Cada sistema de galerías se desplaza muy ligeramente en sentido lateral, lo cual conlleva a su vez una desviación progresiva del eje de enrollamiento respecto de la vertical, en una media aproximada de unos 7°. (Figura 1.A).

Esta desviación se realiza casi siempre en sentido contrario al de enrollamiento, si éste es de tipo dextrorso, el eje se inclina a la izquierda y viceversa.

El ángulo helicoidal, es decir, el formado entre la dirección de enrollamiento y la horizontal, varía entre 12° y 19°, con una media de 13°.

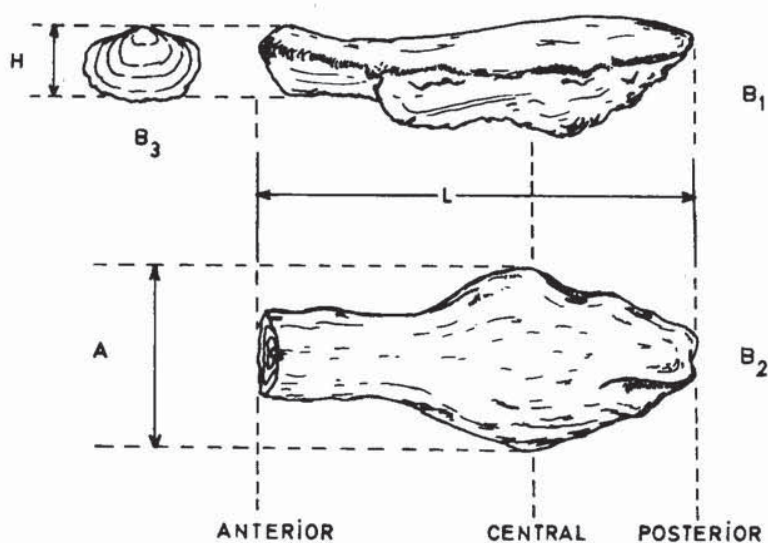
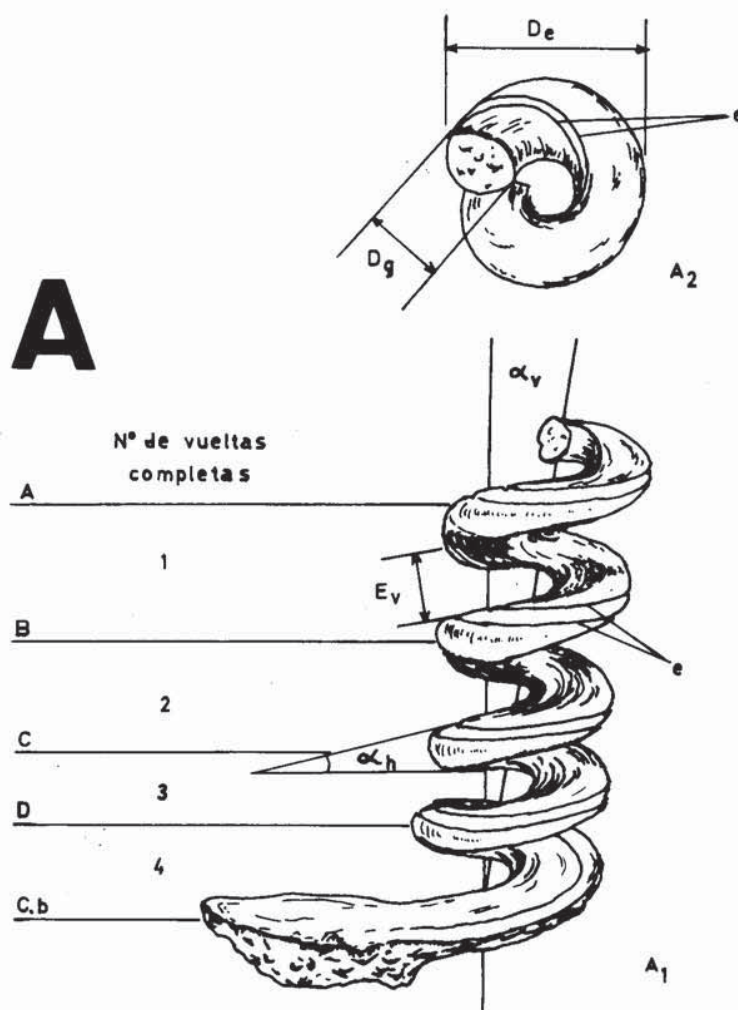
No hay presencia de engrosamientos en las galerías, por lo que la constancia de enrollamiento es manifiesta.

En la parte inferior del sistema la galería se vuelve horizontal constituyendo una prolongación característica de la ichnoespecie, cuyo extremo final se ensancha lateralmente y en profundidad formando una amplia cámara, considerada aquí, como una cámara basal. Su superficie exterior es altamente rugosa, reflejo sin duda de la actividad raspadora del organismo al construirla. (Figura 1.B y 7).

Exteriormente, las paredes son casi siempre lisas, si bien algunas parecen tener ocasionalmente, una serie de pequeñas protuberancias irregulares de modo semejante a la ornamentación de *Ophiomorpha* (también presente en gran cantidad en el yacimiento) y que aunque no es lo más frecuente, ha sido ya observado por autores precedentes en el Terciario de Alemania (Kilpper, 1962) y Borneo (Keij, 1965).

Se caracterizan también por presentar dos estrías dorsolaterales, paralelas entre sí, que arrancan aproximadamente a unos 5 mm., manteniéndose constante a todo lo largo del recorrido. La anchura de cada una es de 1 mm.

Fig. 1.—A: Parámetros morfológicos observados en *Gyrolithes vidali* nov. icnosp.: A₂: De=Diámetro espiral; Dg=Diámetro galería. A₁: $\alpha\xi$ =Ángulo de desviación vertical del eje de enrollamiento; αh =Ángulo helicoidal; Ev=Espaciado entre vueltas; e=estrias, A, B, C: vueltas primarias, secundarias, etc. C.b=Cámara basal. Escala aproximadamente un tercio del original. B: Parámetros morfológicos observados en la cámara basal: B₁: H=altura; L=Longitud. B₂: A=. Escala, aproximadamente, 3/4 partes del original.



Cada par de estrías se acuña a mitad de vuelta para dar paso a otro par en la media vuelta siguiente.

Este hecho hace que sean netamente oblicuas respecto a la dirección de la galería y, por tanto, perpendiculares al eje de enrollamiento. (Figura 6).

La distancia vertical entre cada serie de pares oscila entre 8 y 11 mm, siendo en promedio de unas 9 mm.

Estas estrías se prolongan a lo largo de todo el conducto helicoidal, continúan a través de la galería horizontal inferior y desaparecen al llegar a la cámara basal.

Este aspecto ornamental externo es también identificativo de la icnoespecie y aunque rasgos similares han sido descritos con anterioridad (Gernant, 1972 en *G. marylandicus*), éstos tenían carácter de ocasionalidad y eran mucho más irregulares en su desarrollo.

La sección de la galería es subcircular a oval siendo elipsoidal en la parte anterior de la cámara basal. (Figura 8).

En diferentes secciones transversales efectuadas a las galerías helicoidales no se observa ningún tipo de estructura interna que pudiera indicar si el relleno de las mismas se ha efectuado por el organismo (relleno activo) o bien si éste se ha hecho una vez abandonadas (relleno pasivo).

Sí en cambio, se has comprobado a la entrada de la cámara basal (parte anterior) que hay una serie de láminas meniscadas con la concavidad hacia arriba (elipsoidales y excéntricas respecto a un punto central superior). Este tipo de relleno activo, es clásicamente presentado en *Thalassinoides* y es producido por los crustáceos decápodos para mantener la galería abierta mientras trabajan, dejando un espacio superior para bombear el agua a su través («Final plumbing gallery structure», Chamberlain, comunicación personal).

El relleno de las galerías es ligeramente diferente de la matriz que las rodea, estando formado por unas arenas limosas extremadamente finas. No se ha observado la presencia de cuerpos fósiles dentro de las mismas.

En ocasiones se puede apreciar que ciertas secciones transversales presentan algunas lineaciones arcillosas que penetran a cierta distancia dentro de la galería a favor de las estrías externas de la pared. Esta pseudoestructura parecía indicar en un principio un relleno activo.

Diferentes secciones transversales se estudiaron repetidamente y se pudo comprobar que tales lineaciones arcillosas no eran totalmente penetrativas e incluso en ocasiones ni llegaban a hacerlo.

A la vista de esto, la explicación más congruente es pensar que éstas no fueron primarias, sino que son el resultado de fenómenos post-diagenéticos, en los que el sedimento arcilloso circundante penetra diferencialmente, impelido por la compactación, a través de las zonas más débiles de las paredes, en este caso, las

correspondientes a las estrías producidas en vida por el organismo.

Tamaño y dimensiones de los ejemplares

En los ejemplares dextrorsos se ha podido comprobar (figura 2), lo siguiente:

— El diámetro de las galerías (Dg) se mantiene bastante uniforme, o bien se observa un ligero aumento en los conductos finales. Así en los procedentes de Palos de la Frontera, su valor oscila entre 16,3 y 23,3 mm, siendo la media de 20 mm. El diámetro espiral (De) oscila entre 30 y 70 mm, siendo el promedio de 58 mm.

En el precedente de Huelva, el Dg varía entre 9 y 12,7 mm, siendo el promedio de 10,5 mm; y el De de 20-40 mm, con un promedio de 30 mm.

El espaciado entre vueltas completas (Ev) es mayor en las primeras, para luego mantenerse constante o disminuir ligeramente en las últimas.

La relación entre diámetro de las galerías (Dg) y espaciado entre vueltas (Ev) es de tal modo, que a mayor espesor del conducto, menos distancia hay entre dos contiguos de ellos.

En los de enrollamiento sinestorso (figura 3), se observa que el Dg es menos constante, pudiéndose mantener uniforme, disminuir o aumentar progresivamente o sufrir variaciones diversas a lo largo de su desarrollo.

En general, sus diámetros varían de 15,5 a 27,9 mm, siendo el promedio de 20 mm. El De tiene valores de 41 a 90 mm, y su promedio es de 63 mm.

El espaciado entre vueltas es también mayor en las primeras, luego disminuye notablemente o bien se mantiene constante (e incluso en algunos aumenta).

La relación Dg/Ev, aunque manifiesta, no es tan regular, debido a las mayores variaciones que presenta el Dg. De todas formas, se puede observar que al aumentar el Dg, la distancia entre dos de ellos consecutivos, disminuye, o en el peor de los casos se mantiene casi constante.

(Hay que hacer notar que las estructuras de bioturbación figurativas no se ven grandemente distorsionadas por la compactación del sedimento, por lo que estas apreciaciones pueden tenerse como bastante fiables y aproximativas de la realidad).

Todos los datos sobre los distintos parámetros medidos quedan resumidos en la tabla I.

Aparición y dispersión estratigráfica

Los ejemplares de *Gyrolithes vidali* se encuentran en su totalidad asociados a los sedimentos de arcillas gris azuladas (ligeramente carbonatadas, CO₃Ca inferior al 40%) cuyo contenido en fracción arena es muy

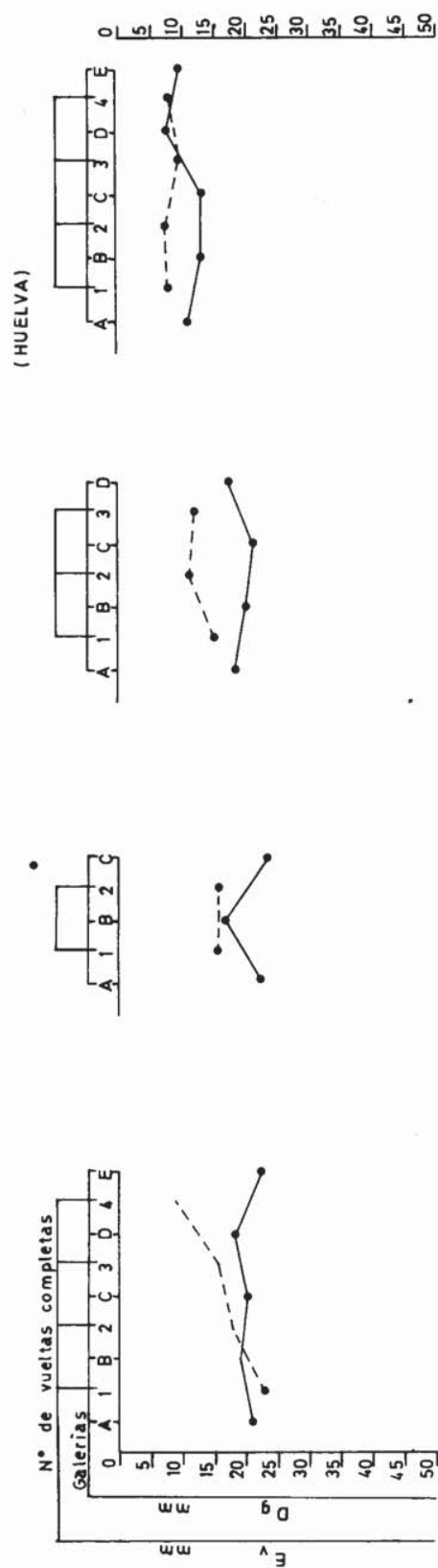


Fig. 2.—Relación espaciado/nº de vueltas (línea a trazos) con el diámetro de las galerías y número de ellas (línea continua); para los ejemplares de enrollamiento dextrorso.

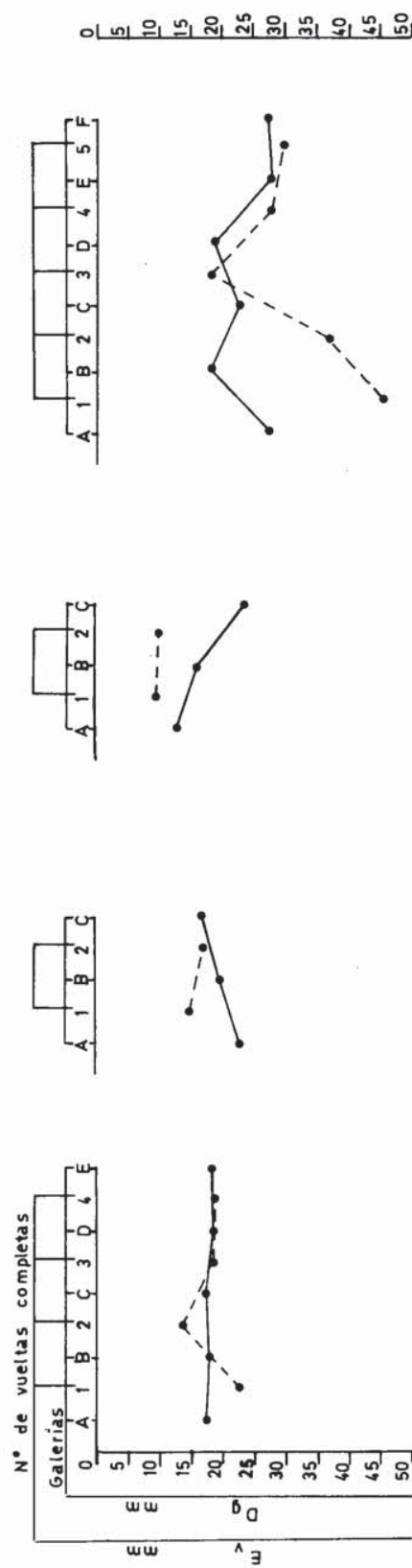


Fig. 3.—Idem. para los de enrollamiento sinistrorso.

Tabla 1.—Relación de los diferentes parámetros medidos en los ejemplares de *Gyrolithes vidali*.

I.a.—Para los de enrollamiento dextrorso

I.a. Número de vueltas	Ev	Dg	De	αv	αh	L	Cámara basal					
							H			A		
							Ant.	Cent.	Post.	Ant.	Cent.	Post.
4	23	21	63	10°	15°	83	33	38	15	28	48	17
	18	19	65,4	(i)								
	16	20	64,2									
	9	18	70									
		22	66									
2	15,5	22,5	66,1	7°	13°							
	15,6	16,3	62,2	(i)								
		23,3	62,2									
3	15	18	50	8,5°	15°							
	11,2	20	50,5	(d)								
	12	21	50,6									
		17	30									
			(roto)									
(Huelva)	7,6	10,9	—	3°	16°							
4	7,2	12,7	40	(i)								
	9	12,7	34,5									
	7,8	7,2	33,6									
		9	—									

I.b.—Idem para los sinestrosos

I.a. Número de vueltas	Ev	Dg	De	αv	αh	L	Cámara basal					
							H			A		
							Ant.	Cent.	Post.	Ant.	Cent.	Post.
4	22,5	17	41	4°	12°	79	14,5	32,7	10			
	14,5	17,4	44	(d)								
	18,1	17	47,2									
	18,1	18,5	47									
		18,1	58,1									
2	14,5	22,7	71,4	7,5°	14°	61	8,3	16,6	12,9			
	16,6	19,1	46,4	(d)								
		16,6	70									
2	9,3	12,4	42	12°	19°							
	9,4	15,5	47,4	(d)								
		23,3	54,4									
5	45	27	73,8	6°	15°							
	36	18	81	(d)								
	18	22,5	81									
	27,9	18,9	81									
	29,7	27,9	89,1									
		27	90									

escaso o prácticamente nulo. Constituyen la recientemente definida Formación Arcillas de Gibraleón (Civis *et al.*, 1985), cuya edad es Plioceno inferior.

Este icnogénero se halla íntimamente ligado en el mismo yacimiento a otros dos: *Ophiomorpha* y *Thalassinoides* (y otros de posible origen de crustáceos decápodos), cuyo estudio actualmente está siendo llevado a cabo por el autor de este trabajo.

Esta icnocenosis se sitúa en el techo de la formación, inmediatamente por debajo de la formación superior: Formación Arenas de Huelva (Civis *et al.*, 1985) y nos indica la existencia en este tránsito, de una época de nula o muy baja sedimentación (posiblemente se adapte a un modelo de sedimentación aternante y lenta) que da lugar a una pequeña discordancia estratigráfica que se manifiesta en una superficie de paraconformidad a escala supra-local (Huelva-Palos-Moguer).

Interpretación ambiental

La aparición de *Gyrolithes*, normalmente asociado a sedimentos de grano fino, se ha interpretado como indicativo de un medio marino marginal, de baja energía (Gernant, 1972).

Concretamente, es muy frecuente en medios litorales de transición y en las zonas más internas de las plataformas marinas someras (García Ramos, 1984).

Esta ubicación es perfectamente compatible con la que se deduce del análisis de los icnogéneros con los que está íntimamente asociado. (Ver figuras 11 y 12).

En efecto, la presencia de *Ophiomorpha* y *Thalassinoides* está relacionada a medios del offshore superior y transición al shoreface, donde la densidad de bioturbación es normalmente alta, la energía relativamente baja y el sustrato bastante estable y rico en materia orgánica (Boyer & Warme, 1975; Howard, 1972; Seilacher, 1978 y Howard & Scott, 1983).

En nuestro caso, *Gyrolithes vidali* debió asentarse en un área de offshore protegida, donde tenía lugar una sedimentación pelágica continua y lenta, de materiales arcillosos, que recibirían temporalmente la descarga de pequeños aportes terrígenos, limo-arenosos, de la costa. (Estos se registran en forma de pequeños lentejones y secuencias canaliformes con estratificación cruzada de gran ángulo y muy pequeña escala. Ver figura 12).

En estas condiciones el fondo sería blando y muy rico en nutrientes —productivo—, lo que favorecería el desarrollo de organismos epi e intrasedimentívoros (Frey, 1978), explotando el sedimento mediante sistemas de galerías horizontales más o menos completas, de modo semejante a como lo hacen actualmente algunos crustáceos callianásidos o thalasinídeos (Braithwaite & Talbot, 1972) y aplicable a sus galerías homólogas fósiles, *Ophiomorpha* y *Thalassinoides*; así como helicoidalmente, caso probable de *Gyrolithes*.

La existencia a su vez de largas y verticalizadas chimeneas de *Ophiomorpha*, que son las únicas que llegan hasta la superficie de paraconformidad antes mencionada, indicaría una mayor inestabilidad del fondo, bastante incoherente y desmoronable en el momento de la excavación (que se manifiesta en el fuerte reforzamiento de las paredes de dicha galería. Hay que señalar que estas largas galerías fueron las últimas en colonizar el sustrato).

Modelo de excavación. Probables causas etológicas de su comportamiento

Cuando se intenta buscar explicación al modo por el cual el organismo constructor de *G. vidali* actuaba, las hipótesis y teorías pueden ser muchas, pero pocas son plenamente satisfactorias.

Tan sólo de un estudio detallado de los rasgos morfológicos externos, estructuras internas, relaciones con el sedimento y asociación con otros tipos de galerías adyacentes, se puede llegar a elaborar un modelo aproximativo. (Hay que tener en cuenta la falta de datos actuales).

Este modelo es una respuesta de acción a unas pautas etológicas muy concretas. La hipótesis aquí mostrada se sostiene, admitiendo que tal conducta de excavación responde a unas necesidades básicas mixtas, de búsqueda de alimento y a su vez de protección contra el medio (refugio).

Partiendo de la base de que la serie de pares de estrías externas de las paredes son el reflejo de las piezas utilizadas por el organismo excavador como herramienta (seguramente serían extremidades anteriores adaptadas a tal fin, tales como pinzas análogas a las de los actuales cangrejos) y que éstas se disponen alternativamente paralelas entre sí y oblicuas en relación a la dirección de la galería, la explicación más coherente estaría de acuerdo con un modelo como el representado en la figura 4.

En él se puede apreciar cómo el organismo al excavar horizontalmente, va dejando impresas en las paredes las muescas de sus estructuras excavadoras (figura 4.1), representadas por el par de estrías. Llegado un determinado momento, éste excava verticalmente hacia abajo unos pocos milímetros, dejando una pequeña terraza de material que será inmediatamente recogida y sacada al exterior (figura 4.1).

Una vez limpiada, prosigue su excavación, ya en sentido helicoidal y longitudinalmente (volviendo a dejar de nuevo sobre las paredes la impronta de sus pinzas, quedando el par de estrías a un nivel más inferior que las anteriores. (Figura 4.2).

Aproximadamente a media vuelta de espira, vuelve a profundizar otra vez en la vertical, dejando otra terraza, que será de nuevo eliminada, para sí continuar repetidamente todo el proceso (figuras 4.3 y 4.4).

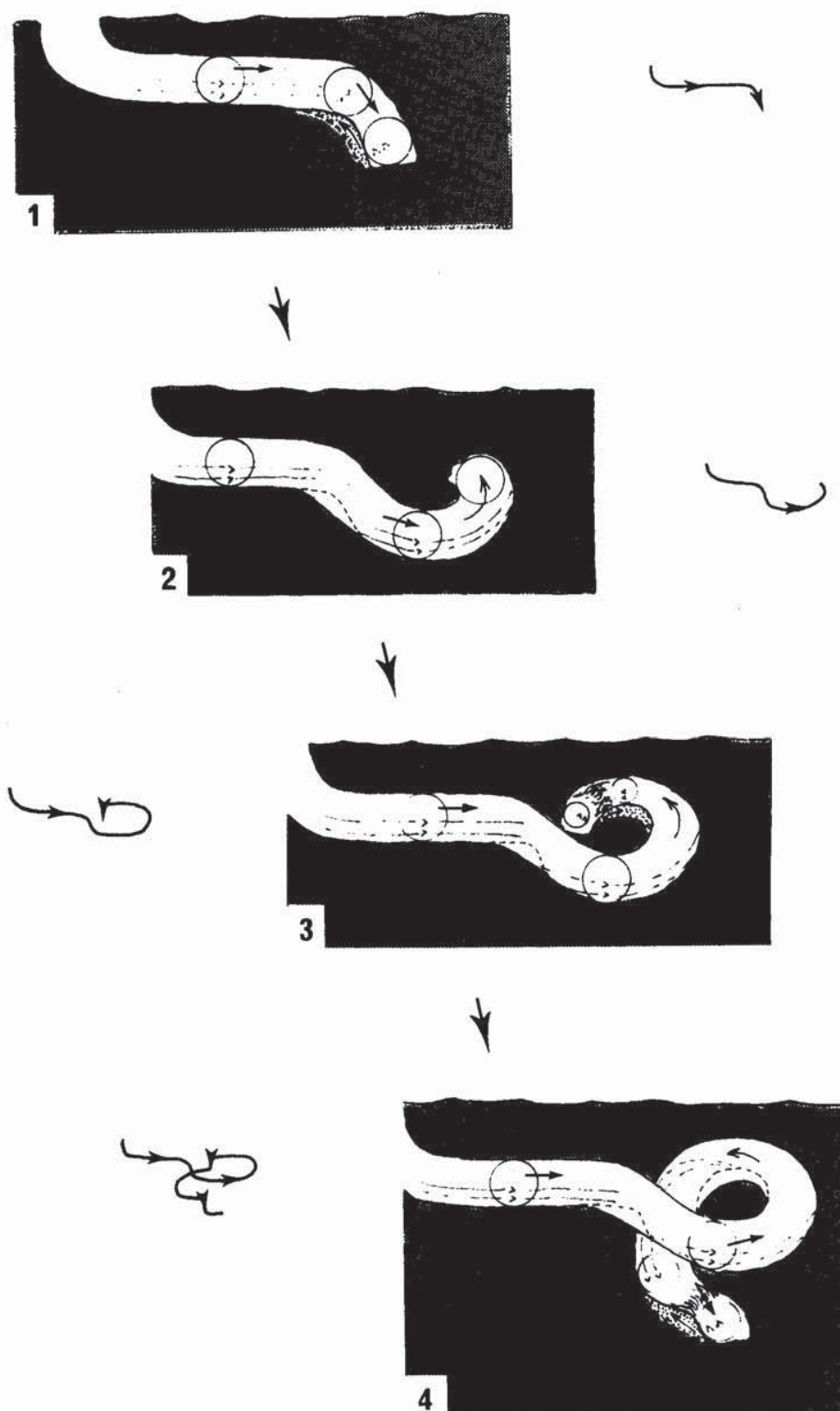


Fig. 4.—Modelo de excavación propuesto para *G. vidali*. 4.1) Tras un recorrido horizontal el organismo excava verticalmente antes de iniciar el movimiento helicoidal. 4.2) Se inicia el enrollamiento espiral longitudinal. 4.3) A mitad de vuelta el organismo excava otra vez verticalmente. 4.4) Una vez descendido el escalón, continúa longitudinalmente y a mitad de vuelta, vuelve a iniciar el proceso. *Nota:* En cada bajada el par de estrías queda reflejado a diferentes niveles.



Fig. 5.—*Gyrolithes vidali* nov. icnoesp. Visión general de un ejemplar completo, de enrollamiento dextrorso. Escala barra: 5 cm.



Fig. 6.—Visión detallada del anterior donde se puede apreciar el par de estrías características de la icnoespecie. Escala barra: 4 cm.

Efectuadas un cierto número de vueltas, cesa en su movimiento espiralado y construye la galería horizontal inferior, para dar paso a la realización de una amplia cámara, cuya parte inferior es notablemente reexcavada (las huellas de su actividad se reflejan muy bien en la textura rugosa externa de la misma).

Las razones por las cuales el organismo empieza y termina su movimiento espiralado pueden ser varias.

Si sostenemos el postulado de una motivación primaria de tipo alimenticio, es muy posible que el organismo en su búsqueda inicial, horizontal, encuentre localmente, una zona del sedimento más concentrada en nutrientes que las circundantes. Siendo esto así puede empezar a excavar helicoidalmente al objeto de beneficiar el máximo de superficie con el mínimo gasto de desplazamiento.

El hecho de que las primeras vueltas están más espaciadas en relación a las inferiores, puede ser indicativo del carácter exploratorio de las mismas, ya que conforme desciende éstas se concentran más apretadamente, probablemente porque el contenido nutri-

tivo se puede hacer más alto y entonces reduce apreciablemente la «malla de sondeo» entre una y otra.

El que construya la cámara basal justo por debajo de la zona apretada de espiras puede corroborar también esta suposición y explicar el por qué de su ubicación en ese lugar concreto, donde puede proceder tranquilamente a la digestión del alimento escogido y seleccionado.

Si la razón principal de su conducta es la búsqueda de refugio, las explicaciones que se pueden argüir son igualmente factibles.

En este caso, partiendo de un fondo arcilloso-fangoso, blando y muy desmoronable, la construcción de una galería helicoidal podría compensar altamente la carga lito e hidrostática, haciéndola más estable que si ésta fuera vertical, máximo cuando sus paredes no parecen presentar un reforzamiento claro como en el caso de *Ophiomorpha*. (De cualquier manera un cierto tipo de refuerzo a base de mucus o cualquier otra sustancia de impregnación parece haber sido necesaria, ya que la condición física del sustrato sería



Fig. 7.—Vista inferior de la cámara basal. Se observa la alta rugosidad de su superficie externa producida por la actividad del organismo.



Fig. 8.—Sección vertical de un ejemplar dextrorso de *G. vidali*. Afloramiento de Huelva capital.

altamente peligrosa para la integridad del domicilio si este endurecimiento no existiera).

De igual forma, la disminución progresiva en la separación entre espiras completas, tendría una explicación razonable, y que conforme el organismo excava en profundidad, la compactación del sustrato es cada vez mayor y, por tanto, la facilidad para mantener la separación inicial se ve lógicamente mermada.

De cualquier modo y dado que en la naturaleza, raramente un organismo responde a un sólo estímulo concreto, sino que más bien su comportamiento es la suma de muchos factores externos que inciden sobre el medio y concretamente sobre él, a nivel de individuo de una determinada especie, me inclino a sostener para el organismo constructor de *Gyrolithes vidali* un comportamiento complejo, en respuesta cuando menos, a la adición de unas necesidades alimenticias y de búsqueda de refugio básicamente primordiales.

Esta suposición explicaría además la no multifuncionalidad de aquellos sistemas en los que *Gyrolithes*

pasa a *Thalassinoides*. En estos casos dado que *Gyrolithes*, se ha admitido como una estructura clara de habitación (Toots, 1962 y Gernant, 1972) y *Thalassinoides* en cambio, de alimentación, cuando se presentaban juntos, había que explicarlo bajo el hecho de que el organismo construye un determinado tipo de galería según vaya a realizar un tipo u otro de función.

Con la hipótesis propuesta, tal razonamiento no es necesario, ya que al menos ambas funciones pueden realizarse conjuntamente, o en el peor de los casos, aprovechando el mismo tipo de construcción para su consecución.

Identidad sobre los posibles organismos constructores

Este apartado es sin duda uno de los más conflictivos y que se presta a mayores especulaciones, ya que por desgracia, hasta el momento no hay demasiadas



Fig. 9.—Ejemplar completo de *G. vidali* de enrollamiento sinestorso. Afloramiento de Palos de la Frontera.

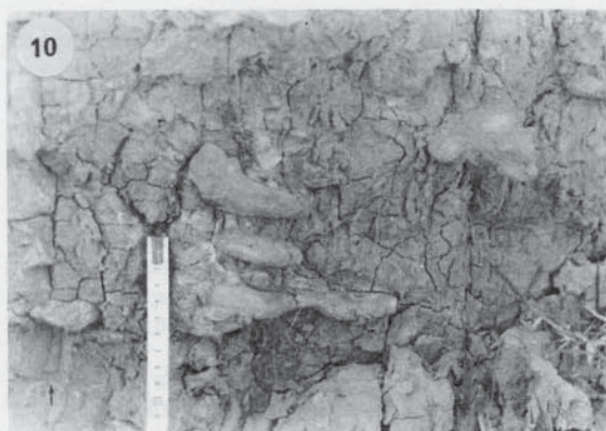


Fig. 10.—Idem al anterior. Ejemplar incompleto.

pruebas que puedan manifestar sin duda la paternidad de estas galerías a organismos marinos actuales concretos.

Al parecer solamente un único representante fiable ha sido considerado. Se trata de un anélido poliqueto de la familia Capitellidae, concretamente *Notomastus lobatus* Hartman, de amplia distribución en los fondos marinos de las costas de Carolina del Norte, California y Méjico; y que tan interesantemente ha sido comparado por Powell en 1977.



Fig. 11.—Vista parcial del afloramiento de Palos de la Frontera. La icnofacies en este punto está constituida por *G. vidali* (en el centro) y *Thalassinoides*.



Fig. 12.—Otro aspecto de la icnofacies en el mismo afloramiento. Está formada por *G. vidali* (ejemplar dextrorso, en el ángulo inferior izquierdo y sinestorso, en el superior derecho, ambos incompletos) y *Ophiomorpha*. (Esta última, centro de la foto, atraviesa las láminas de una secuencia canaliforme incompleta). Escala barra: 10 cm.

Dicho autor en base a la forma, dimensiones, apariencia, medio de depósito y fauna acompañante, afirma que éste poliqueto capitélido es el productor del icnogénero *Gyrolithes*.

En este trabajo discute también las teorías postuladas por Gernant, 1972 y Bromley & Frey, 1974, que lo atribuyen a la acción de crustáceos.

Esta misma afirmación ya fue presentada por Stanton & Warme, 1971, en base a la asociación de esta galería con las de *Ophiomorpha* y *Thalassinoides*, interpretadas, sin duda, como producidas por dichos cangrejos.

En su intento de no relacionar a estos organismos con la producción de *Gyrolithes*, se refiere a las galerías espiraladas realizadas por los crustáceos *Ocypode quadrata* (Fabricius) y *Callianassa* s.p. descritos por Braithwaite & Talbot (1972) las cuales ciertamente no son como las del icnogénero en cuestión, pues son espirales triangulares y no helicoidales, aduciendo que ni el tamaño ni el medio de depósito son los mismos.

Si bien esta afirmación es real, el hecho es que no puede hacerse extensiva a todos los casos, máxime cuando tan poco se conoce aún sobre estas cuestiones.

Una interpretación razonable ha de basarse en un conjunto de datos objetivos no subjetivizados, pues si bien una serie de hechos pueden encajar dentro de una teoría, ésta ha de ser lo suficientemente consistente y a la vez flexible como para admitir nuevas variaciones, a veces sustanciales, que en definitiva puedan reafirmarla o en su defecto corregirla.

Por todo ello, las pruebas aportadas por Powell, hay que considerarlas con cierta reserva, otorgándoles una validez local o meramente circunstancial, pero sin llegar en ningún momento a una total generalización.

La hipótesis aquí mostrada está en franco desacuerdo con la suya por las razones siguientes:

— Objeción al tamaño. Sus ejemplares tienen un Dg que varía entre 7,5 y 20 mm y un De entre 25 y 50 mm. Los nuestros, mucho mayores, varían entre 9,0 y 27 mm para el Dg y 33,6 a 90 mm para el De.

— La ornamentación de estrías paralelas y constantes a lo largo de todo el recorrido. Este carácter está en perfecta concordancia con el hecho de haber sido producidas por pinzas o apéndices especializados para la función que ya se comentó anteriormente. Difícilmente un anélido como el propuesto podría dejar tales marcas sobre las paredes, al carecer de elementos duros semejantes en su anatomía.

— La presencia de una estructura interna de láminas meniscoides como las descritas en el comienzo de la cámara basal. Este carácter propio de la construcción de los cangrejos no ha sido observado que pueda producirse por los anélidos actuales.

— Braithwaite & Talbot (1972), describen perfectamente un sistema de galerías producidas por *Callianassa* s.p., en el que a partir de un punto determinado irradian una serie de 3-4 cámaras, que son idénticas a la presentada por *G. vidali* y cuyas dimensiones coinciden perfectamente con las muestras (Braithwaite & Talbot, 1972, págs. 278-279, Pl III).

Estas cámaras que parten radialmente, bien en un mismo plano o bien hacia arriba a través de un conducto horizontal, han sido igualmente descritas por Stanton & Warme, 1971 para *Xenohelix* (= *Gyrolithes*), en el Eoceno medio de Texas, atribuyéndolo muy probablemente a la acción de un cangrejo, semejante al actual representante *Callianassa californiensis* Dana.

Si bien nuestra cámara basal es única, la razón de constituir la terminación del sistema helicoidal de *Gyrolithes*, refuerza grandemente la suposición de su origen y explica una tendencia constructiva similar.

Gyrolithes vidali parece ser más bien un sistema individual de galerías, sin estar conectado a ningún otro tipo de entramado (Stanton & Warme, 1971, consideran *Gyrolithes* como sólo una parte de un sistema anastomosado de pasadizos) o como han relatado Kilpper (1962); Keij (1965) y Hester & Pryor (1972) en donde pasa intergradacionalmente a morfologías de *Ophiomorpha* o bien a *Thalassinoides* (Kennedy, 1967; Gernant, 1972 y Braithwaite & Talbot, 1972).

Por todo lo expuesto hasta ahora se deduce que el organismo productor de *Gyrolithes vidali* pudo ser con gran fiabilidad un crustáceo decápodo, probablemente del grupo de los callianassidos o Thalassinídeos, análogamente a los representantes actuales.

(Esta filiación no tiene por qué ser exclusiva de los Macrúridos —*Callianassa*— sino que también podría incluir a los Braquiúridos, hecho éste observado por Hogue & Bright, 1971, en las costas de Kenya, ya que éstos pueden excavar galerías espirales que podrían corresponderse con las de *Gyrolithes*.)

Conclusiones

Gyrolithes vidali es una nueva icnoespecie que se define para el Plioceno inferior marino del sector más suroccidental de la cuenca del Guadalquivir.

Esta distinción se ha realizado en base a las dimensiones considerando el diámetro de las galerías, el diámetro espiral, la separación entre vueltas completas; ángulo de desviación del eje de enrollamiento con respecto a la vertical, ángulo helicoidal, estructura interna y externa de las paredes, así como por la presencia en la terminación del sistema espiral, de una galería horizontal que se ensancha para formar una cámara basal.

Se propone también un modelo de excavación, donde se combina el movimiento helicoidal con una componente longitudinal y otra vertical, que está de acuerdo con los rasgos externos observados en las paredes de la galería, que a su vez están en estrecha relación con la supuesta morfología del organismo constructor (presencia de pinzas o apéndices especializados para raspar y transportar sedimento).

Esta estructura se interpreta dentro de un medio marino de offshore protegido, bajo unas condiciones de continua (posiblemente alternante) y lenta (en ocasiones hasta nula) sedimentación de materiales pelíticos arcillosos, con esporádicos aportes terrígenos finos (arenas limosas).

Se discute la presencia o no, a uno u otro grupo determinado de organismo constructor y se aboga por

un origen manifiesto debido a la acción de crustáceos decápodos del grupo de los Thalasinídeos (Callinásidos).

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer vivamente los comentarios realizados por el Dr. C. Kent Chamberlain de la Anschuts Corporation, Denver (Colorado) así como las del Dr. Eladio Liñán del Departamento de Paleontología de la Universidad de Zaragoza.

Así mismo a los Dres. Richard G. Bromley del Geologisk Centralinstitut de Copenhagen (Dinamarca) y John E. Warme de la Colorado School of Mines (Colorado) por las facilidades que me han dado en la consulta de obras bibliográficas.

También expreso mi agradecimiento a mis compañeros Prof. Leandro Sequeiros por la corrección del manuscrito y Dr. J. Gabriel Pendón por la realización de las fotografías.

Bibliografía

- Ammon, Ludwig von (1900): Über das Vorkommen von «Steinschrauben» (*Daemonehelix*) in der oligocänen Molasse Oberbayerns. *Geognost. Jahresh.*, 13, 508 pp.
- Boyer, J. E. & Warme, J. E. (1975): Sedimentary facies and trace fossils in the Eocene Delmar Formation and Torrey Sandstone, California. (W. Weaver, G. R. Hornaday, Ann Tipton). In: *Future energy horizons of the Pacific Coast-Paleogene Symposium and Selected Technical Papers AAPG-SEPM-SEG*. Pacific Sections, Long Beach, California.
- Braithwaite, C. J. R. & Talbot, M. R. (1972): Crustacean burrows in the Seychelles, Indian Ocean. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 11: 265-285.
- Bromley, R. G. & Frey, R. W. (1974): Redescription of the trace fossil *Gyrolithes* and taxonomic evaluation of *Thalassinoides*, *Ophiomorpha* and *Spongiomorpha*. *Geol., Soc., Denmark*, 23: 311-335.
- Civis, J.; Sierro, F. J.; González Delgado, J. A.; Flores, J. A.; Andrés, I.; Porta, J. & Valle, M. F. (1985): El Neógeno marino de la provincia de Huelva: antecedentes y definición de las unidades litoestratigráficas. In: *Paleontología del Neógeno de Huelva. St. Geol. Salmant.*, vol. especial (en prensa).
- Debey, M. H. (1849): Entwurf zu einer geognostisch-geogenetischen Darstellung der Gegend von Aachen. *Gesell. Deutscher Naturf. Aerzte, Amtliche Ber.*, 25: 269-328.
- Dryden, L. (1933): *Xenohelix* in the Maryland Miocene. *Nat. Acad. Sci. Proc.*, 19: 139-143.
- Fedonkin, M. A. (1981): White sea biota of Vendian (Precambrian non-skeletal fauna of the Russian Platform North). *Transactions*, 342.
- Frey, R. W. (1973): Behavioral and ecological implications of Trace Fossils. In: *Trace Fossil Concepts*. S.E.P.M. Short Course nº 5 (Paul B. Basan, Ed.), Cap. 3, 49-75, Oklahoma City.
- Fuchs, T. (1895): Studien über Fucoiden und Hieroglyphen. *Same, Denkschr.*, v. 62, 369-448, 9 pl.
- García Ramos, J. C. (1984). Sedimentología de estructuras orgánicas. In: *Curso de Sedimentología para Post-graduados*. T. II. A. Arche Miralles et al. (Inst. Geol. Econ. C.S.I.C. edit.). Madrid, 1-25.
- Gernant, R. E. (1972): The Paleoenvironmental significance of *Gyrolithes* (Lebensspur.). *Jour. Paleontology*, 46, 735-741.
- Hantzschel, W. (1934). Schraubenförmige und spiralige Grabgänge in turonen Sandsteinen des Zittauer Gebirges. *Senckenbergiana*, 16: 313-324.
- Hantzschel, W. (1975): Trace Fossils and Problematica. In: *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part W. Miscellanea. Suppl. 1, (2ª edic.).
- Hester, N. C. & Pryor, W. A. (1972): Blade-shaped crustacean burrows of Eocene age: a composite form of *Ophiomorpha*. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 83: 677-688.
- Hogue, C. L. & Bright, D. B. (1971): Observations on the biology of lands crabs and their burrows associates on the Kenya coast. *Los Angeles County Mus., Contrib. Sci.*, 210, 10.
- Howard, D. J. (1972): Trace fossils as criteria for recognizing shorelines in stratigraphic record. *S.E.P.M. Spec. Public.*, 16: 215-225.
- Howard, D. J. & Scott, R. M. (1983): Comparison of Pleistocene and Holocene Barrier Island beach-to-offshore sequences, Georgia and Northeast Florida coasts, U.S.A. *Sediment. Geol.*, 34: 167-183.
- Keij, A. J. (1965): Miocene trace fossils from Borneo. *Paläont. Zeitschr.*, 39: 220-228.
- Kennedy, W. J. (1967): Burrows and surface trace from the Lower chalk of Southern England. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Geol.*, 15: 127-167.
- Kilpper, K. (1962): *Xenohelix* Mansfield 1927 aus der miozänen niederrheinischen Braunkohlenformation. *Paläont. Zeitschr.* 36: 55-58, 7.
- MacSotay, O. (1967): Huellas problemáticas y su valor paleoecológico en Venezuela. *Geos.*, 16: 7-79.
- Mansfield, W. C. (1927): Some peculiar fossils from Maryland. *US. Nat. Museum. Proc.*, 71: 1-9.
- Powell, E. N. (1977): The relationships of the trace fossils *Gyrolithes* (= *Xenohelix*) to the family Capitellidae (Polychaeta). *Journ. Paleontology*, 51: 552-556.
- Saporta, Gaston de (1884): *Les organismes problématiques des anciennes mers*. Masson (Paris), 100 p.
- Seilacher, A. (1978): Use of trace fossil assemblages for recognizing depositional environments. In: *Trace Fossil Concepts* (Paul B. Basan, Edit.) S.E.P.M. Short Course, 5: 185-201.
- Stanton, R. J. Jr. & Warme, J. E. (1971). *Stop 1: Stone City Bluff*, p. 2-10. In: *Trace fossils a field guide to selected localities in Pennsylvanian, Permian, Cretaceous, and Tertiary rocks of Texas and related papers* (Bob F. Perkins Edit.). School of Geoscience, Louisiana State Univ. Miss. Publ., 71-1.
- Toots, H. (1963): Helical burrows as fossil movement patterns. *Wyoming Univ. Contrib. Geology*, 2: 129-134.

Recibido el 16 de septiembre de 1985

Aceptado el 17 de marzo de 1986