

LOS OSTRACODOS, ÍNDICES DE CAMBIOS AMBIENTALES EN EL CRETÁCICO SUPERIOR Y PALEOGENO DE LA CUENCA VASCO-CANTÁBRICA

Julio RODRÍGUEZ LÁZARO
y Ernesto GARCÍA ZARRAGA

Departamento de Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología.
Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco/E.H.U.
Apartado 644. 48080 Bilbao.

ABSTRACT

The aim of this work is to evidence the utility of paleoecologic studies with ostracodes, considering the Basque-Cantabric Basin. Geographic distribution of ostracode genera is a clear response of environmental oscillations, which are controlled by geological processes. Ostracode assemblages modify their population dynamics and diversity with environmental changes; this allows us to choose some characteristic genera for each ecozone and finally, propose 15 ostracode biofacies for the upper Cretaceous and Paleogene materials of the Basque-Cantabric Basin. Each biofacies has both, paleogeographic and stratigraphic, defined values. Four biofacies are typical of a distal inner-platform during the upper Cretaceous: biofacies of *Platycythereis*; b. of *Dordoniella-Planileberis*; b. of *Limburgina-Mauritsina*; b. of *Parakrithe*. Other 5 biofacies are representative of the outer-platform from the Navarro-Cantabric trough and the Basque Arc, from the upper Albian to Santonian ages: b. of *Rehacythereis-Neocythere*; b. of *Navarracythere*; b. of *Pontocyprilla-Rehacythereis*; b. of *Imhotepia*; b. of *Dolocyptheridea-Cythereis*. Meanwhile, in the Basque Arc, deeper conditions were established (bathyal), from the upper Santonian till the middle Eocene, materialised by 6 biofacies, exclusive from this basin: b. of *Krithe*; b. of *Mosaeleberis*; b. of *Protoargilloecia*; b. of *Agrenocythere-Abyssocythere*; b. of *Aratocypris-Australoecia* and b. of *Henryhowella-Pennyella*.

Keywords: Ostracodes, paleoecology, Basque-Cantabric Basin, upper Cretaceous, Paleogene.

RESUMEN

En este trabajo se pone de manifiesto el interés del estudio de los ostrácodos en los análisis paleoecológicos, aplicados a la Cuenca Vasco-Cantábrica. La distribución geográfica de los géneros de estos microorganismos sigue fielmente las oscilaciones ambientales, controladas por distintos procesos geológicos. La respuesta de las asociaciones de ostrácodos ante estos cambios ambientales se manifiesta por la alteración de su equilibrio poblacional, que afectaría tanto a la diversidad específica como a su composición genérica. Eligiendo convenientemente los géneros índice de las distintas ecozonas, es posible caracterizar, tanto geográfica como cronológicamente, los materiales del Cretácico superior y Paleógeno de esta cuenca. Se proponen 15 biofacies de ostrácodos para este intervalo, 4 de ellas típicas de un paleoambiente de plataforma interna distal, durante el Cretácico superior: biofacies de *Platycythereis*; b. de *Dordoniella-Planileberis*; b. de *Limburgina-Mauritsina*; b. de *Parakrithe*. Otras 5 representan a la plataforma externa del Surco Navarro-Cántabro y el Arco Vasco, durante el Albiense superior-Santonense: b. de *Rehacythereis-Neocythere*; b. de *Navarracythere*; b. de *Pontocyprilla-Rehacythereis*; b. de *Imhotepia*; b. de *Dolocyptheridea-Cythereis*. El carácter profundo del Arco Vasco, que ocupaba áreas de paleoambiente batial desde el Santonense superior hasta el Eoceno medio, es puesto de manifiesto por las 6 biofacies características de esta subcuenca: b. de *Krithe*; b. de *Mosaeleberis*; b. de *Protoargilloecia*; b. de *Agrenocythere-Abyssocythere*; b. de *Aratocypris-Australoecia* y b. de *Henryhowella-Pennyella*.

Palabras clave: Ostrácodos, paleoecología, Cuenca Vasco-Cantábrica, Cretácico superior-Paleógeno.

INTRODUCCIÓN

El interés de las faunas de ostrácodos en las reconstrucciones paleoecológicas ha sido ampliamente reconocido en los últimos años. Este interés se basa en una serie de características de dichos organismos: presentan una distribución mundial y a lo largo de todo el Fanerozoico, habiendo ocupado todos los nichos eco-

lógicos acuáticos conocidos, tanto marinos como continentales, e incluso ambientes terrestres y otras adaptaciones más concretas, como el comensalismo y el parasitismo. Esta ubicuidad es consecuencia de la alta capacidad de adaptación del grupo, cuya fisiología, reproducción, anatomía, estructura poblacional, etc. permite una respuesta adecuada de estas características ante pequeñas variaciones ambientales.

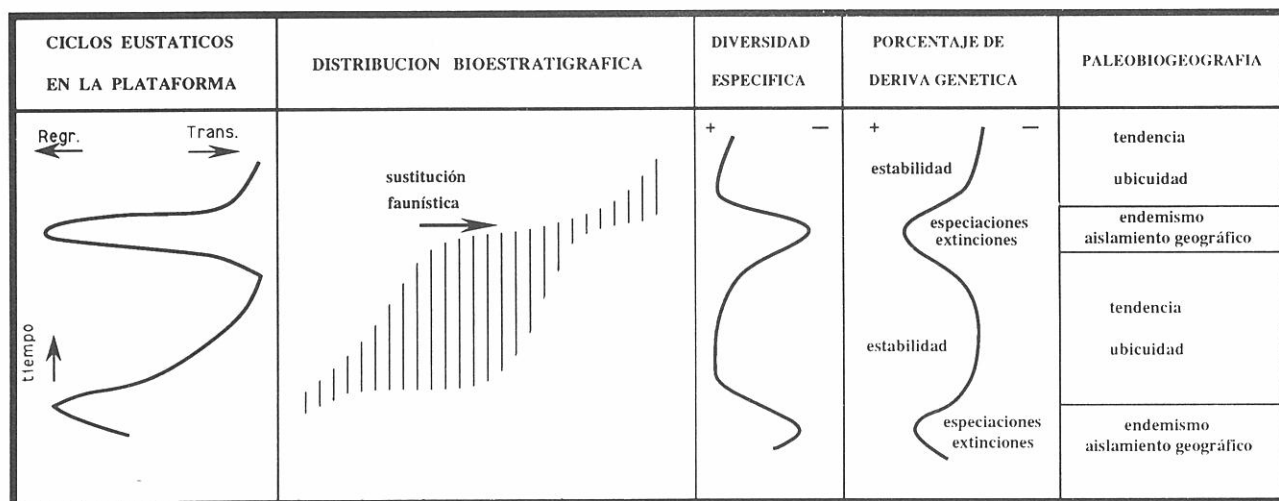


Figura 1. Relación entre los ciclos eustáticos en la plataforma y la distribución estratigráfica “sigmoideal” de las especies de ostrácodos. Esta configuración refleja las fases de colonización, estabilización y sustitución de estas microfaunas bentónicas, controladas por ciclos transgresivos y regresivos, comparables a los ciclos de tercer orden de Haq *et al.* (1988). Se indican también las consecuencias que se derivan en la diversidad específica, la especiación y la paleobiogeografía de las faunas de ostrácodos. (Modificado de Lethiers, 1987).

La interpretación paleoecológica basada en los ostrácodos se fundamenta en la alta sensibilidad ecológica que presentan estos organismos, que, por otro lado, parecen no haber cambiado sustancialmente en sus requerimientos autoecológicos a lo largo del tiempo geológico (Van Harten, 1988). Desde un punto de vista metodológico se consideran, entre otros aspectos: a) el tipo de asociación; b) análisis de parámetros poblacionales, (riqueza individual, estructura poblacional); diversidad específica c) análisis morfo-funcional de las valvas, (ver síntesis en Guernet y Lethiers, 1989).

En los últimos años se están desarrollando métodos de análisis ecostratigráficos basados en las distribuciones estratigráficas de los ostrácodos. Lethiers (1987) considera las distribuciones estratigráficas de especies seleccionadas de ostrácodos, dispuestas por orden de aparición en el registro (Fig. 1). Entonces, la variación de la riqueza específica sigue un modelo “sigmoideal” (curva logística), en el que se pueden caracterizar fases de colonización, estabilización y sustitución de las especies. Esta configuración parece estar controlada por procesos transgresivo-regresivos, que definen los ciclos eustáticos de tercer orden de Haq *et al.* (1988). Durante las fases transgresivas la diversidad específica de las asociaciones de ostrácodos aumenta y se estabiliza (ver Fig. 1), como consecuencia de la estabilización de ecosistemas que el mencionado proceso transgresivo conlleva. Durante estas fases estables, los fenómenos de especiación en los ostrácodos, valorados como porcentaje de la deriva genética, se ralentizan o minimizan, quizás a causa de que la deriva genética es menos importante (Fig. 1). Como conclusión paleobiogeográfica, encontramos que durante las fases transgresivas las especies de ostrácodos presentan una mayor tendencia a la ubicuidad.

Como consecuencia de las regresiones se alteran

los ecosistemas bentónicos, disminuyendo la diversidad específica de los ostrácodos. Es lógico esperar en estos casos una mayor actuación de la deriva genética, si estamos ante poblaciones pequeñas y aisladas, con lo cual aumenta la posibilidad de especiación para estos microcrustáceos. Las sustituciones faunísticas que caracterizan estos intervalos temporales durante las fases regresivas (Fig. 1), se producen por migraciones y/o extinciones de las especies de los ostrácodos, y el efecto paleobiogeográfico es la aparición de especies endémicas, como resultado del aislamiento geográfico.

Siguiendo básicamente los postulados de Lethiers (1987), van Harten y van Hinte (1984), y van Harten (1988), proponen el método “cronoecostratigráfico”, en el que la distribución temporal ordenada de las especies de los ostrácodos (distribuciones triangulares, sensu van Harten, 1988), puede mostrar una evolución paleoambiental, evidenciándose las tendencias transgresivo-regresivas, así como variaciones climáticas en ciertas cuencas. El método es gráfico, en el cual se ordenan los rangos estratigráficos de las especies según su momento de entrada y duración en el registro. La escala temporal está ajustada, para corregir la distorsión vertical de las unidades lito y bioestratigráficas. Para van Harten (1988), la distribución “sigmoideal” de la Fig. 1 reflejaría cambios ambientales asociados a ciclos transgresivos y regresivos de tipo local, mientras que las “señales cronoecológicas” de regiones mayores, presentarían una envolvente subtriangular de los registros estratigráficos de las especies de ostrácodos. En este sentido sería posible definir, a la vista de la configuración geométrica de los cuadros bioestratigráficos de las especies de ostrácodos, la actuación de procesos transgresivos y regresivos en áreas locales o más amplias. La ventaja de este método es su relativa sencillez, ya que no es imprescindible un estudio taxonómico de-



Figura 2. Localización geográfica de la Cuenca Vasco-Cantábrica, con sus diferentes áreas paleogeográficas y accidentes tectónicos mayores. APB: accidente profundo de Bilbao. APC: accidente profundo de Calamua. FE: flexura de Espinosa. CSP: cabalgamiento Sud-Pirenaico. LTEE: línea tectónica de Elizondo-Estella. Basado en Salomón y Rat, 1983; Amiot, Floquet y Mathey, 1983.

tallado para la interpretación de dichos registros.

Los antecedentes de trabajos previos de ostrácodos en esta cuenca se recogen en García Zarraga *et al.*, 1990. El encuadre geológico en el que se insertan las faunas estudiadas está formado por la Cuenca Vasco-Cantábrica (Fig. 2), dentro de la cual se pueden distinguir tres regiones paleogeográficas, en un orden de menor a mayor profundidad marina: la Plataforma Nord-Castellana (plataforma interna), el Surco Navarro-Cántabro (plataforma externa) y el Arco Vasco, con un paleoambiente desde el talud continental hasta infrabatal. Se han registrado más de medio millar de morfologías específicas a lo largo del intervalo Albiense-Eoceno de esta cuenca, recogiéndose más de 55.000 ejemplares de ostrácodos.

RESULTADOS

La aplicación de los anteriores criterios a los materiales del Cretácico superior y Paleógeno de la Cuenca Vasco-Cantábrica, permite obtener interesantes conclusiones de índole paleoecológica, para lo cual consideraremos varios ejemplos.

Áreas de Plataforma.

Tomemos como ejemplo el intervalo Coniaciense-

Santonense en la Plataforma Nord-Castellana y el Surco Navarro-Cántabro (Fig. 3), representativos de paleoambientes de plataforma interna y externa respectivamente (biofacies de *Parakrithe*; b. de *Imhotepia*, ver Fig. 5). Utilizando como base de datos las tendencias de las diversidades específicas, es posible definir intervalos de condiciones estables e inestables, así como asociar dichos intervalos con procesos de tipo geológico y/o eustático.

Los intervalos de estabilidad paleoambiental presentan tendencias crecientes de las diversidades (las flechas de la Fig. 3 se inclinan hacia la derecha) y se pueden relacionar con pulsaciones transgresivas suaves —que permiten el asentamiento de las poblaciones bentónicas—, indicadas en las curvas eustáticas de Haq *et al.* (1988) para este lapso geológico. Durante algunos de estos intervalos, el valor de la subsidencia es superior al de la sedimentación (Amiot *et al.*, 1983; Floquet, 1982). Los momentos de inestabilidad paleoambiental son puestos de manifiesto claramente por las tendencias decrecientes de los valores de las diversidades (Coniaciense inferior, Coniaciense terminal, Santoniense inferior terminal, Santoniense superior alto, etc.; áreas sombreadas, Fig. 3). Este desequilibrio paleoambiental puede ser producido por pequeñas pulsaciones regresivas, durante las cuales se pasa de un paleoambiente de plataforma externa a otro de plataforma interna (ver parte izda. de la Fig. 3). Se encuentra en estos casos que el efecto de la sedimentación supera al de la sub-

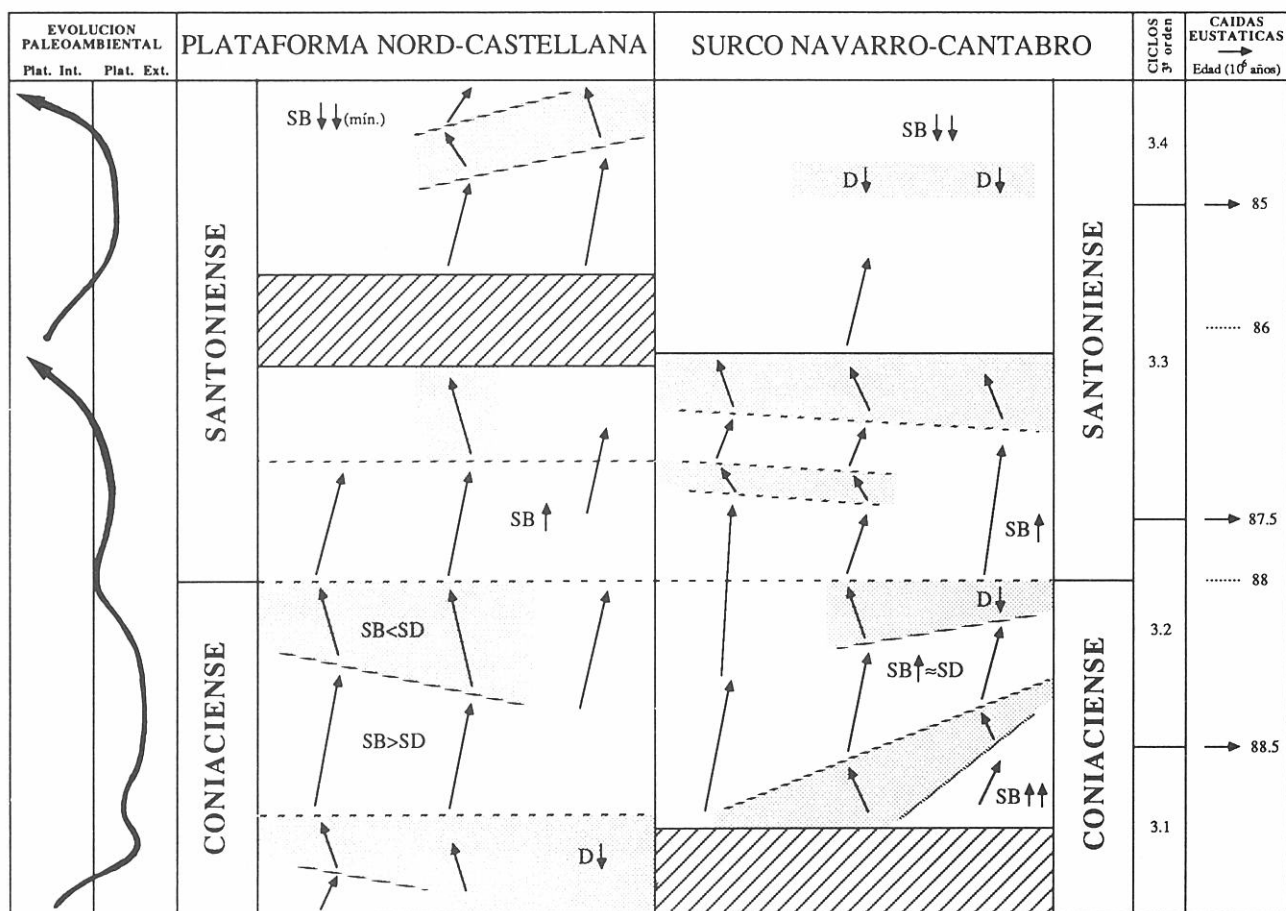


Figura 3. Evolución paleoambiental de las áreas de plataforma distal en la Cuenca Vasco-Cantábrica, durante el intervalo Coniaciense-Santonense (basado en Rodríguez Lázaro *et al.*, 1987). Se ha tomado en consideración las variaciones en las tendencias de las diversidades específicas de los ostrácodos (las flechas inclinadas hacia la derecha: aumento de la diversidad), evidenciándose intervalos estables e inestables (punteado), según los distintos sectores paleogeográficos. Posteriormente se han comparado con las pulsaciones transgresivo-regresivas que afectaron a estas áreas de plataforma interna (izda. de la figura, s. Floquet, 1987), así como con las modificaciones eustáticas globales (s. Haq *et al.*, 1988). D: diversidad específica (ostrácodos). SB: subsidencia. SD: sedimentación.

sistencia (Amiot *et al.*, op. cit.; Floquet, op. cit.).

Al comparar este cuadro de evolución paleoambiental con los marcadores y ciclos eustáticos de Haq *et al.*, 1988, (Fig. 3, parte derecha), nos encontramos con algunos problemas debidos a la falta de resolución cronoestratigráfica de dichos marcadores, siendo difícil localizar exactamente los momentos de caídas eustáticas dentro de las series. Es posible, sin embargo, establecer una relación hipotética entre algunos intervalos inestables y caídas eustáticas o discontinuidades sedimentarias. Así, el intervalo inestable durante el Coniaciense inferior-medio en el Surco Navarro-Cántabro (Fig. 3), podría haber sido parcialmente producido por la caída eustática de 88,5 m.a.; la inestabilidad del Coniaciense terminal con la discontinuidad de 88 m.a., etc.

Resumiendo, el análisis de la dinámica poblacional de las asociaciones de ostrácodos en las áreas de plataforma, dentro de la cuenca Vasco-Cantábrica, nos permite detectar intervalos de inestabilidad, dentro de una evolución paleoambiental estable. Se pueden inducir como responsables principales, causas de índole tec-

tónica, en las que la relación subsidencia/sedimentación jugaría un papel fundamental en la alteración de los nichos ecológicos bentónicos.

Cretácico final del Sinclinorio de Bizkaia.

En este caso se considera la distribución estratigráfica de las especies de ostrácodos del intervalo Campaniense final-Maastrichtiense final de esta cuenca (Fig. 4). El conjunto de esta fauna es característico de un paleoambiente marino profundo (biofacies de *Mosaeleberis*, en cuya evolución finicretácica se pueden definir 6 momentos de crisis, aproximadamente localizados en la escala cronoestratigráfica a 75, 74, 71, 68 y 66,5 m.a., respectivamente (Fig. 4), mediante marcadores de ostrácodos (cambios netos en los registros de las asociaciones). Todas estas crisis, excepto la de 74 m.a., han podido ser provocadas por las correspondientes caídas eustáticas (curvas según Haq *et al.*, 1988), causantes de la destrucción de paleonichos bentónicos, y consecuentemente, de la disminución de la diversidad específica.

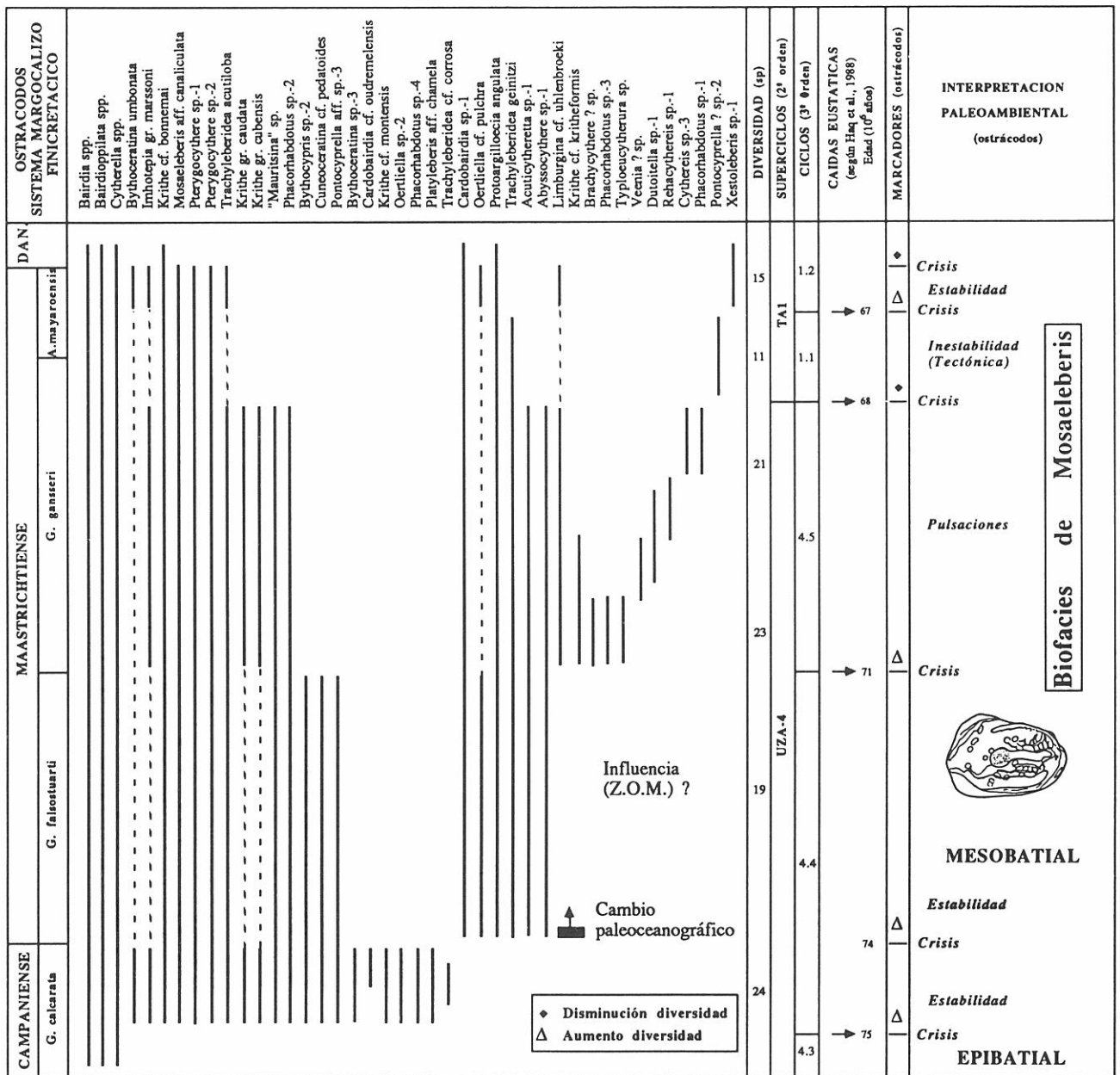


Figura 4. Repartición estratigráfica de las especies de ostrácodos en el Sistema Sedimentario Margocalizo Finicretácico del Arco Vasco (sensu Mathey, 1986), donde se indican los momentos de alteraciones paleoambientales ("crisis"), según los cambios en las asociaciones de los ostrácodos (marcadores). Se ha realizado una interpretación paleoambiental, comparando los registros específicos con las variaciones eustáticas de Haq *et al.*, 1988.

La crisis de 74 m.a. no está en relación con caídas eustáticas (al menos, no aparece ninguna en las curvas estandar de Haq *et al.*, op. cit.). Sin embargo, los cambios de las asociaciones de ostrácodos en ese momento son importantes: desaparecen 4 especies por efecto Lázaro, se "extinguen" otras 7, incorporándose finalmente otras 6 especies al registro. Alguna de estas últimas son características de paleomedios muy profundos (*Abyssocythere* sp 1, *Protoargilloecia angulata*...), con lo que podemos sugerir que el marcador de la "crisis 74" indicaría un cambio de las condiciones paleoceanográficas (cambios en las masas de agua, nutrientes, posición

de la lisoclina, zona de oxígeno mínimo Z.O.M., etc.). Se puede destacar también la reducción de la diversidad específica en el intervalo de 68-67 m.a. de la misma figura, sin que existan registros eustáticos que la justifiquen. Tal disminución de la diversidad pudo ser el producto de la inestabilidad paleoambiental provocada por el aumento de terrígenos en la cuenca, si tenemos en cuenta la presencia de turbiditas en estos materiales.

Los intervalos entre los momentos de crisis, representan lapsos de estabilidad paleoambiental, durante los cuales la diversidad aumenta. Podemos resumir dicen-

do que tales momentos de crisis reflejarían básicamente la existencia de una modificación ambiental, mientras que la sustitución de un conjunto de especies de ostrácodos por otro diferente, nos estaría ilustrando acerca del tipo concreto de cambio en las condiciones del paleomedio.

Biofacies de ostrácodos.

Tomando en cuenta el conjunto de los datos expuestos, junto con otros estudios en curso (García Zarraga *et al.*, 1991), se puede dibujar un cuadro general de las biofacies de ostrácodos de la cuenca Vasco-Cantábrica a lo largo del Cretácico superior y Paleógeno (Fig. 5). Cada biofacies se caracteriza por uno o varios géneros de ostrácodos representativos, así como por una determinada distribución geográfica y estratigráfica.

En la Plataforma Nord-Castellana se definen las siguientes biofacies, todas ellas representativas de un paleoambiente de **plataforma interna**:

- Biofacies de *Platycythereis* (Albiense superior-Cenomaniense superior).
- Biofacies de *Dordoniella-Planileberis* (Turoniense basal-Coniaciense terminal).

Otras biofacies caracterizan el conjunto de la plataforma (Plataforma Nord-Castellana y Surco Navarro-Cántabro):

- Biofacies de *Limburgina-Mauritsina* (Cenomaniense terminal-Campaniense superior).
- Biofacies de *Parakrithe* (Coniaciense basal-Campaniense inferior).

Como biofacies exclusivas del Surco Navarro-Cántabro, características de un paleoambiente de **plataforma externa**, podemos mencionar:

- Biofacies de *Navarracythere* (Cenomaniense basal-Cenomaniense superior).

Biofacies comunes al conjunto de la Cuenca Vasco-Cantábrica (excepto Arco Vasco distal):

- Biofacies de *Rehacythereis-Neocythere* (Albiense superior-Turoniense inferior).

Biofacies típicas de un paleoambiente de **plataforma externa distal**:

Comunes al Surco Navarro-Cántabro y al Arco Vasco:

- Biofacies de *Imhotepia* (Turoniense basal-Santonense terminal).

Exclusivas del Arco Vasco:

- Biofacies de *Pontocyprilla-Rehacythereis* (Albiense superior-Cenomaniense terminal).
- Biofacies de *Dolocyptheridea-Cythereis* (Coniaciense).

Biofacies de **paleoambiente profundo (batial)**, características del Arco Vasco:

- Biofacies de *Krithe* (Santonense superior-Eoceno medio). Define condiciones de profundidad mini-

ma de talud continental superior (epibatial). Se extiende hacia la parte más distal del Surco Navarro-Cántabro.

- Biofacies de *Mosaeleberis* (Campaniense superior-Maastrichtiense final).
- Biofacies de *Protoargilloecia* (Maastrichtiense inferior-Eoceno medio).
- Biofacies de *Agrenocythere-Abyssocythere* (Paleoceno superior-Eoceno inferior terminal).
- Biofacies de *Aratrocypris-Australoecia* (Eoceno inferior-Eoceno medio).
- Biofacies de *Henryhowella-Pennyella* (Eoceno inferior alto-Eoceno medio).

El carácter paleoecológico de las distintas biofacies permite diferenciar subáreas dentro de la cuenca durante el intervalo considerado (Fig. 5), desde las más occidentales, que representan un paleoambiente de plataforma interna (o infralitoral), hasta las orientales, con unas condiciones profundas, que van desde epibatales (Campaniense-Maastrichtiense) hasta infrabatales (Eoceno).

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su reconocimiento al Dr. González Donoso y a los referidos anónimos, por las indicaciones que han permitido una más adecuada presentación del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Amiot, M.; Floquet, M. y Mathey, B. 1983. Relations entre les trois domaines de sédimentation du Crétacé supérieur. In: Vue sur le Crétacé basco-cantabrique et ibérique. *Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*, **9**, 169-176.
- Floquet, M. 1982. Transgressions-régressions et eustatisme-tectonique-sédimentation sur la plate-forme nord-castillane du Crétacé supérieur (régions Ibéro-Cantabriques, Espagne). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **165** (1), 125-146.
- Floquet, M. 1987. Controles tectonique, sédimentaire et eustatique des transgressions et régressions marines sur la Plate-forme nord-Castillane (Espagne) au Crétacé supérieur. In: Transgressions et Régressions au Crétacé (France et régions voisines). *Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*, **11**, 69-77.
- García Zarraga, E. y Rodríguez Lázaro, J. 1990. Late Cretaceous ostracode faunas from the Biscay synclinerium (Basque Arc, northern Spain). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **123**, 229-238.
- García Zarraga, E. y Rodríguez Lázaro, J. 1991. Caracterización ecostratigráfica (ostrácodos) del Paleógeno del Sinclinerio de Bizkaia (Cuenca Vasco-Cantábrica). Actas I Congreso del Grupo Español del Terciario, Vic, 140-143.
- Guernet, C. y Lethiers, F. 1989. Ostracodes et recherche des milieux anciens: possibilités et limites. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **9**, 577-588.
- Haq, B.U.; Hardenbol, J. y Vail, P.R. 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea level change.

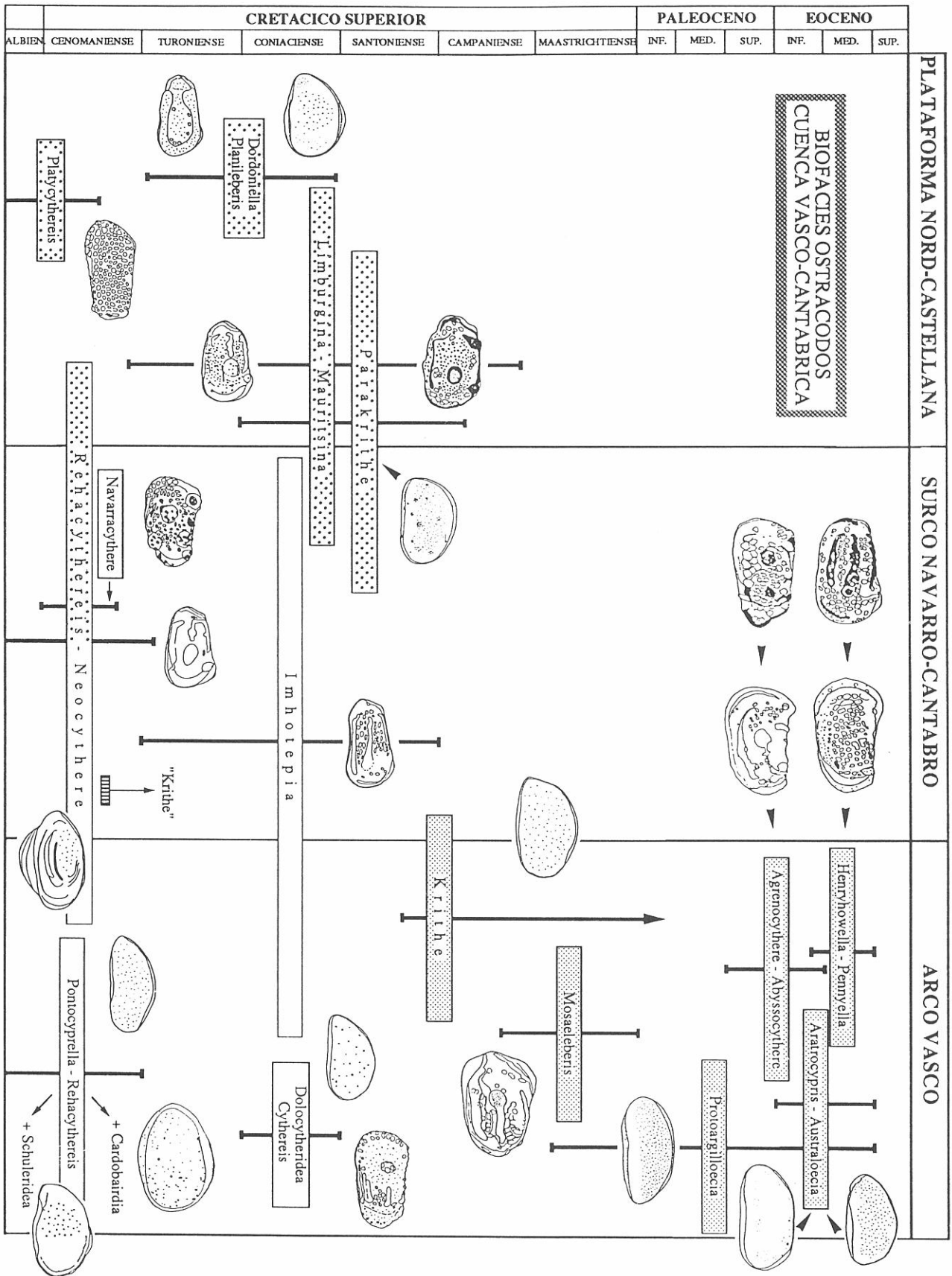


Figura 5. Biofacies de ostrácodos en la Cuenca Vasco-Cantábrica durante el Cretácico superior y Paleógeno. Las líneas verticales gruesas indican la distribución estratigráfica de cada biofacies, mientras que su distribución geográfica está representada por los recuadros horizontales. Trama: puntos gruesos: plataforma interna distal; en blanco: plataforma externa; punteado fino: batial. Los dibujos representan ostrácodos con un tamaño real de aprox. 1 mm.

- Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, **42**, 72-108.
- Harten, D. Van. 1988. Chronoecology, a non-taxonomic application of ostracods. In: *Ostracoda in the Earth sciences*, (P. De Deckker, J.P. Colin y J.P. Peypouquet, Eds.), Elsevier, Amsterdam, 47-54.
- Harten, D. Van y Hinte, J.E. Van. 1984. Ostracod range charts as a chronoecologic tool. *Marine Micropaleontology*, **8**, 425-433.
- Lethiers, F. 1987. Quelques aspects actuels de la biostratigraphie. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **24**, 7-17.
- Mathey, B. 1986. Les Flyschs Crétacé supérieur des Pyrénées basques: age, anatomie, origine du matériel, milieu de dépôt et relations avec l'ouverture du Golfe de Gascogne. Tesis, Universidad de Bourgogne (Dijon, Francia), 403 pp.
- Rodríguez Lázaro, J. y Lamolda, M. 1987. Faunes d'ostracodes du Coniacien-Santonien Basco-Cantabrique (Nord de Burgos): leur intérêt dans la mise en évidence de régressions marines. In: Transgressions et régressions au Crétacé (France et régions voisines). *Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*, **11**, 254-268.
- Salomon, J. y Rat, P. 1983. Relations entre les Domaines Cantabriques et nord-ouest ibérique. In: Vue sur le Crétacé Basco-Cantabrique et Nord-Ibérique. *Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*, **9**, 19-24.